

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Evaluación agronómica de cinco variedades, saponinas y betalainas
de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del germoplasma
(UNSCH-LGBV). Manallasacc, 3560 msnm, Ayacucho**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Presentado por:

Bach. Julio Huaytalla Bautista

Asesor:

Ph.D. Germán Fernando De La Cruz Lapa

Ayacucho - Perú

2024

*Con mucho cariño en memoria a mis padres
David y Teodosia, por darme la vida,
inculcarme los valores éticos; quienes
supieron apoyarme para el desarrollo de
mis estudios y a mis hermanos (a).*

*A todos mis maestros y en especial al Ph.D.
German De La Cruz Lapa, por brindarme su
Asesoramiento para la culminación de esta
tesis y gracias a ello poder ser un profesional
de éxito.*

AGRADECIMIENTO

Al alma mater de mi formación profesional la “Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga”.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, con gratitud especial a la Escuela Profesional de Agronomía y a la excelente plana de maestros que contribuyeron en mi formación personal y profesional.

A mi asesor Ph.D. Germán Fernando De La Cruz Lapa, gestor y asesor del presente trabajo de investigación; por su apoyo en la culminación del presente trabajo de tesis.

A los jurados: Dr. José Quispe Tenorio, Dr. Rolando Bautista Gómez y al M.Sc. Ing. Guillermo Carrasco Aquino. por sus recomendaciones y observaciones a este trabajo de investigación.

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Peruana Cayetano Heredia y al Centro Poblado de Manallasacc, por permitirme realizar el presente trabajo de investigación; apoyo de los investigadores y pobladores, respectivamente.

A mi novia Erica Alfaro Mendivel, por su motivación y apoyo incondicional para la culminación de la tesis.

Al Ing. Richard Jorge Palomino (QEPD), amigo incondicional de la escuela Profesional de Agronomía, y a los amigos (as) por su apoyo durante el inicio de la carrera y culminación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE QUINUA	4
1.1.1 Origen y distribución	4
1.1.2 Importancia y usos del cultivo de quinua	5
1.1.3 Valor nutricional.....	5
1.1.4 Taxonomía de la quinua	6
1.1.5 Morfología de la quinua	6
1.1.6 Fenología del cultivo	12
1.1.7 Requerimientos del cultivo.....	12
1.1.8 Aspectos de manejo del cultivo	17
1.1.9 Variedades comerciales de quinua	19
1.1.10 Rendimiento	21
1.1.11 Plagas y enfermedades.....	23
1.2 SAPONINAS Y BETALAINAS DE LA QUINUA	25
1.2.1. Saponinas.....	25
1.2.2. Tipos de saponinas	30
1.2.3. Las saponinas como obstáculo y potencialidad.....	31
1.2.4. Betalainas	34
1.2.5. Grupos de betalainas.....	35
1.2.6. Importancia de las betalainas.....	37
CAPÍTULO II.....	39
METODOLOGÍA.....	39
2.1. ANTECEDENTES DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	39

2.2.	UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	39
2.2.1.	Ubicación política.....	39
2.2.2.	Ubicación geográfica.....	39
2.2.3.	Vías de acceso	40
2.3.	CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO... 40	
2.3.1	Característica del suelo.....	40
2.3.2	Condiciones climáticas.....	41
2.3.3	Topografía	44
2.3.4	Recurso hídrico.....	44
2.4.	MATERIAL GENÉTICO (TRATAMIENTOS).....	44
2.4.1	Variedades comerciales de quinua	44
2.4.2	Diseño experimental y análisis estadístico	45
2.4.3	Características de las parcelas	45
2.4.4	Unidad experimental.....	47
2.5.	INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO EN CAMPO	47
2.5.1.	Preparación del terreno.....	48
2.5.2.	Demarcación y estacado del campo experimental.....	48
2.5.3.	Surcado del terreno	48
2.5.4.	Abonamiento	48
2.5.5.	Siembra.....	48
2.5.6.	Control de malezas	49
2.5.7.	Raleo.....	49
2.5.8.	Aporque	49
2.5.9.	Control fitosanitario.....	49
2.5.10.	Cosecha.....	50
2.6.	VARIABLES AGRONÓMICAS EVALUADOS EN 5 ACCESIONES	50
2.6.1.	Variables de productividad.....	50
2.7.	MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SAPONINAS Y BETALAINAS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	51
2.8.	MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE SAPONINA EN LABORATORIO, DE LAS 70 ACCESIONES DE QUINUA DEL GERMOPLASMA UNSCH-LGBV	51

2.8.1. Banco de germoplasma de quinua LGBV- UNSCH (accesiones utilizadas)	52
2.8.2. Análisis por el método de espuma para determinar el contenido de saponina (EPA-UNSCH)	54
2.8.3. Análisis por el método de cromatografía líquida de alta resolución o High Performance Liquid Chromatography (HPLC) para determinar el contenido de saponina	55
2.9. MÉTODO DE DETERMINACION DE BETALAINAS EN LABORATORIO, DE LOS 70 ACCESIONES DE QUINUA DEL GERMOPLASMA-UNSCH	55
2.9.1. Determinación de betalainas por cromatografía líquida de alta resolución o High Performance Liquid Chromatography (HPLC)	55
2.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	57
2.10.1. Análisis estadístico de variables agronómicas de productividad de 5 variedades del germoplasma	57
2.10.2. Análisis estadístico del contenido de saponinas y betalainas del germoplasma-UNSCH-LGBV	57
CAPÍTULO III	58
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	58
3.1. VARIABLES AGRONÓMICAS DE PRODUCTIVIDAD DE LAS 5 ACCESIONES DEL GERMOPLASMA UNSCH	58
3.1.1. Altura de planta (cm)	59
3.1.2. Diámetro del tallo (mm)	60
3.1.3. Longitud de panoja (cm)	61
3.1.4. Peso de panoja (gr)	62
3.1.5. Peso de grano por panoja (gr)	63
3.1.6. Diámetro de la Panoja	64
3.1.7. Número de ramas primarias (n)	65
3.1.8. Rendimiento grano	66
3.2. CONTENIDO DE SAPONINAS Y BETALAINAS	68
3.2.1. Determinación del contenido de saponina por el método espuma (tradicional)	68
3.2.2. Determinación del contenido de saponina por el método HPLC	70
3.2.3. Determinación del contenido de Betalainas por el método HPLC (mg/100g)	73

CONCLUSIONES	76
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1. <i>Fases fenológicas del cultivo de quinua</i>	12
Tabla 1.2. <i>Rendimiento de diferentes colecciones de quinua (Huanta, La Mar y Huamanga)</i>	22
Tabla 1.3. <i>Orden de mérito en el rendimiento de diferentes variedades de quinua (Ayacucho)</i>	23
Tabla 1.4. <i>Contenido de saponina en 25 cultivares de quinua de grano blanco (Acocro)</i>	28
Tabla 1.5. <i>Uso de saponinas en la industria</i>	31
Tabla 2.1. <i>Características Físico-Químico del suelo de Manallasacc 3500 msnm. Ayacucho</i>	41
Tabla 2.2. <i>Temperaturas (máxima, mínima, promedio), precipitación y balance hídrico promedio mensual de agosto 2022 – julio 2023.</i>	42
Tabla 2.3. <i>70 accesiones de quinua del Banco Regional de Germoplasma del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal (LGBV), usados en el trabajo de investigación.....</i>	53
Tabla 3.1. <i>Cuadrados medios del análisis de variancia de los variables de productividad de cinco variedades de quinua. Manallasacc 3560 msnm – Ayacucho.....</i>	58
Tabla 3.2. <i>Prueba de Tukey (0.05) de Altura de la planta (cm) de cinco accesiones de quinua. Manallasacc 3560 msnm – Ayacucho.....</i>	59
Tabla 3.3. <i>Prueba de Tukey (0.05) de diámetro del tallo de cinco variedades de quinua. Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho</i>	60
Tabla 3.4. <i>Prueba de Tukey (0.05) de longitud de la panoja de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho</i>	61
Tabla 3.5. <i>Prueba de Tukey (0.05) de peso de panoja de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho.....</i>	62
Tabla 3.6. <i>Prueba de Tukey de peso de grano por panoja de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560msnm. Ayacucho</i>	63
Tabla 3.7. <i>Prueba de Tukey (0.05) de diámetro de la panoja de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560msnm. Ayacucho</i>	64
Tabla 3.8. <i>Prueba de Tukey (0.05) de número de ramas primarias de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho.....</i>	65

Tabla 3.9. <i>Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento de grano de las variedades de quinua</i> <i>(Chenopodium quinoa W.) Manallasacc 3560msnm. Ayacucho</i>	66
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. <i>Granos de quinua vista al estereoscopio</i>	10
Figura 1.2. <i>Sección longitudinal media del grano de quinua según, Gallardo et al., (1997)</i>	11
Figura 1.3. <i>Anatomía del grano de quinua</i>	11
Figura 1.4. <i>Tipos de saponina en la quinua, citado por Fonturbel (2006)</i>	30
Figura 1.5. <i>Estructura química de las betalainas</i>	35
Figura 1.6. <i>Estructura de las betacianinas</i>	36
Figura 1.7. <i>Estructura de las betaxantinas</i>	36
Figura 2.1. <i>Vista satelital de la zona de investigación</i>	40
Figura 2.2. <i>Temperaturas (máxima, mínima, promedio), precipitación y balance hídrico promedio mensual de agosto 2022 - julio 2023, Estación Meteorológicas Allpachaka 3600 msnm – Huamanga</i>	43
Figura 2.3. <i>Croquis del área experimental</i>	46
Figura 2.4. <i>Croquis de la unidad experimental</i>	47
Figura 3.1. <i>Histograma de frecuencia del contenido de saponinas en el germoplasma UNSCH-LGBV, por el método de Espuma</i>	68
Figura 3.2. <i>Histograma de frecuencia del contenido de saponinas en el germoplasma UNSCH-LGBV, por el método de HPLC</i>	70
Figura 3.3. <i>Histograma de frecuencia del contenido de betalainas en el germoplasma UNSCH-LGBV, por el método de HPLC</i>	73

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Lista de los 70 Accesiones del germoplasma UNSCH-LGBV, de quinua utilizado en el trabajo de investigación.....	89
Anexo 2. Reporte del análisis de caracterización del suelo del predio Manallasacc (siembra anterior cultivo de papa)	90
Anexo 3. Resumen de los promedios de las variables evaluadas en las 5 variedades comerciales de la región Ayacucho (son parte la lista de las 70 accesiones del Germoplasma UNSCH – LGBV)	91
Anexo 4. Cuantificación de saponina de quinua en el germoplasma (UNSCH-LGBV), por el método tradicional de Espuma.....	92
Anexo 5. Cuantificación de saponina en 70 accesiones en el germoplasma de quinua UNSCH-LGBV, por el método de Espectrofotometría Liquida de alta resolución (HPLC)	96
Anexo 6. Contenido de betalainas (betacianinas más betaxantinas), en 70 accesiones del germoplasma de quinua UNSCH-LGBV, método: Espectrofotometría Liquida de alta resolución (HPLC)	100
Anexo 7. Frecuencias del contenido de saponinas de 70 accesiones del Germoplasma de quinua UNSCH-LGBV, método: Espuma	104
Anexo 8. Frecuencias del contenido de saponinas de 70 accesiones del germoplasma de quinua UNSCH-LGBV, método: HPLC.....	104
Anexo 9. Frecuencias del contenido de Betalainas de 70 accesiones del germoplasma de quinua UNSCH-LGBV, método: HPLC	104
Anexo 10. Panel fotográfico	105

RESUMEN

Se condujo dos ensayos en quinua (*Chenopodium quinoa*): la primera en campo, con el objetivo de determinar las variables de productividad en cinco variedades de quinua que pertenecen a la colección de germoplasma de quinua de la UNSCH-LGBV y de mayor demanda comercial: Blanca Junín (T1), Roja Pasankalla (T2), Amarilla Marangani (T3), Negra Collana (T4) y Negra Ayrampo (T5), realizado en la comunidad de Manallasacc a 3560 msnm. El segundo trabajo en laboratorio, con el objetivo de evaluar el contenido de Saponinas y Betalainas de 70 accesiones de quinua del germoplasma de quinua de la UNSCH-LGBV, se realizó en los ambientes del laboratorio de Biotecnología Vegetal y Genética de la EPA – UNSCH, y en los laboratorios de Investigación y Desarrollo de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, donde se determinaron los análisis de saponinas y betalainas con el método cromatografía líquida de alta resolución o high performance liquid chromatography (HPLC). Los resultados son: cultivar Roja de Pasankalla (T2) muestra un rendimiento de grano de quinua mayor a las demás variedades, con un valor de 6628.30 kg. ha⁻¹. Los cultivares Amarilla Marangani (T3) y Blanca de Junín (T1) son las variedades en segundo orden de mérito, con valores de 6084.08 y 5933.88 kg. ha⁻¹ respectivamente. El contenido de saponinas en las 70 accesiones de quinua tiene un rango de: 0.0 a 0.31%. Por el método de la Espuma; los de mayor contenido fueron las accesiones: A127 y A68. Con el método HPLC el contenido de saponina, tienen un rango de 0 a 1.39%, siendo el de mayor contenido la accesión: A50, seguido por la A174. El contenido de betalainas con el método HPLC, rango desde: 0.34 a 27.76 mg/kg, reportando el mayor contenido la accesión: A147, con un valor de 27.76 mg/100gr.

Palabras clave: Rendimiento, quinua, saponina, betalainas, accesión, germoplasma

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es un grano andino de gran importancia, originario en los andes centrales y en el sur del país, alrededor del lago Titicaca. La planta es considerada de importancia, porque su grano tiene un alto valor nutritivo, en la actualidad este alimento ya es consumido a nivel mundial. Existen una variedad de cultivares de quinua, la mayoría de ellas tienen bajos rendimientos, por ello es necesario implementar técnicas de mejoramiento genético, aprovechando toda la variabilidad genética existente, conocer sus características agronómicas; conocer sus propiedades nutraceuticas, conocer el contenido de saponinas y pigmentos, para el aprovechamiento adecuado de cada accesión; lograr que tengan ventajas agronómicas y socioeconómicas deseables para el agricultor, agroindustria y consumidor.

La alternativa de solución es incrementar la productividad, calidad, y aprovechamiento de los subproductos de la quinua, reducir los costos de producción y aumentar el valor del producto, para el mercado nacional y extranjero. En este contexto en el trabajo de investigación se utilizó 70 accesiones de las entradas colectadas en la región Ayacucho, que son parte del germoplasma del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal de la Escuela de Agronomía de la Universidad de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH-LGBV); la importancia del trabajo experimental, es el nuevo conocimiento del contenido de saponinas y betalainas en la diversidad del germoplasma de quinua y evaluar la productividad de 5 variedades más comerciales en la zona de Manallasacc a 3560 msnm, que son una alternativa para la agroindustria, como colorantes orgánicos, ingrediente de alimentos y compuesto activo en la industria farmacéutica y aprovechar el potencial productivo de algunas variedades de mayor rendimiento respectivamente. Beneficiará fortaleciendo el valor económico, social y conservación de la biodiversidad de este grano andino. Además, le dará mayor valor al grano y subproductos de la quinua, generando una economía circular, velando la seguridad alimentaria, además este grano es muy adaptable al cambio climático.

El cultivo de la quinua, poseen compuestos orgánicos en el pericarpio, como la saponina y pigmentos que da sabor amargo característico y coloración a la quinua, respectivamente.

Que protegen a la planta contra aves e insectos; en parte, estas características del cultivo, son un factor importante que ha frenado el mayor desarrollo agroindustrial y consumo de la quinua. Por su biodiversidad genética ofrece alternativas para su selección y uso en diferentes ambientes que manifestara su potencial productivo, calidad, precocidad y rusticidad. Por tales consideraciones el presente trabajo de investigación. Se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar los variables de productividad en cinco variedades comerciales y determinar el contenido de saponinas y betalainas en 70 accesiones del germoplasma de quinua (UNSCH – LGBV).

Objetivos específicos

1. Determinar las variables de productividad en cinco variedades comerciales de quinua en la Comunidad de Manallasacc - Ayacucho a 3560 msnm.
2. Determinar el contenido de saponinas por el método de Espuma y HPLC en 70 accesiones (UNSCH - LGBV).
3. Determinar el contenido de betalainas por el método HPLC, en 70 accesiones (UNSCH - LGBV).

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO DE QUINUA

1.1.1 Origen y distribución

Lenin (2003 citado en Chávez, 2018) de acuerdo a las investigaciones realizadas atribuye el origen de la quinua:

a la zona andina del altiplano Perú-boliviano, por estar presente gran cantidad de especies silvestres y una gran variabilidad genética, principalmente en ecotipos, reconociéndose cinco categorías básicas: quinua de los valles, quinuas altiplánicas, quinuas de los salares, quinuas al nivel del mar y quinuas subtropicales. (p. 9)

Con respecto al origen de la quinua existen varias teorías, León (1964 citado en Huamanculi, 2017) menciona que:

el centro de origen de la quinua es difícil de señalar. No se conoce en estado nativo, pues las plantas llamadas silvestres encontrados en el Perú y Bolivia, son más bien escapes del cultivo. Por hallazgos en el área de Ayacucho (Perú), UHLE reportado por Tapia (1979) da una fecha incluso anterior 5000 años a.C., como el inicio de la domesticación de esta planta. Pulgar (1954), cree que tanto los chibchas de la meseta Cundy - Boyacense (Colombia) cultivaron intensamente la quinua también se ha sugerido que los antiguos habitantes de Cuyumbe (actuales ruinas de San Agustín en el Huika, Colombia), tenían relaciones con los pobladores de las sábanas de Bogotá y ayudaron a la dispersión de la quinua que compartida con otras naciones explicaría su distribución en Ecuador. En el norte del Perú el cultivo de la quinua fue común, pero en asociación con el maíz, al sur esta alcanzó importancia tanto en el Callejón de Huaylas como en el Valle del Mantaro. (p. 4)

1.1.2 Importancia y usos del cultivo de quinua

En el manual del consejo Nacional de comercializadores y productores de quinua CANACOPROQ del Minagri (2009) señala que:

los últimos quince años la quinua ha tomado una mayor importancia en la nutrición de la población, la quinua es importante en la seguridad y soberanía alimentaria, por sus valores nutricionales, por los hábitos de consumo de la población rural y el reciente hábito de consumo de la población urbana y porque la Política del Gobierno tiene como el compromiso de lograr la autosuficiencia alimentaria y, por tanto, estimular la producción nacional de alimentos entre los cuales se destaca la quinua como el grano de oro del Perú. (p. 12)

Mujica (1997) en su boletín titulado “tecnología del cultivo de quinua” menciona que:

la quinua tiene múltiples usos y se puede emplear casi todas sus partes, para la alimentación humana, animal (forraje y concentrados), ornamental, Medicinal, control de plagas y parásitos que afectan a los animales domésticos, industrial, como combustible, como tutor en siembras asociadas (Pulgar Vidal, 1954); como hortaliza de hoja e inflorescencia y hasta en ritos ceremoniales y creencias populares, para aclimatar a la altura animales como vacunos que viven en otras latitudes más bajas; así como para evitar el mal de altura en pollos, crianza de pavos, canarios, palomas y como ingrediente de sebos tóxicos mezclados con raticidas para controlar ratones y ratas. (p. 24)

1.1.3 Valor nutricional

Valenzuela (2019) indica que “la mayor importancia de la quinua radica en el contenido de aminoácidos que conforman su proteína (Lisina y Metionina), no siendo excepcionalmente alta en proteínas, aun que supera en este nutriente a otros cereales” (p. 11)

También Valenzuela (2019) añade que las leguminosas presentan “mayor contenido de proteínas, pero de baja calidad. Siendo la quinua un grano de alto valor biológico. Los valores nutricionales en 100gr. de granos de quinua, fluctúan en”:

- Humedad : 10.2% a 12%
- Proteínas : 12.5% a 14%
- Grasas : 5.1% a 6.4%

- Cenizas : 3.3% a 3.4%
- Carbohidratos : 59.7% a 67.6%
- Fibra : 3.1% a 4.1%

Gandarillas (1979) indica que el grano de quinua tiene un alto contenido de fósforo y calcio, además el contenido nutricional es variable de acuerdo al grano de la variedad y cultivar analizado. En el grano de quinua encontramos la saponina, que es el responsable del sabor amargo, el mismo que se encuentra en un rango de 0.015% en variedades dulces a 0.178% en variedades amargas.

1.1.4 Taxonomía de la quinua

Pérez (2005) reporta que la posición taxonómica de la quinua es la siguiente:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógama
Clase	: Dicotiledónea
Subclase	: Angiospermas
Orden	: Centrospermales
Familia	: Chenopodiáceas
Género	: <i>Chenopodium</i>
Sección	: <i>Chenopodia</i>
Especie	: <i>Chenopodium quinoa</i> Willd.
N° de cromosomas	: 36

1.1.5 Morfología de la quinua

a) Planta

Apaza y Delgado (2005) indica que “el tipo de crecimiento es herbáceo, porte de planta erecta, de 100 a 142 cm. de altura, su inflorescencia forma una panoja de diversos colores” (p. 13).

Mujica (1993) en su trabajo titulado “selección de variedades de quinua, (*Chenopodium quinoa* Willd.)” menciona que:

la planta, es erguida, alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, de los ecotipos, de las condiciones ambientales donde crece, de la fertilidad de los suelos; las de valle tienen mayor altura que las que crecen

por encima de los 4000 msnm y de zonas frías, en zonas abrigadas y fértiles las plantas alcanzan las mayores alturas, su coloración varía con los genotipos y fases fenológicas. Está clasificada como planta C3. (p. 67)

Huancahuari (1996) menciona que en el trabajo de investigación donde se utilizó descriptores en la caracterización de 14 cultivares de quinua, donde indica que “el tipo de crecimiento es herbáceo cuando alcanza hasta 1 m de altura de planta, es arbustivo cuando la planta alcanza más de 1m” (p. 54).

b) Raíz

Tapia (1979) afirma que “la raíz es pivotante se diferencia fácilmente la raíz principal de las secundarias que son en gran número y se originan en el periciclo. Generalmente alcanza poca profundidad en su desarrollo” (p. 34).

León (2003) manifiesta que “el tipo de raíz varía de acuerdo a las fases fenológicas. Alcanza longitud de 25 a 30 cm según el ecotipo, profundidad del suelo y altura de la planta” (p. 24)

c) Tallo

León (2003), en su trabajo titulado “Cultivo de la Quinua en Puno Perú. Descripción, Manejo y producción. Puno-Perú” menciona que:

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 está endurecida, mientras la médula es suave cuando las plantas son tiernas, y seca con textura esponjosa cuando maduran.

d) Hojas

Mújica (1993) en su trabajo titulado “selección de variedades de quinua, (*Chenopodium quinoa* Willd.)” señala que:

las hojas de quinua, presentan un polimorfismo marcado, siendo las inferiores rómbicas, delíneas o triangulares, midiendo hasta 15 cm. de largo por 12 cm de ancho. Las hojas pueden ser dentadas, aserradas o lisas. Además del tamaño de las hojas va disminuyendo según se hace en la planta, hasta alcanzar a las hojas que sobresalen de la inflorescencia que son lineales o lanceoladas midiendo

apenas 10 mm de largo por 2 mm de ancho. El color de las hojas es también variable dependiendo de la pigmentación. Ha observado que los pigmentos rojos y púrpura están constituidos por betacinina. (p. 39)

e) Inflorescencia

Cárdenas (1969, citado por León, 2003) menciona que “se denomina panícula por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan ejes secundarios, varía según las razas”.

Además, indica que según el tipo de panoja agrupa todas las quinuas en amarantiforme, glomerulada e intermedia.

Glomeruladas, “cuando los glomérulos están insertos al raquis principal mediante ejes glomerulares presentando formas globosas”. Amarantiforme, “cuando los glomérulos están insertos directamente a lo largo del raquis principal”. Intermedia, se caracteriza “cuando los glomérulos insertos al raquis no están muy separados ni contiguos entre sí”.

f) Flores

Apaza y Delgado (2005), en su trabajo titulado “manejo y mejoramiento de quinua orgánica” señalan que:

las flores carecen de pétalos, pueden ser hermafroditas ubicadas en la parte superior del glomérulo, pistiladas ubicadas en la parte inferior del glomérulo, andro-estériles, lo cual indica que puede tener hábito autógamo y alógamo. Así mismo ha determinado que generalmente se produce el análisis de las flores en las primeras horas de la mañana y sucesivamente del ápice a la base de una rama florífera. La primera en abrirse es la flor Terminal hermafrodita y luego las pistiladas. (p. 52)

León (2003), en su trabajo titulado “Cultivo de la Quinua en Puno Perú. Descripción, Manejo y producción. Puno-Perú” indica que:

generalmente se encuentra 50 glomérulos en una planta y cada glomérulo está conformado por 18 a 20 granos aproximadamente. Las flores son pequeñas de 1 a 2 mm de diámetro como en todas las Quenopodiáceas. Hay un grupo intermedio

como la Blanca de Juli, originaria de Puno, en si cual el grado de cruzamiento depende del porcentaje de flores pistiladas. (p. 41)

g) Fruto

Mujica (1993), afirma que “el fruto es un aquenio, que se deriva de un ovario supero unilocular. Está constituido por el perigonio que contiene una sola semilla, la cual se desprende con cierta facilidad siendo este fruto seco e indehiscente” (p. 42).

León (2003), manifiesta que “el color del grano está dado por el perigonio y se asocia directamente con el color de la planta, el pericarpio del fruto se encuentra pegado a la semilla y esconde se encuentra la saponina que es un glucósido de sabor amargo: se ubica en la primera membrana” (p. 38).

h) Fruto y semilla

Gallardo, et al., (1997) en su trabajo titulado “Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd” indican que:

el fruto es un aquenio que se deriva de un ovario supero unilocular y de simetría dorsiventral, tiene forma cilíndrico- lenticular, levemente ensanchado hacia el centro, en la zona ventral del aquenio se observa una cicatriz que es la inserción del fruto en el receptáculo floral, está constituido por el perigonio que envuelve a la semilla por completo y contiene una sola semilla, de coloración variable, con un diámetro de 1.5 a 4 mm, la cual se desprende con facilidad a la madurez y en algunos casos puede permanecer adherido al grano incluso después de la trilla dificultando la selección, el contenido de humedad del fruto a la cosecha es de 14.5%. (p. 52)

Gallardo, et al., (1997) “el perigonio tiene un aspecto membranáceo, opaco de color ebúrneo, con estructura alveolar, con un estrato de células de forma poligonal-globosa y de paredes finas y lisas” (p. 53).

Gallardo, et al., (1997) indica que “el fruto es seco e indehiscente en la mayoría de los genotipos cultivados, dejando caer las semillas a la madurez en los silvestres y en algunas accesiones del banco de germoplasma” (p. 53).

Figura 1.1.

Granos de quinua vista al estereoscopio



Fuente: “Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd” Gallardo et al (1997)

i) Semilla

Apaza y Delgado (2005) en su trabajo titulado “manejo y mejoramiento de quinua orgánica” señalan que:

la semilla es el fruto maduro sin el perigonio, aproximadamente de 1.8 a 2 mm. De diámetro. Es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal. Presenta cuatro partes bien definidas que son: pericarpio, epispermo, embrión, perisperma. El que contiene la mayor cantidad de saponina es el pericarpio el embrión se enrolla por la parte central de la semilla, es variable dependiendo de la variedad, incluso dentro de la misma panoja varia, siendo general encontrar el tamaño más grande en la parte central del glomérulo. (p. 53)

Villacorta y Talavera (1976) en su trabajo titulado “Anatomía del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* W.)” menciona que:

la semilla constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal, presenta tres partes bien definidas que son: Episperma, embrión y perisperma. La episperma, está constituida por cuatro capas: una externa de superficie rugosa, quebradiza, la cual se desprende fácilmente al frotarla, en ella se ubica la saponina que le da el sabor amargo al grano y cuya adherencia a la semilla es variable con los genotipos, tiene células de forma alargada con paredes rectas; la segunda capa es muy delgada y lisa, se observa sólo cuando la capa externa es translúcida; la tercera capa es de coloración amarillenta, delgada y opaca y la cuarta capa, translúcida, está constituida por un solo estrato de células. (p. 63)

Figura 1.2.

Sección longitudinal media del grano de quinua según, Gallardo et al., (1997)



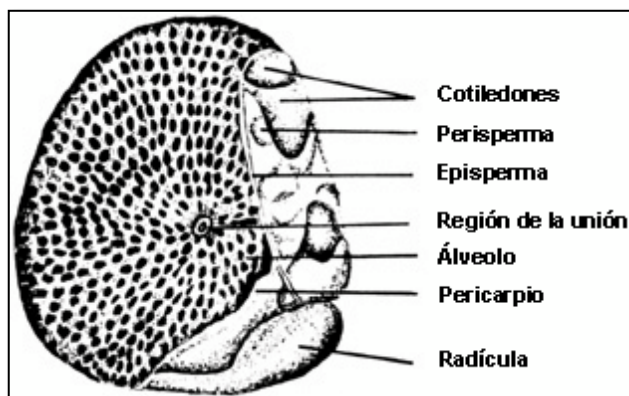
Fuente: “Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd” Gallardo et al (1997)

Gallardo et al (1997) en su trabajo titulado “Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd” indican que:

la quinua también posee endospermo el cual es de tipo celular, formado por varias capas rodeando completamente al embrión y separado de él por una capa de aire y que probablemente, después que la semilla se hidrata, las células del endospermo se ponen en contacto con el embrión que lo consume rápidamente durante su crecimiento. (p. 54)

Figura 1.3.

Anatomía del grano de quinua



Fuente: “Manejo y mejoramiento de quinua orgánica” Apaza y Delgado (2005)

1.1.6 Fenología del cultivo

Mujica y Canahua (1989) en el taller titulado “Fenología del cultivo de la quinua” señala que:

la fenología, es el estudio de los cambios externos diferenciables y visibles que muestran las plantas como resultado de sus relaciones con las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad, suelo) donde se desarrollan, durante el período vegetativo y reproductivo. Los mismos autores mencionan que la quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciables, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta, se han determinado doce fases fenológicas. (p. 27)

Tabla 1.1.

Fases fenológicas del cultivo de quinua

Fases de desarrollo	Número de días después de la Siembra (dds)
Emergencia	7 a 10
Dos hojas verdaderas	15 a 20
Cuatro hojas verdaderas	25 a 30
Seis hojas verdaderas	35 a 40
Ramificación	45 a 50
Inicio de panojamiento	55 a 60
Panojamiento	65 a 70
Inicio de floración	75 a 80
Floración o antesis	90 a 100
Grano lechoso	100 a 130
Grano pastoso	130 a 160
Madurez fisiológica	160 a 180

Fuente: Mujica y Canahua (1989)

Mujica y Canahua (1989) menciona que “en el proceso de desarrollo, desde la germinación de las semillas hasta la formación de las nuevas semillas, las plantas muestran varios cambios externos visibles, estos cambios externos son denominados fases fenológicas de la planta” (p. 34).

1.1.7 Requerimientos del cultivo

León (2003) en su trabajo titulado “Cultivo de la Quinua en Puno Perú. Descripción, Manejo y producción. Puno-Perú” indica que:

las condiciones climáticas y el suelo tienen influencias muy marcadas en la producción y productividad de la quinua. El clima está determinado por una serie de factores tales como altitud, precipitación, temperatura, latitud, vientos, iluminación. Dado a su cultivo en zonas marginales de los andes altos, la quinua se enfrenta con altos riesgos ambientales como heladas, sequías prolongadas, granizo, vientos fuertes, suelos pobres y ácidos. (p. 57)

a) Clima

Lescano (1981) en su investigación titulada “Genética y Mejoramiento de Cultivos Andinos: Quinua, Convento PELT/INADE-IC/COTESU. Puno, Perú. Kañihua, Tarwi, Kiwicha, Papa Amarga, Olluco, Oca e Isaño” indica que:

la quinua por ser una planta muy plástica y tener amplia variabilidad genética, se adapta a diferentes climas desde el desértico, caluroso y seco en la costa hasta el frío y seco de las grandes altiplanicies, pasando por los valles interandinos templados y lluviosos, llegando hasta las cabeceras de la ceja de selva con mayor humedad relativa y a la puna y zonas cordilleranas de grandes altitudes, por ello es necesario conocer que genotipos son adecuados para cada una de las condiciones climáticas. (p. 34)

b) Altitud

Tapia (2001) en su trabajo titulado “Industrialización. En: Tapia, et al., (eds.). Quinua y Kañiwa, cultivos andinos. CIID, IICA” indica que:

la quinua presenta una enorme variabilidad genética para adaptarse a diferentes condiciones medio ambientales, así puede ser cultivada desde el nivel del mar hasta los 4000 metros de altitud, y con precipitaciones pluviales de 200 a 1000 mm anuales. Con respecto a esto último, se tiene que las variedades del sur de Chile necesitan mucha lluvia para crecer en oposición a la quinua del sur del altiplano o de los salares, en Bolivia, que reporta que se desarrollan con una precipitación de 150 a 250 mm anuales. (p. 21)

c) Suelo

León (2003) en su trabajo titulado “Cultivo de la Quinua en Puno Perú. Descripción, Manejo y producción. Puno-Perú” indica que:

la quinua puede crecer en una amplia variedad de suelos cuyo pH varía de 6 a 8,5, prefiere los franco-arenosos con buen drenaje, ricos en nutrientes especialmente nitrógeno. Es susceptible al exceso de humedad en sus primeros estadios. Las condiciones del suelo influyen mucho en la germinación, si el suelo está húmedo, la semilla emerge al cuarto día o sexto día de la siembra. En esta fase la planta puede resistir a la falta de agua, siempre dependiendo del tipo de suelo; si el suelo es franco-arcilloso. Si el suelo es franco arenoso, puede resistir aproximadamente hasta 7 días. También la resistencia depende mucho, del tipo de siembra; si es al voleo sin hacer surco, no resistirá a la sequía; si se siembra también al voleo, pero dentro del surco, podrá resistir a la sequía. (p. 58)

d) pH

Lescano (1981) en su investigación titulada “Genética y Mejoramiento de Cultivos Andinos: Quinua, Convento PELT/INADE-IC/COTESU. Puno, Perú. Kañihua, Tarwi, Kiwicha, Papa Amarga, Olluco, Oca e Isaño” indica que:

tiene un amplio rango de crecimiento y producción a diferentes pH del suelo; se ha observado que da producciones buenas en suelos alcalinos hasta 9 de pH, en los salares de Bolivia y de Perú, como también en condiciones de suelos ácidos encontrando el extremo de acidez donde prospera la quinua, equivalente a 4.5 de pH, en la zona de Michiquillay en Cajamarca, Perú. (p. 35)

e) Agua

León (2003) indica que la quinua es un “organismo eficiente en el uso del agua, a pesar de ser una planta C3, puesto que posee mecanismos morfológicos, anatómicos, fenológicos y bioquímicos que le permiten no solo escapar al déficit de humedad, sino tolerar y resistir la falta de humedad del suelo” (p. 59).

f) Temperatura

León (2003) manifiesta que la temperatura media optima se encuentra en el rango de 15 - 20 °C, también es preciso señalar que con temperaturas medias de 10 °C el cultivo de la quinua se desarrolla normalmente, así mismo ocurre con temperaturas medias y altas de hasta 25°C sin embargo también toleran temperaturas extremas de - 1°C hasta 38°C, pero produce aborto de flores y muerte de estigmas y estambres.

g) Humedad relativa

Lescano (1981) de acuerdo a su investigación realizada manifiesta en lo referente a la humedad relativa que:

la quinua crece sin mayores inconvenientes desde el 40% en el altiplano hasta el 100% de humedad relativa en la costa, esta alta humedad relativa se presenta en los meses de mayor desarrollo de la planta (enero y febrero), lo que facilita que prosperen con mayor rapidez las enfermedades fungosas como es el caso del mildiu, por ello en zonas con alta humedad relativa se debe sembrar variedades resistentes al mildiu. (p.37)

h) Heladas

Salinas et al (2008) en su trabajo titulado “Efecto de las heladas sobre el cultivo de la quinua” define como:

un cultivo que resiste fuertemente a los efectos del frío y las heladas, puesto que en el altiplano (que es su lugar de origen) está constantemente afectado por los descensos bruscos de temperatura y en algunos casos a la presencia de heladas de considerable intensidad. Él agrega que la respuesta de la quinua está supeditada a la fase fenológica en que se encuentra, a la intensidad y la duración de la helada a la humedad relativa y a la carga genética de la planta. (p. 74)

i) Sequía

Mújica y Jacobsen (2001) en su trabajo titulado “Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.); Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro” refieren que:

Los granos andinos, como la quinua, han desarrollado mecanismos morfológicos, fisiológicos, anatómicos y bioquímicos que le permiten obtener producciones económicamente aceptables en condiciones de escasa precipitación. Agregan que la quinua escapa a la sequía principalmente por precocidad, así como por caracteres morfológicos, como desarrollar una raíz ramificada y por tener papilas higroscópicas en la cutícula de la hoja, lo que reduce la transpiración. (p. 59)

j) El viento

Tapia (2001) en su trabajo titulado “Quinua y Kañiwa, cultivos andinos. CIID, IICA” indica que:

cuando las lluvias vienen acompañadas de fuertes vientos, producen el volcamiento o “acame” de la quinua, lo que incide posteriormente en la baja de los rendimientos por la interrupción que sufre el desarrollo normal de la planta. Los granos no llenan las panojas, produciéndose lo que se conoce como vaneamiento. Los vientos secos y calientes pueden adelantar la maduración del grano si se presentan después de su formación lo cual trae como consecuencia el adelgazamiento del mismo y consecuentemente la pérdida de su calidad. Para el cultivo de la quinua deben evitarse los sectores excesivamente ventosos en vista de que son proclives a su rápida desecación y posteriormente el acame de las plantas. En determinados sectores del norte del país donde se cultiva quinua se aprovechan los fuertes vientos que aparecen en los meses de agosto y septiembre para “ventear” el grano después de que este ha sido sometido al proceso de trilla. (p. 195)

k) Radiación

Mújica y Jacobsen (2001) en su trabajo titulado “Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.); Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro” refieren que:

la quinua soporta radiaciones extremas en las zonas altas de los andes; sin embargo, estas altas radiaciones permiten compensar las horas de calor necesarias para cumplir con su período vegetativo y productivo. En la zona de mayor producción de quinua del Perú (Puno), el promedio anual de la radiación global (RG) que recibe la superficie del suelo, asciende a 462 cal/cm² /día, y en la costa de Arequipa alcanza a 510 cal/cm² /día. Mientras que en el altiplano central de Bolivia (Oruro), la radiación alcanza a 489 cal/cm² /día y en La Paz es de 433 cal/cm² /día, sin embargo, el promedio de radiación neta (RN) recibida por la superficie del suelo o de la vegetación, llamada también radiación resultante alcanza en Puno 176 y en Arequipa 175, mientras que en Oruro 154 y en la Paz, Bolivia 164, solamente debido a la nubosidad y la radiación reflejada por el suelo. (p. 60)

l) Fotoperiodo

Mujica (1997) en su trabajo titulado “prueba americana y europea de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Puno” menciona que:

la quinua es una planta cuyo periodo vegetativo varía de 150 a 240 días, siendo indiferente al fotoperiodo. Así, se tiene requerimientos de 29 días cortos para su florecimiento, en las cercanías del ecuador, hasta insensibilidad a las condiciones de luz para su desarrollo en la parte central y sur de Chile. Mújica y Jacobsen (2001) indica que la complejidad de la respuesta fotoperiódica de la quinua es tal, que durante el llenado de grano y pre – anthesis, pueden afectar el crecimiento de semillas; además la misma respuesta es afectada por la temperatura. (p. 64)

1.1.8 Aspectos de manejo del cultivo

a) Preparación del suelo

Una adecuada preparación del suelo es fundamental para una buena germinación de las semillas, debido a que el tamaño de las semillas es exigente o requiere de un buen suelo, por lo que se justifica la siembra después de la cosecha de papa, debido a que en las zonas bajas no se alcanza el suelo óptimo para la siembra de quinua, especialmente en las zonas difíciles.

b) Siembra

- **Densidad de siembra**

Mujica (1977) en su boletín titulado “tecnología del cultivo de la quinua” menciona que:

la cantidad de semilla por hectárea en quinua es de 8 a 15 kg/ha, los mismos que se reajustan de acuerdo al tamaño de semilla, modalidades de siembra y del tipo de agro ecosistema. En todo caso un distanciamiento entre plantas 0.08 a 0.10 m, que significa 15 a 20 plantas por metro lineal con tendencia a mayor producción de grano. (p. 93)

- **Época de siembra**

Canahua (1992) en su trabajo titulado “Comportamiento y potencialidades de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en las zonas agroecológicas de Puno, Perú y La Paz, Bolivia” menciona que:

la época de siembra es uno de los factores determinantes del éxito de la producción de la quinua, aunque la época de siembra en sí misma es válida sólo en áreas con sistemas de riego establecido. Generalmente las lluvias oportunas para la siembra normal de quinua son las que ocurren en los meses de setiembre y octubre, aunque

las lluvias de noviembre son tardías para muchas variedades, para las precoces como la variedad Sajama es posible lograr una buena cosecha. (p. 64)

- **Modalidad de siembra**

Canahua (1992), manifiesta que “la siembra de la quinua se realiza generalmente en tres formas: Al voleo, por surco y melgas.

c) Deshierbo

Mujica (1977) en su boletín titulado “tecnología del cultivo de la quinua” menciona que:

en los primeros estados fenológicas los campos de cultivo de quinua son invadidos rápidamente por las malezas Chiriro (*Bidens pilosa*), Cebadilla (*Bromus unioioides*), Mostaza (*Brassica campestris*), Bolsa de pastor (*Capsela bursapsioris*); posteriormente aparecen, el Trébol Carretilla (*Medicago hispida*), Alfeleriilo (*Erodium cicutarum*), Kara (*Tarase capitata*) y otros con menor frecuencia. (p. 95)

d) Depuración

Esta labor consiste en eliminar plantas de quinua que no reúnen características varietales del cultivo que comprende generalmente:

- a) plantas enfermas y débiles de la misma variedad
- b) plantas de quinua cultivadas ajenas a la variedad
- c) quinuas silvestres (Ajaras).

e) Raleo

Mujica (1977) en su boletín titulado “tecnología del cultivo de la quinua” menciona que:

el raleo es una operación complementaria a la depuración, consiste en la eliminación de plantas para ajustar el número de plantas por área y por surco (densidad de población). La eliminación de las plantas son de la variedad que se cultiva para lograr en todo caso un distanciamiento entre plantas 0.08 a 0.10 m, que significa 15 a 20 plantas por metro lineal con tendencia a mayor producción de grano. (p. 95)

f) Aporque

Mujica (1977) en su boletín titulado “tecnología del cultivo de la quinua” menciona que:

es preferible efectuar el aporque antes del estado fenológico de panojamiento, muchas veces simultáneamente con el deshiero, debido a un desbalance con la carga potencial de la parte aérea de la planta, en particular con la de panoja que va adquiriendo mayor peso a medida que alcanza la madurez fisiológica; elevando de esta manera la tasa de caída de las plantas (tumbado). (p. 95)

g) Cosecha

Apaza y Delgado (2005) en su manual “manejo y mejoramiento de quinua orgánica” menciona que:

la decisión de cuando iniciar la cosecha está determinado principalmente por la humedad del grano, cuando estos alcanzan una humedad de 18 -22%, se produce la madurez fisiológica. En este estado de los granos la planta empieza a secarse, produciéndose una rápida pérdida de humedad, cuando llega a 14% de humedad, la planta está completamente amarilla se considera como madurez de cosecha. La época de cosecha es crucial, porque con el retraso se puede perder la producción como consecuencia de la presencia de granizo, que es muy frecuente durante la maduración del grano. (p. 67)

1.1.9 Variedades comerciales de quinua

a) Variedad Blanca Junín

Tapia y otros (1979) en su trabajo titulado “la quinua y la kañiwa. cultivos andinos” menciona que:

fue seleccionado por el Ing. Tantalean, en la región central del Perú, la planta alcanza una altura de 1.60 a 2.00 metros, cuya panoja es glomerulada y laxa, El período vegetativo es de 180 - 200 - días presenta grano blanco, de tamaño grande y con bajo contenido de saponina, señala que es propia de la región central del Perú. Se cultiva intensamente en el valle del Mantaro. Presenta dos tipos Blanca y Rosada, han sido mejorados en la Estación Experimental del Mantaro. Del ecotipo blanco se ha efectuado una selección de panojas con granos dulces, que representa un material de gran valor. Esta variedad es resistente al Mildiu, su periodo vegetativo es largo 180-200 días, con granos blancos, medianos con bajo

contenido de saponina. De rendimiento variable según el nivel de fertilización pudiendo obtenerse mayores a 2500 kg/ ha con niveles de (80-40-00). Se constituye dentro de los ecotipos de variedades de las quinuas de los valles. Tiene un tamaño promedio de granos de 2 a 3 mm. (p. 63)

b) Variedad Pasankalla

Apaza (2013) en su trabajo titulado “Catálogo de variedades comerciales de quinua” menciona que:

es una variedad de color de grano plumizo a rojo marrón, de sabor dulce, periodo vegetativo precoz, con gran aceptación en el mercado externo por sus cualidades de transformación. Rendimiento promedio de 3,500 a 4,000 kg/ha, tallo grueso de color rojo pálido con franjas de color crema, con panojas rojizo, no ramificados de forma glomerulada, altura de planta de 150 a 180 cm. con una tecnología media. Alto contenido de proteínas y pigmentos como licopenos y betalainas. Conocido también con el nombre de INIA-415 Pasankalla Roja, posee alto valor nutricional, excelente calidad de grano para la transformación agroindustrial, características requeridas para la exportación de esta especie. Además, tiene el tamaño de grano de 2 a 2.5 mm de diámetro y contiene 14.5% a 17.4% de proteínas de acuerdo a las condiciones nutricionales del suelo. (p. 79)

c) Amarilla de Maranganí o cica 17 del Cusco

Apaza (2013) en su trabajo titulado “Catálogo de variedades comerciales de quinua” menciona que es:

originario de Marangani, Cusco, seleccionada en Andenes (INIA) y Kayra (CICA-UNSAC), planta erecta poco ramificada, de 180 a 200 cm de altura, con abundante follaje, de tallo grueso, planta de color verde oscuro característico, a la madurez la planta es completamente anaranjada, periodo vegetativo tardío de 180 a 210 días, panoja glomerulada, grano grande de color amarillo anaranjado (2.5 mm), con alto contenido de saponina, sin embargo es muy usado en la preparación de sopas; resiste al mildiu (*Peronospora sp*), al tumbado y de alto potencial de rendimiento que supera los 3000 a 3500 kg/ha, susceptible al ataque de "Ccona Ccona" y a las heladas. Presenta una panoja de tipo amarantiforme. Tiene un periodo vegetativo de 210 días. (p. 79)

d) Variedad Negra Ayrampo

Apaza (2013) en su trabajo titulado “Catálogo de variedades comerciales de quinua” menciona que es:

esta variedad presenta la panoja glomerulada verde a rojo oscuro, su ciclo vegetativo es de 120 a 150 días (semiprecoz), altura de planta varia de 80 a 160 cm, de tallos medianos de color morado oscuro, de habito no ramificado, el limbo de las hojas presenta en el haz un color verde oscuro a rojizo y en el envés un color purpura. El tipo de panoja es glomerulada, la semilla es de color negro tierra a morado de 1.5 a 1.8 mm, de diámetro de escasa contenido de saponina, alto contenido de pigmentos. (p. 80)

e) Variedad Negra Ccollana

Apaza (2013) en su trabajo titulado “Catálogo de variedades comerciales de quinua” menciona que es:

la quinua Negra Collana es de amplia base genética ya que es un compuesto de 13 accesiones de 12 localidades, conocidos como "Quytu Jiwrás", que comercialmente se le asigna el nombre de INIA 420 "Negra Collana". Esta variedad presenta la panoja glomerulada verde y rosada, su ciclo vegetativo es de 130 a 150 días (semiprecoz), la altura de planta varia de 110 a 130 cm, de tallos medianos, de habito no ramificado, las hojas y tallos presentan un color verde, el tipo de panoja es amarantiforme, la semilla es de color negro intenso de 1.5 a 1.6 mm, escaso contenido de saponina y alto contenido de proteína 17.6%. (p. 80)

1.1.10 Rendimiento

Según Bonifacio et al (2001) menciona que “el rendimiento es el resultado de los componentes de tipo genético, ambiental y la interacción genético-ambiental, donde la parte genética, que es heredable, es imperante desde el punto de vista del mejoramiento”.

León (2003) en su trabajo titulado “Cultivo de la Quinua en Puno Perú. Descripción, Manejo y producción. Puno-Perú” indica que:

los rendimientos varían en función a la variedad, fertilidad, drenaje, tipo de suelo, manejo del cultivo en el proceso productivo, factores climáticos, nivel tecnológico, control de plagas y enfermedades, obteniéndose entre 800 kg/ha a

1400Kg.ha⁻¹ en años buenos. Sin embargo, según el material genético se puede obtener rendimientos hasta de 3600kg.ha⁻¹. (p. 59)

Mujica (1983) en su trabajo titulado “Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México” indica que:

el potencial de rendimiento de grano de la quinua alcanza a 11 t. ha⁻¹ sin embargo, la producción más alta obtenida en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de 6 t. ha⁻¹, en promedio y con adecuadas condiciones de cultivo (suelo, humedad, clima, fertilización y labores culturales oportunas), se obtiene rendimientos de 3.5t. ha⁻¹. En condiciones actuales del altiplano peruano- boliviano con minifundio, escasa precipitación pluvial, terrenos marginales, sin fertilización, la producción promedio no sobrepasa de 0.85 t. ha⁻¹, mientras que en los valles interandinos es de 1.5 t. ha⁻¹. (p. 96)

Zevallos (1984) señala que “los rendimientos van desde los 450 kg. ha⁻¹ hasta los 5000 kg. ha⁻¹, pudiéndose conseguir promedios que van desde los 1500 a 2000 kg. ha⁻¹”.

Dipaz (2010) en condiciones de Canaán - INIA Ayacucho, a 2730 msnm, con cultivares de quinua procedente de la provincia de Huanta, La Mar y Huamanga, obtuvo los siguientes rendimientos: CQA: colecciones de quinua INIA Ayacucho.

Tabla 1.2.

Rendimiento de diferentes colecciones de quinua (Huanta, La Mar y Huamanga)

Cultivar	Rendimiento (kg.ha⁻¹)
CQA - 04	5213.6
CQA - 06	4693.7
CQA - 01	4680.0
CQA -10	4353.3
CQA - 09	4327.9
CQA - 03	3758,9
CQA - 11	3152.9
CQA - 05	3082.8
CQA - 08	2738.2
CQA - 07	2661.5
CQA - 02	2482.5

Fuente: INIA Ayacucho

Fernández (1986) en la localidad de Allpachaka (Ayacucho) a 3600 msnm: con seis variedades comerciales y dos líneas de quinua obtuvo los siguientes rendimientos:

Tabla 1.3.

Orden de mérito en el rendimiento de diferentes variedades de quinua (Ayacucho)

Orden de mérito	Variedad	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)
1	Allpachaka 1	2,756,30
2	Blanca de Junín	2,512.50
3	Kancolla	2,465.60
4	Cheweca	2,331.30
5	Blanca de Juli	1,906.30
6	Sajama	1,809.40
7	Allpachaka 2	1,778.10
8	Rosada de Junín	1,368.80

Fernández (1986) concluye que la variedad que obtuvo un rendimiento alto es de “Allpachaka 1, que se debe a la adaptación de la zona además del carácter genético conformado principalmente por la tolerancia mostrada al ataque de kcona - kcona y granizada; además alcanzó la mayor longitud y diámetro de panoja”.

Tineo (1999) en la localidad de Manallasacc del distrito de Chiara, Ayacucho a 3560 msnm. Obtuvo rendimiento de 1876 kg de grano. ha⁻¹, aplicando 100-50-40; y rendimiento de 1914 kg, aplicando 75-65-6 de NPK.

De La Cruz (2003) en la localidad de Manallasacc del distrito de Chiara, Ayacucho a 3560 msnm. Ha obtenido mayores rendimientos de grano (1793-2570 Kg. ha⁻¹) en las variedades Sajama, Huancayo, Mantaro y Blanca Junín con niveles de abonamiento (150-90-60); mientras los niveles 100-60-40 y 100-90-60 de NPK con la variedad Blanca de Junín reportan (2432 y 2570 Kg. ha⁻¹), lo que demuestra su buena respuesta a la fertilización N-P-K seguido de la variedad Huancayo y Sajama.

1.1.11 Plagas y enfermedades

Cossío (2005) indica que “el cultivo de la quinua es afectado por una amplia gama de insectos durante su período vegetativo” (p. 10).

Apaza y Delgado (2005) indican que “el cultivo de quinua presenta problemas fitosanitarios provocados tanto por plagas de insectos, pájaros, nematodos y roedores, como por enfermedades producidas por hongos, bacterias y virus, que ocasionan pérdidas directas e indirectas” (p. 81).

a) Plagas

El Kona kona es la plaga más importante de la quinua se la *Eurisacca melanocampta*, conocido como “pegador de hojas” “qhona qhona”. Tapia (1979) menciona que “las variaciones de quinuas dulces a blancas son relativamente las preferidas de esta plaga. En los últimos años el *Adiuristus sp* "gorgojito" es una plaga muy dañina en la siembra come la semilla y planta en emergencia”.

- ***Epicauta latitarsis* (escarabajo negro)**

Pérez (2005), indica que “es una plaga que puede causar daño en muy corto tiempo. Atacan a las hojas e inflorescencia tiernas y producen la esquelitización de las plantas. Se presentan en épocas de sequía y pueden destruir campos íntegramente” (p. 61).

- ***Astillus sp.* (escarabajo de las panojas)**

Pérez (2005) es una plaga polífaga que se encuentra en la mayoría de las plantas con flores. Son pequeños escarabajos de color marrón con franjas longitudinales de color naranja a marrón claro en los élitros. El daño es causado por los adultos que se alimentan de anteras y sacos de polen.

- ***Adiuristus sp.* (gorgojo de la quinua)**

Uceda (2017) Corta los talluelos de las plantitas, después que estas germinan y dan su primer desarrollo (2-4 cm), matándolas, por tal razón cuando el ataque es severo produce fuerte despoblación del cultivo, que muchas veces obliga al resiembra o a la instalación de otro cultivo.

b) Aves plagas

Mujica (1997) indican que las aves causan daños en las últimas etapas de crecimiento de la planta: el estado lechoso, el estado pastoso y la madurez fisiológica de

los granos. Si comen granos de la misma panícula, provocan la caída de gran cantidad de semillas o rotura de glomérulos; El ataque es más acusado en las variedades dulces, donde las pérdidas pueden llegar hasta el 40% de la producción.

c) Enfermedades

Mujica (1986) en su trabajo titulado “Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México” afirma que:

la enfermedad más importante y generalizada del cultivo de quinua es el “mildiu” (*Peronospora variabilis*.), que produce una defoliación considerable, que se presenta incluso en condiciones extremas de temperatura, humedad ambiental y precipitación aunque las condiciones ambientales de mayor humedad favorecen el desarrollo del oomiceto (pseudohongo), una vez iniciada la infección por el inóculo si las condiciones ambientales son favorables, continua produciéndose abundantes conidios dando lugar reinfecciones sucesivas en los mismo campos. Otras enfermedades de importancia económica son, la *Ascochyta sp*, *Cercospora quinoae*, *Fusarium sp*, *Botritis sp* y *phoma sp*. (p. 98)

Según Choi et al. (2010), el agente causal del mildiú de la quinua está identificado como *Peronospora variabilis* Gäum. Su posición taxonómica es la siguiente:

- Reino : Chromista
- Clase : Oomycota
- Orden : Peronosporales
- Familia : Peronosporaceae
- Género : *Peronospora*
- Especie : *Peronospora variabilis* Gäum.

1.2 SAPONINAS Y BETALAINAS DE LA QUINUA

1.2.1. Saponinas

Bruneton 2001 & Villar (1999) las Saponinas deriva del latín sapo, saponinas (jabón), y que ha sustituido durante mucho tiempo en nuestras regiones un detergente de uso doméstico. Son glicósidos, dan soluciones jabonosas, y algunos extractos crudos de plantas han encontrado uso como detergentes y para la producción de espumas estables. Causa hemólisis de la sangre aun en soluciones muy diluidas. Las Saponinas constituyen un amplio grupo de heterósidos frecuentes en los vegetales. Se caracterizan por sus

propiedades tenso-activos. La mayor parte de las Saponinas tienen propiedades hemolíticas y son tóxicos para los animales de sangre fría, principalmente en los peces. Se tiene interés en las Saponinas para su uso industrial, algunos son materias primas para la hemisíntesis de moléculas medicamentos esferoides con propiedades farmacológicas. Las saponinas son heterosidos que se definen en función tanto químicas como de sus propiedades físicas. Su genina (aglicona), es de naturaleza esferoide o triterpénica, por tanto, de carácter poco polar.

Ridout *et al.*, (1991); Ruales and Nair (1992); Ng *et al.*, (1994) las saponinas de la quinua son de estructura triterpenoide y se ha demostrado que la principal sapogenina es el ácido oleanólico. Otras son: sapogenoles, hederagenina, y ácido fitolacagénico.

Lescano citado por Fernández, (1986) señala la presencia de un glucósido denominado saponina en el pericarpio del grano, lo cual da sabor amargo en la mayoría de los ecotipos de quinua, es un obstáculo para una mayor utilización en la alimentación humana, de ahí que se ha trabajado bastante para eliminar este carácter genéticamente producto de ello, se tiene las variedades como: Sajama, Cheweca, Blanca de Junín, etc. o mecánicamente usando escarificadores.

Condori (1981) el contenido de saponina es más frecuente en granos cuyo pericarpio es hialino, amarillo, negro o café, los granos de color gris y púrpura son dulces.

Gandarillas (1979) afirma que el carácter amargo o contenido de saponina estaría determinado por un simple gen dominante. Sin embargo, la presencia de una escala gradual de contenido de saponina indicaría su carácter poligenico.

Tapia (1979) La saponina por su característica espumante se emplea en la fabricación de cerveza, en la preparación de compuestos para extinguidores de incendios como detergente para el lavado de cabello y la ropa.

Lescano (1994) indica que “el método de espuma tiene validez para determinar el contenido de saponinas en granos de quinua dentro de un rango de concentraciones que va desde 0,01% hasta 0.37%, valores que relacionan a alturas de espumas que van desde 0.2 a 3 cm”.

Morales, citado por IICA (1999) estudios realizados sobre la saponina de la quinua, demuestran la obtención de dos clases de saponina concentrada: a partir de saponina solida (mojuelo) como; saponina liquido con 30% de saponina y saponina solida concentra al 60%. Con estos se han hecho trabajos pilotos en laboratorios de producción de cosméticos y de pasta dental. En la Industria Boliviana de cosméticos (BANLLO).

El éxito alcanzado con el producto concentrado de saponina hecho por este estudio. Consiste en que demostrado en la "Industria Boliviana de Cosméticos- Banllo" que esta solución sustituye al "Lauril" (laurilsulfonato de sodio) que es un espumante y emulsificante sintético no producido en Bolivia e Importado de Colombia y Brasil a costos que fluctúan entre 10 y 17 dólares por Kg, esta solución de saponina demostró mejores cualidades y su costo resulta menor. Además, se investigó sobre los métodos para la determinación de saponinas; de entre ellos con el Método Hemolítico, se obtuvieron los siguientes contenidos de saponinas: Quinoa Sajama 0.0130%, Quinoa Kcancolla 0.400%, Blanca de Juli 0.304%, quinuas desamargadas entre 0.06-0.07 %. Con el Método Hidrolisis, adecuado para la extracción selectiva de las sapogeninas de la quinua; se reportan contenidos de 0.11% en sapogeninas totales (agliconas). Con estos estudios, se determinaron ciertos parámetros como: el tipo de solvente extractor; las saponinas podían ser extraídas con agua fría o caliente, presentando resultados similares en cuanto a los tiempos y rendimiento de extracción. La temperatura de extracción de las saponinas fue bastante rápido y los tiempos de extracción prolongados no mejoraron los rendimientos; la agitación más adecuada es la agitación continua y suave por tiempo corto; es necesario realizar tres lavados; la cantidad de solvente extracto, para lograr una extracción eficiente la relación optima entre mojuelo (saponina bruta) y solvente es de seis partes de mojuelo por una de solución de saponina; usar filtro prensa; la concentración de las soluciones acuosas de saponinas por evaporación del solvente en baño maría o mediante calor seco a temperaturas menores de 60°C . Las saponinas obtenidas en forma sólida contienen un 30% - 40% de impurezas, que van desde proteínas hasta compuestos inorgánicos muy difíciles de eliminar por métodos simples, fue realizada utilizando el método físico-químico, por su reproducibilidad y sencillez. Los resultados obtenidos en el presente estudio concuerdan aparentemente con valores registrados en un trabajo minucioso, recientemente publicado en Japón y en el que se emplean técnicas de Cromatografía Liquida de Alta Resolución (HCPL) y Resonancia Magnética Nuclear con estos métodos

no solo se realiza la cuantificación de saponinas en la quinua sino también se determinaron las estructuras químicas de alguna de ellas.

Choquehuanca (2011) al evaluar el contenido de saponinas en 25 cultivares de quinua de grano blanco (colecciones), procedentes de Provincia de Huamanga, distrito de Acocro, seleccionados en Inía- Canaán, con el método de espuma obtuvo lo siguiente:

Tabla 1.4.

Contenido de saponina en 25 cultivares de quinua de grano blanco (Acocro)

N°	Código	Altura de espuma cm.			Promedio	Contenido de saponina	
						%	mg
1	CQA-023	0,5	1,5	0,5	0,83	0,08	0,791
2	CQA-024	6,2	6,9	6,3	6,47	0,55	5,486
3	CQA-025	5,1	5,4	5,9	5,47	0,46	4,638
4	CQA-026	6,2	5,8	5,1	5,70	0,48	4,836
5	CQA-027	5,1	3	3,5	3,87	0,33	3,281
6	CQA-028	2,8	3,7	3,8	3,43	0,29	2,914
7	CQA-033	4	5,6	5,1	4,97	0,42	4,214
8	CQA-034	2,2	1,8	2	2,00	0,17	1,698
9	CQA-043	4	4,3	4,1	4,13	0,35	3,507
10	CQA-044	5,2	6,3	5,8	5,77	0,49	4,893
11	CQA-045	4,6	5	6	5,20	0,44	4,412
12	CQA-046	5,7	5,5	5,8	5,67	0,48	4,808
13	CQA-047	5,5	5,7	6	5,73	0,49	4,864
14	CQA-048	0	0	0	0,00	0,00	0,002
15	CQA-049	5,5	5,3	5,6	5,47	0,46	4,638
16	CQA-050	5,7	5,4	5,5	5,53	0,47	4,695
17	CQA-051	1	0,9	0,5	0,80	0,07	0,680
18	CQA-052	4,2	5,1	4,8	4,70	0,40	3,988
19	CQA-054	3,3	2,2	2,5	2,67	0,23	2,263
20	CQA-055	1,8	4,3	2,2	2,77	0,23	2,348
21	CQA-056	1,8	1,5	1,4	1,57	0,13	1,331
22	CQA-057	5,1	6,7	3,6	5,13	0,44	4,355
23	CQA-058	0,9	0,8	0,9	0,87	0,07	0,737
24	CQA-059	5,5	5,6	5,3	5,47	0,46	4,638
25	CQA-062	5,5	7	7,4	6,63	0,56	5,628

• CQA: Colección de quinua de INIA Ayacucho

Bacigalupo y Tapia (1990) en su investigación titulada “Potencial agroindustrial de los cultivos andinos subexplotados” indican que:

existen varios compuestos orgánicos e inorgánicos que podrían contribuir a conferir o modificar el sabor amargo de la quinua. En algunos casos los alimentos preparados en base a quinua, podrían presentar sabores, astringentes, jabonosos, picantes o rancios, que podrían aparecer al momento de la preparación o minutos después. Entre los compuestos orgánicos detectados en la quinua se encuentran los siguientes: saponinas, sapogeninas, fracción de escualeno, terpenoides, ácidos grasos oxidados, oxalatos, y sales de magnesio. También indican que, durante el proceso de eliminación de saponinas de la quinua, se corre el riesgo de eliminar otros compuestos orgánicos, los que podrían ser responsables del sabor y olor característicos, los que le dan la identidad a la quinua, respecto a otros alimentos. De esta forma, estos autores se preguntan si será conveniente perfeccionar las tecnologías del desaponificado, para llegar a producir quinua exenta de sabor. Sin embargo, también hay criterios que indican que una de las ventajas comparativas de la quinua es, justamente, su carácter de insaboro e inodoro, características que le permiten ser un alimento acompañante; es decir, que se puede combinar con casi todos los alimentos conocidos y dar el sabor que el usuario crea conveniente. No obstante, todo lo anterior, el limitante más serio del consumo del grano de quinua es sin duda su contenido de saponinas. (p. 137)

Según Zavaleta, citado por Bacigalupo y Tapia (1990) el nivel máximo aceptable de saponina en la quinua para consumo humano oscila entre 0.06 y 0.12%. Esto concuerda con los resultados de pruebas sensoriales realizadas en la Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, en donde determinó que el límite máximo de aceptación del contenido de saponina en el grano cocido, fue de 0.1% (Nieto y Soria, 1991).

Dini *et al.*, (2000) demostraron que “varias saponinas, algunas de las cuales no habían sido aisladas antes en la quinua. Encontraron cuatro sapogeninas, ácidos oleanólico, fitolacagénico y espergulagénico, y hederagenina” (p.33).

Fonturbel (2006) menciona que “las saponinas son compuestos glicósidicos, poseen una estructura que contiene dos partes: glicona y aglicona”. La parte glicona está

compuesta por azúcares sencillos de 1 a 5 unidades; mientras que la parte aglicona, conocida como sapogenina, consta de un esqueleto del tipo esferoidal (C 27) o triterpenoide (C 30).

1.2.2. Tipos de saponinas

Estos compuestos se clasifican según su estructura en dos tipos:

a) Saponinas triterpenoides

Gallegos (2014) indica que las saponinas triterpenoides se encuentran:

Ampliamente distribuidas en el reino vegetal, presentes predominantemente en dicotiledóneas, poseen un esqueleto formado por la unión de 6 unidades de isopreno, las estructuras pentacíclicas son más abundantes y conocidas que las tetracíclicas. (Figura 1.4)

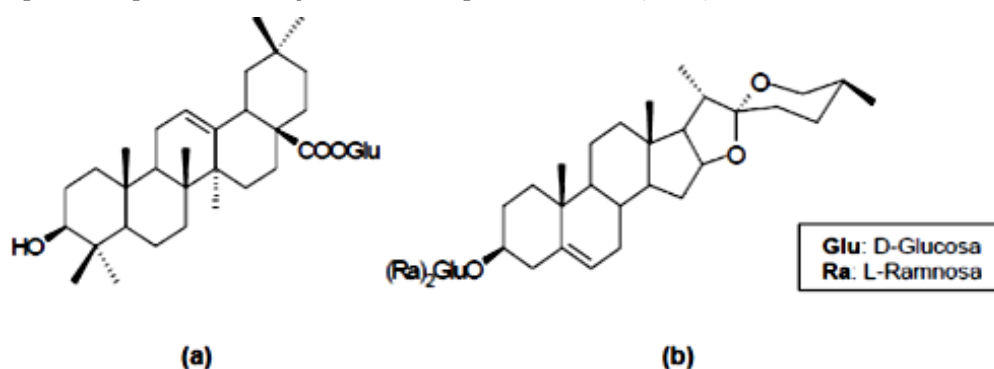
b) Saponinas esferoidales

Gallegos (2014) indica que las saponinas triterpenoides se encuentran:

Menos distribuidas en la naturaleza, presentes predominantemente en monocotiledóneas, poseen una estructura tetracíclica derivada del ciclopentano fenantreno, son empleadas como materia prima para la síntesis de hormonas sexuales. (Figura 1.4)

Figura 1.4.

Tipos de saponina en la quinua, citado por Fonturbel (2006)



(a) Ejemplo de saponina triterpenoide: Ácido oleánico-D

(b) Ejemplo de saponina esteroide: Diosgenina-D-glucopiranososa-L-ramnopiranososa.

Fonturbel (2006) en su investigación titulada “Problemática de la producción y comercialización de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) (Chenopodiaceae) debida a la presencia de las saponinas” indica que:

las saponinas presentes en el grano de quinua son básicamente del tipo

triterpenoide. Se encuentran en la membrana externa del grano, conocida como pericarpio. Por su toxicidad, protegen a la planta contra aves e insectos y son las causantes del sabor amargo del grano. Se han reportado la existencia de hasta diez diferentes tipos de saponinas presentes en granos de quinua, entre las que destacan las Saponinas del ácido oleánico, hederagenina y ácido fitolacagénico. La quinua puede ser clasificada de acuerdo a la concentración de saponinas como: dulce (libre de saponinas o contenido menor de 0.11 % de saponinas libres en base a peso fresco) o amarga (más de 0.11 % de saponinas). Se han reportado distintas actividades biológicas atribuidas a las saponinas: hemolítica, insecticida, antiparasitaria, antimicótica y anticancerígena. aplicaciones a nivel industrial. (p. 35)

Tabla 1.5.

Uso de saponinas en la industria

Campos de uso	Efectos
Industria alimentaria	• Aditivo de alimentos (mejora la conversión de alimentos y reduce el nivel de colesterol) • Emulsificante de alimentos
Medicina	• Vacunas humanas (adyuvante en vacunas para la hepatitis B, melanomas, enfermedades respiratorias y dérmicas, producción de hormonas sintéticos para el control de natalidad). • Hipocolesterolémico (reduce el colesterol) • Análisis de sangre (conteo de glóbulos blancos)
Industria	Formulación de jabones, detergentes, shampus y sales de baño, pastas dentales, fabricación de cerveza, preparación de compuestos para extinguidores de incendios, protector ecológico de madera en la construcción, fabricación de ladrillos y aplicación en la minería.
Agricultura y ganadería	Insecticida, acaricida, nematocida natural y regulador de crecimiento para cultivos y animales, y veneno para peces.
Cosmética	Medio dispersante para la disolución de aceites esenciales.

Fuente: Fonturbel (2006)

1.2.3. Las saponinas como obstáculo y potencialidad

Fonturbel (2006) en su investigación titulada “Problemática de la producción y comercialización de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) (Chenopodiaceae) debida a la presencia de las saponinas” menciona que:

en términos generales se puede afirmar que los granos de quinua, tal como salen

de la trilladora, no deben ser utilizados directamente en la elaboración de alimentos por las impurezas asociadas (pajas, piedras, tierra, etc.) y por tener generalmente un sabor amargo notorio. Por ello que estos granos tienen que pasar por un proceso de limpieza y desamargado, es decir de eliminación de compuestos químicos. (p. 36)

Villacorta y Talavera (1972) en su trabajo titulado “Anatomía del grano de quinua (*chenopodium quinoa* W.)” señala que:

al tratar de definir los procedimientos para eliminar la saponina se ha estudiado su localización en el grano y se ha encontrado que se sitúa en las coberturas externas. De las cuatro capas que recubren el grano y componen en conjunto el epispermo la primera capa externa se presenta bajo el microscopio como una membrana rugosa, formada por células sin núcleos, quebradiza, seca y fácilmente desprendible de las otras. Estas rugosidades, que asemejan las celdas de un panal, albergan una sustancia blanca, opaca y amarga que se asume sea la saponina. Las saponinas presentes en el grano de quinua son básicamente del tipo triterpenoide. Se encuentran en la membrana externa del grano, conocida como pericarpio. Por su toxicidad, protegen a la planta contra aves e insectos y son las causantes del sabor amargo del grano. Se han reportado la existencia de hasta diez diferentes tipos de saponinas presentes en granos de quinua, entre las que destacan las saponinas del ácido oleánico, hederagenina y ácido fitolacagénico. Esta capa se puede extraer con agua fría o caliente. Sus paredes contienen además una serie de inclusiones en forma de cristales. Una buena proporción de los granos de quinua que se comercializan tienen algún grado de amargor. Por ello, no sería de extrañar que este sabor amargo haya sido por sí solo el factor más importante que ha frenado el desarrollo agroindustrial y consumo de la quinua. (p. 41)

Hay dos caminos que pueden conducir a la disminución del contenido de saponinas en el grano de quinua para consumo humano:

- a) El genético (por mejoramiento genético tradicional o por ingeniería genética).
La variedad Sajama de quinua es un ejemplo de lo que se puede lograr en cuanto a producción de quinuas de muy bajo contenido de saponinas.

b) El procesamiento agroindustrial. La opción agroindustrial debe ser priorizada por las siguientes razones:

- Las saponinas parecen ser factores protectores de las plantas y del grano de quinua;
- Normalmente es difícil evitar el cruzamiento entre quinuas y por ende mantener la total pureza de las variaciones de quinua de bajo contenido de saponina;
- Son mayores los daños que causan los pájaros al momento de la cosecha, al preferir alimentarse con los granos de quinua de menor contenido de saponinas;
- En todo cultivo es cada vez más conveniente reducir al máximo la utilización de plaguicidas artificiales, por motivos sanitarios. Por ello parecería pertinente trasladar gran parte del problema de la eliminación de la saponina al sector agroindustrial, en donde puede ser relativamente sencillo extraerla o transformarla.

Se han planteado algunas opciones para el aprovechamiento de esta sustancia, que, dadas sus propiedades, pueden ser empleadas como ingredientes y componentes de muchos productos, como se indica en la tabla 1.6.

Zegarra (2010) en su investigación titulada “actividad detergente y acaricida de principios activos de Quinuas Amargas, Aceites esenciales y Tarwi” indica que:

la bioactividad de las saponinas está asociada a la molécula en su conjunto; es decir, a la parte glicona y aglicona. Estudios de la inhibición de ingesta, conocida también como actividad deterrente, sobre el insecto *Spodoptera litura*, después del tratamiento con saponinas triterpenoides presentes en las especies *Diploknema butyracea* y *Sapindus mukorossi* permitieron confirmar que la molécula de azúcar unida selectivamente a la aglicona produce una actividad insecticida más alta que la producida por su parte aglicona aislada. La glicosilación genera que las agliconas apolares sean solubles en agua, facilitando su ingestión. (p. 34)

Apaza V. et al (2013) determinaron el contenido de saponina en las variedades de quinua: Roja Pasankalla, Blanca Junín, Amarilla Marangani, Negra Collana, Negra Ayrampo y de otras quinuas comerciales. 0.00%, 3%, 7%, 0%, 0.02%; respectivamente. Por el método HPLC.

1.2.4. Betalainas

Lock, (1987) el termino betalaina describe a dos grupos de pigmentos, muy solubles en agua relacionados, química y biológicamente, estos son los betacianinas de color rojo violeta ($\lambda_{\text{max}}=540$ nm) y las betaxantinas de color amarillo ($\lambda_{\text{max}}=480$ nm). Aunque la química de estos compuestos fue muy estudiada por numerosos investigadores, los resultados, fueron recién satisfactorios en 1957 cuando Wyler y Dreiding aislaron cristales rojo violeta, betanina, de la raíz de *Beta vulgaris*, y en 1964 Piatelli y Col, aislaron cristales amarillos, indicaxantina, de los frutos de *Opuntia ficus indica*.

Villegas y Col, (1983) menciona plantas que contienen estos pigmentos se limitan a diez familias del orden *Cestrospermae*, las cuales son *Chenopodiaceae*, *Amaranthaceae*, *Portulacaceae*, *Nyctaginaceae*, *Phytolacaceae*, *Stegnospemaceae*, *Arizoaceae*, *Bascallaceae*, *Mesembryanthemaceae*, *Cactaceae* y *Dideraceae* y del orden de *Caryophyllales*.

Delgado, Vargas y col, (2000) Las betalainas son compuestos importantes en la industria de los alimentos, donde son usados como colorantes naturales solubles en agua para impartir color en productos procesados tales como bebidas carbonatadas, lácteos, cárnicos y confites. Por otro lado, la industria farmacéutica los utiliza en manufactura de tabletas, grageas y bases para jarabes.

Stintzing y Schieber (2001) el mecanismo probable de síntesis y acumulación de las betalainas; la biosíntesis de las betaxantinas involucra el transporte del ácido betalámico (precursor de la vía biosintética) del citosol hacia el interior de la vacuola, en donde bajo condiciones acidas y a través de reacciones que aún son desconocidos, se condense con diferentes aminoácidos o aminos para dar lugar a los pigmentos amarillos.

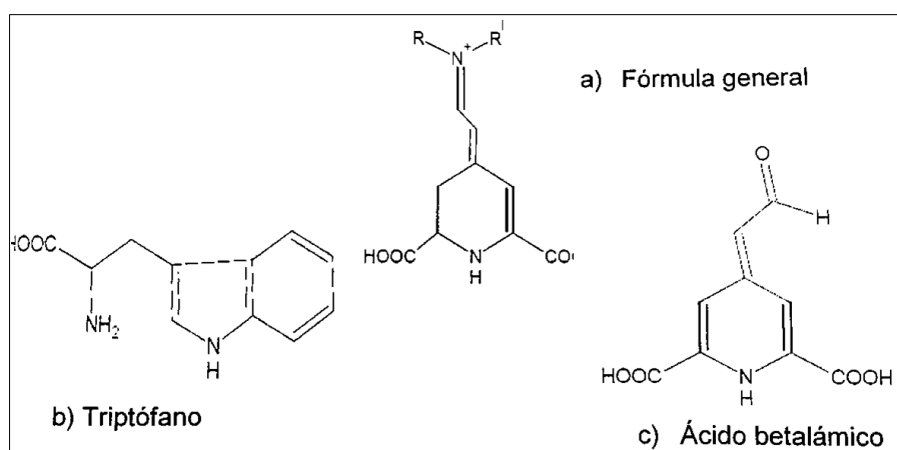
Prado e Hilal (1998) estudió sobre la producción de pigmentos (betalainas) en plántulas de quinua sometidas a estrés por radiación visible y ultravioleta. Al momento este estudio es motivo de una tesis doctoral y se ha encontrado una producción diferencial de este pigmento con distintos tratamientos. La importancia, tanto científica como comercial, radica en que las betalainas son consideradas pigmentos atóxicos en el mercado con usos tanto para cosméticos como para comidas (yogures, quesos, etc.).

Gallardo y *et al.*, (1996) el color de las hojas y frutos de las Chenopodiaceas, es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalainas, tanto del tipo, betacianinas (rojo- violeta) y betaxantinas (amarillas).

Fennema (1995) son compuestos orgánicos solubles en agua, con peso molecular en 400 y 500. La estructura de las betalainas es diferente a la de otros pigmentos encontrados en el reino vegetal, dado que esta contiene nitrógeno. A la fecha se conocen unas setenta betalainas y todas ellas poseen la misma estructura básica (figura 1.5 a), formada por la condensación de una amina primaria o secundaria como el triptófano (figura 1.6 b) y un aldehído llamado betalámico (Figura 1.5 c).

Figura 1.5.

Estructura química de las betalainas



Fuente: (Fennema 1995)

1.2.5. Grupos de betalainas

a) Betacianinas

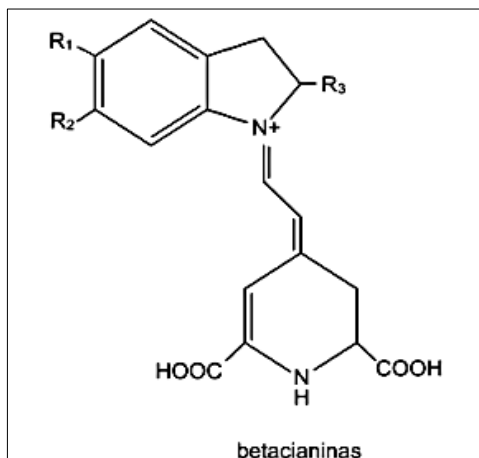
Rodríguez (1985) indica que las betacianinas (pigmentos rojos) tienen como componente a la betanina; su naturaleza es altamente iónica al contener tres grupos carboxílico, dos de ellos con pKa de 3,4 y otro de 2,0; además de un grupo fenológico con pKa de 8,5 y dos carbonos asimétricos en la posición 2 y 15, características que hacen a la betacianina difícilmente separable de las betaxantinas.

Piatelli (1964 y 1969) citado por Franco (2004) las betacianinas muestran absorción intensa entre 534 y 552 nm, y betaxantinas entre 474 y 476 nm.

Nilsson (1970); Rodríguez (1985) coinciden en que las betacianinas se pueden hidrolizar con ácidos o enzimas y formar los agliconas llamados betacianinas se pueden hidrolizar con ácidos o enzimas y formar los agliconas llamados betacianinas y azúcar respectivo. Las estructuras de las betacianinas se muestran en la figura 1.7.

Figura 1.6.

Estructura de las betacianinas



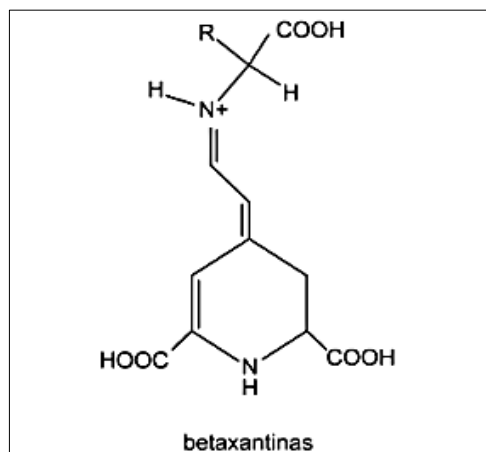
Fuente: (Mandujano 2006)

b) Betaxantinas

Villegas y Col (1983) La primera betaxantina (coloración amarilla), aislada y caracterizada fue la indicaxantina por Piatelli y Minale en 1964 a partir de los frutos del cactus *Opuntia ficus-indica*. Estructuralmente las betaxantinas son muy semejantes a las betacianinas, solo difieren de ellas en que el grupo indol es sustituido por un aminoácido.

Figura 1.7.

Estructura de las betaxantinas



Fuente: Mandujano (2006)

1.2.6. Importancia de las betalainas

Delgado et al (2000) mencionan que las betalainas son compuestos de la industria alimentaria, donde se usa como colorante natural soluble en agua para dar color a productos procesados como bebidas carbonatadas, productos lácteos, productos cárnicos y confitería. Por otro lado, la industria farmacéutica los utiliza en la producción de tabletas, gránulos y bases de jarabe.

Gallardo et al (1996) menciona que “el color de las hojas de las Chenopodiaceas, es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalainas, tanto del tipo, betacianinas (rojo- violeta) y betaxantinas (amarillas)”.

Henry (1996) en su publicación titulada “Natural Food colors” menciona que las betalainas están:

ganando aceptación, especialmente en productos de repostería, helados y derivados lácteos dirigidos al público infantil. En España se utiliza en bebidas refrescantes, conservas vegetales y mermeladas, conservas de pescado, en yogures, y en preparados a base de queso fresco. No se conoce efectos nocivos de este colorante y la OMS no ha fijado un límite a la dosis diaria admisible. El colorante de origen natural se usa para aumentar el color de los alimentos, ya sea porque el alimento ha perdido color en su tratamiento industrial o bien para hacerlo más agradable a la vista y más apetecible al consumidor. (p. 55)

Spears (1988) actividad antioxidante de las betalainas, anticáncer de todo tipo. Es un colorante relativamente potente, alcanzándose el color deseado con dosis que no exceden los 50 mg/kg calculado como betanina.

Tesorire y col (2004), citado por Reyes (2004) refieren un estudio sobre la utilidad de las betalainas en una concentración de 44 mg evita la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL), en la sangre humana, demostrando que es beneficioso para evitar problemas cardiovasculares.

Aguilar *et al.*, (2017) en cascara de 5 accesiones de quinua de colores, proveniente de Puno, se obtuvo contenidos mínimos de betalainas de 96 mg.100g⁻¹ y máximo de 201.01 mg.100g⁻¹. Mediante el método de extracción asistida por Ultrasonido.

Según Vidaurre *et al.*, (2017) en 3 variedades de colores de quinua, provenientes de Cajamarca, se obtuvieron contenidos de betalainas en quinua cruda con cascara; en roja Pasankalla: 0.13mg.100g⁻¹, en Negra Collana: 0.17 mg.100 g⁻¹. Con proceso de lavado se obtuvo: 0.04 y 0.06 mg.100 g⁻¹. de betalainas respectivamente. Mediante el método de Abderrahim *et al.*, 2015. con algunas modificaciones.

Ortiz (2010) al realizar la extracción de betalainas y determinación antioxidante de raíz de *Beta vulgaris* "betarraga", fruto de *Opuntia ficus indica* L. "tuna" y flores de *Amaranthus caudatus* L. "kiwicha" en la región Ayacucho llegando a los siguientes resultados, que las tres plantas contienen betalainas caracterizados como betacianinas y betaxantinas, en cantidades de 14.9 mg.100 g⁻¹; 23.7 mg.100 g⁻¹ y 3.8 mg.100 g⁻¹ respectivamente.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. ANTECEDENTES DE LA ZONA DE ESTUDIO

La parcela destinada para el experimento de la evaluación de variables de productividad del cultivo de la quinua (campaña agrícola, 2022-2023), la campaña anterior fue rastrojo del cultivo de papa (*solanum tuberosum*); se encuentra ubicado en la comunidad de Manallasacc, es de propiedad privada.

2.2. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1. Ubicación política

La parcela experimental se encuentra ubicado en:

Departamento	: Ayacucho
Provincia	: Huamanga
Distrito	: Chiara
Lugar	: Centro Poblado de San Antonio de Manallasacc

2.2.2. Ubicación geográfica

Latitud Sur	: 13°28'37"
Longitud Oeste	: 74°08'37"
Altitud	: 3497 msnm

Figura 2.1.

Vista satelital de la zona de investigación



Fuente: Elaboración propio

2.2.3. Vías de acceso

Centro Poblado de Manallasacc del distrito de Chiara, está ubicado al Sur de la ciudad de Ayacucho aproximadamente a unos 58 Km. A 1 hora de viaje con vehículo, vía en dirección hacia la provincia de Vilcas Huamán.

2.3. CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.3.1 Característica del suelo

El origen de los suelos es del tipo aluvial, formado por el arrastre de suelos y depósito de materiales provenientes de las zonas altas. El campo donde se instaló el experimento tiene suelos de altura de la sierra, con un relieve topográfico plano con pequeños pendientes. Se tomaron muestras de suelo, siguiendo el protocolo establecido. El análisis fue realizado por el laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la empresa: “MULTISERVICIOS AGROLAB”, de la región Ayacucho. Los resultados se presentan en la Tabla 2.1. El suelo presenta una textura franco arcilloso, lo cual lo caracteriza como un suelo con alta capacidad de retención de agua, baja velocidad de infiltración y drenaje, razones por las cuales la humedad fue adecuado para el crecimiento y desarrollo de la quinua. De acuerdo al análisis físico químico de suelo que se realizó en “MULTISERVICIOS AGROLAB”. Cuyo resultado se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1.*Características Físico-Químico del suelo de Manallasacc 3500 msnm. Ayacucho*

Textura	pH	C.E.	CaCO ₃	Nt	M.O	P	K	Cationes Cambiables				
	(1:2.5)	dS..m ⁻¹	(%)	(%)	(%)	(ppm)	(ppm)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺⁺	Na ⁺⁺	Al ³⁺ + H ⁺
								Cmol(+).kg ⁻¹				
Franco Arcilloso	5.03	0.06	0	0.31	6.25	9.49	116					2.9
Interpretación												
pH	N total		MO%		P ppm		K ppm					
Acido	Pobre		Rico		Medio		Alto					

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes “Multiservicios Agrolab”.

La clase textural es: Franco arcilloso, pH de 5.03 (ácido), también se realizó la interpretación), contenido óptimo de materia orgánica (6.25%), N total de nivel pobre (0.31%), debido a que la relación C/N: es 20:1 por la temperatura fría de lugar y el campo fue rastrojo de papa, P disponible de nivel medio (9.49 ppm) y K disponible de nivel medio (116 ppm). Contenido de carbonato de calcio (0%); muy deficiente. La saturación del aluminio: 2.9 Cmol (+).kg⁻¹; significa que es alto y es limitante para cultivos tolerantes.

2.3.2 Condiciones climáticas

Los datos climáticos (temperatura y precipitación) de la campaña agrícola 2022 – 2023, fueron tomadas de la Estación Meteorológica de Allpachaka del proyecto especial Río Cachi de la Sub Gerencia de Operaciones y Mantenimiento (OPEMAN), por ser la estación más cercana al ámbito de trabajo y estar a la misma altitud (3600 msnm), ubicado en las coordenadas 13°27'27" latitud sur y 74°05'42" longitud oeste.

La humedad relativa varía entre los 50 a 60%, con una precipitación de 500 a 800 mm, con un promedio de 650 mm.

La región Ayacucho presenta dos épocas bien diferenciadas: seca y húmeda. La época húmeda comprendida entre los meses de noviembre del 2022 a abril del 2023 y la época seca comprendida entre los meses de agosto a octubre del 2022 y mayo a julio del 2023.

Tabla 2.2.

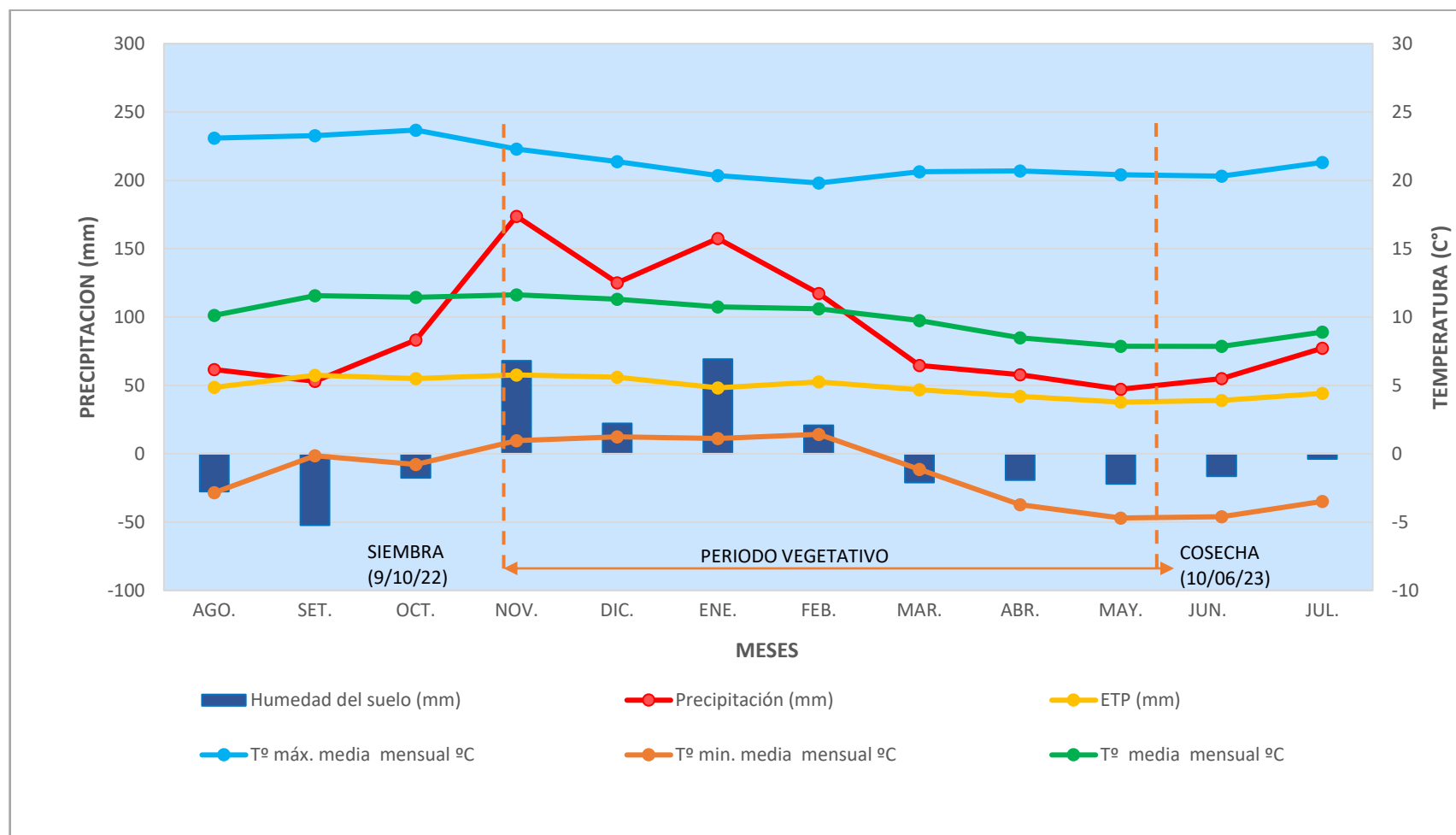
Temperaturas (máxima, mínima, promedio), precipitación y balance hídrico promedio mensual de agosto 2022 – julio 2023.

Estación	: Allpachaka				Distrito	: Chiara				Altitud	: 3550 msnm			
Código	: 010				Provincia	: Huamanga				Latitud	: 13°23'19''			
					Departamento	: Ayacucho				Longitud	: 74°16'00''			
AÑO	2022					2023							ANUAL	MEDIA
MESES	AGO.	SET.	OCT..	NOV..	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.		
T° máx. media mensual °C	23.09	23.27	23.68	22.30	21.38	20.36	19.81	20.63	20.70	20.42	20.31	21.31		21.44
T° mín. media mensual °C	-2.85	-0.14	-0.78	0.96	1.23	1.12	1.42	-1.15	-3.73	-4.70	-4.60	-3.49		-1.39
T° media mensual °C	10.12	11.57	11.45	11.63	11.31	10.74	10.61	9.47	8.49	7.86	7.86	8.91		10.02
Factor	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96	4.48	4.96	4.80	4.96	4.80	4.96	4.96		
ETP (mm)	48.58	57.36	54.96	57.68	56.07	48.12	52.65	46.76	42.09	37.73	38.96	44.19	585.15	1.83
Precipitación (mm)	61.53	53.05	83.14	173.79	125.12	157.52	117.30	64.69	57.91	47.23	54.95	77.17	1073.40	
ETP ajustado (mm)	89.11	105.23	100.82	105.82	102.86	88.26	96.57	85.78	77.21	69.21	71.47	81.06		
Humedad del suelo (mm)	-27.58	-52.18	-17.68	67.97	22.26	69.26	80.73	-21.09	-19.30	-21.98	-16.52	-3.89		
Exceso (mm)				67.97	22.26	69.26	20.73							
Déficit (mm)	27.58	52.18	17.68					21.09	19.30	21.98	16.52	3.89		

Fuente: Proyecto Especial Río Cachi, Subgerencia de Operación y Mantenimiento

Figura 2.2.

Temperaturas (máxima, mínima, promedio), precipitación y balance hídrico promedio mensual de agosto 2022 - julio 2023, Estación Meteorológicas Allpachaka 3600 msnm – Huamanga



A partir del Figura 2.2 y el Tabla 2.2, se observa que las precipitaciones máximas se dieron en mes de noviembre (2022) y enero (2023) durante el periodo vegetativo del cultivo, aproximadamente a tres meses después de la siembra, donde la humedad del suelo fue suficiente para el inicio de la floración del cultivo en los meses posteriores, con temperaturas medias aproximadamente de 10°C. En los meses siguientes las precipitaciones fueron reduciéndose y las temperaturas descendieron, el cual fue causante de la presencia de heladas en el último periodo vegetativo del cultivo.

2.3.3 Topografía

La topografía del terreno es Ligeramente plana, con profundidad de 80 a 100 cm. La vegetación de la zona comprende eucalipto, papa, oca, olluco, avena, haba, pastos asociados, etc.

2.3.4 Recurso hídrico

La mayoría de la siembra de los cultivos en Manallasacc, es a secano (con lluvia), debido a los escasos de agua y por temperaturas bajas; que limita la siembra de campaña chica. Cuenta con algunos canales de riego; los cuales no son suficientes. solo son utilizados para riego de pastos asociados para la ganadería, el sistema de riego es por gravedad.

2.4. MATERIAL GENÉTICO (TRATAMIENTOS)

La formación de los tratamientos corresponde a las 5 variedades comerciales de quinua, a los cuales se realizó la evaluación de variables agronómicas de productividad:

2.4.1 Variedades comerciales de quinua

Las cinco variedades comerciales de quinua conducida en el Diseño Bloque completo Randomizado (DBCR), para la evaluación de los variables de productividad. Estos 5 cultivares pertenecen al Germoplasma UNSCH-LGBV, que son parte de las 70 accesiones. Son estimadores de la productividad de las demás accesiones.

- a) T1: Blanca de Junín (UNSCHLGBV6040517213)
- b) T2: Roja Pasankalla INIA-415 (UNSCHLGBV6040517313)
- c) T3: Amarilla de Marangani (UNSCHLGBV6040517413)
- d) T4: Negra Collana INIA-420 (UNSCHLGBV6040517513)
- e) T5: Negra Ayrampo (UNSCHLGBV6040517613)

2.4.2 Diseño experimental y análisis estadístico

Para la evaluación de variables de productividad de las cinco variedades comerciales de quinua, se utilizó el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR), con 05 tratamientos (Variedades), provenientes del germoplasma UNSCH-LGBV, y 04 repeticiones (Bloques), que hacen un total de 20 unidades experimentales. Con los resultados de las variables evaluadas se realizó el análisis de la variancia (ANVA), la prueba de contraste Tukey. Se hizo uso del Software SAS y de la hoja de cálculo Excel.

En cuanto al modelo aditivo lineal (MAL), a cada observación le corresponde una ecuación lineal siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} = Observación cualquiera en la unidad experimental
- μ = Efecto medio parámetro.
- β_j = Efecto del j-ésimo bloque.
- α_i = Efecto del i-ésimo nivel del tratamiento (variedades).
- ϵ_{ij} = Error experimental en la observación
- i = Subíndice de variación de tratamientos, varia 1, 2, 3,...,t
- j = Subíndice de variación de bloques o repeticiones, varia de 1, 2, 3,...,r
- t = Numero de tratamientos
- r = Numero de repeticiones

2.4.3 Características de las parcelas

a) Campo experimental

Parcelas

- Número de unidades experimentales por bloque : 05
- Número total de unidades experimentales : 20
- Longitud de las unidades experimentales : 5.0 m
- Ancho de las unidades experimentales : 4.8 m
- Distanciamiento entre surcos : 0.8 m
- Número de surcos por unidades experimentales : 6
- Distanciamiento entre plantas : 0.07 m
- Área de las unidades experimental : 24.0 m²

Calles

- Largo de la calle : 34.0 m
- Ancho de la calle : 1.5 m
- Número de calles horizontales : 3
- Calles de 1.5 m. al borde horizontal, a cada lado : 2
- Numero de calles verticales : 4
- Calles de 1.5 m. al borde vertical, a cada lado : 2
- Área total de las calles : 502.5

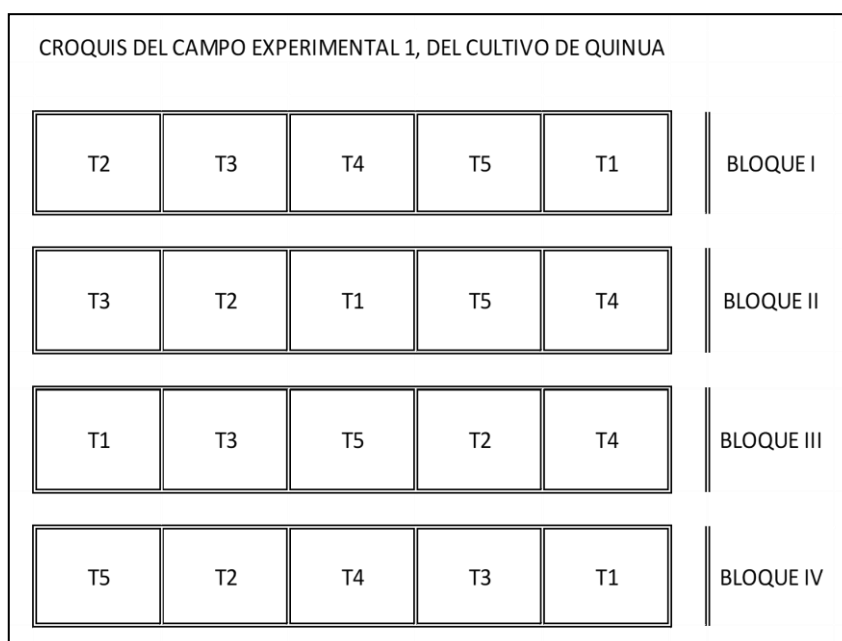
Bloques

- Número de bloques : 4
- Ancho de bloques : 4.8 m
- Largo de bloques : 25.0 m
- Área total del bloque : 120.0 m²
- Área de los cuatro bloques : 480.0 m²
- Área total del experimento : 1002.5 m²

b) Croquis del campo experimental

Figura 2.3.

Croquis del área experimental

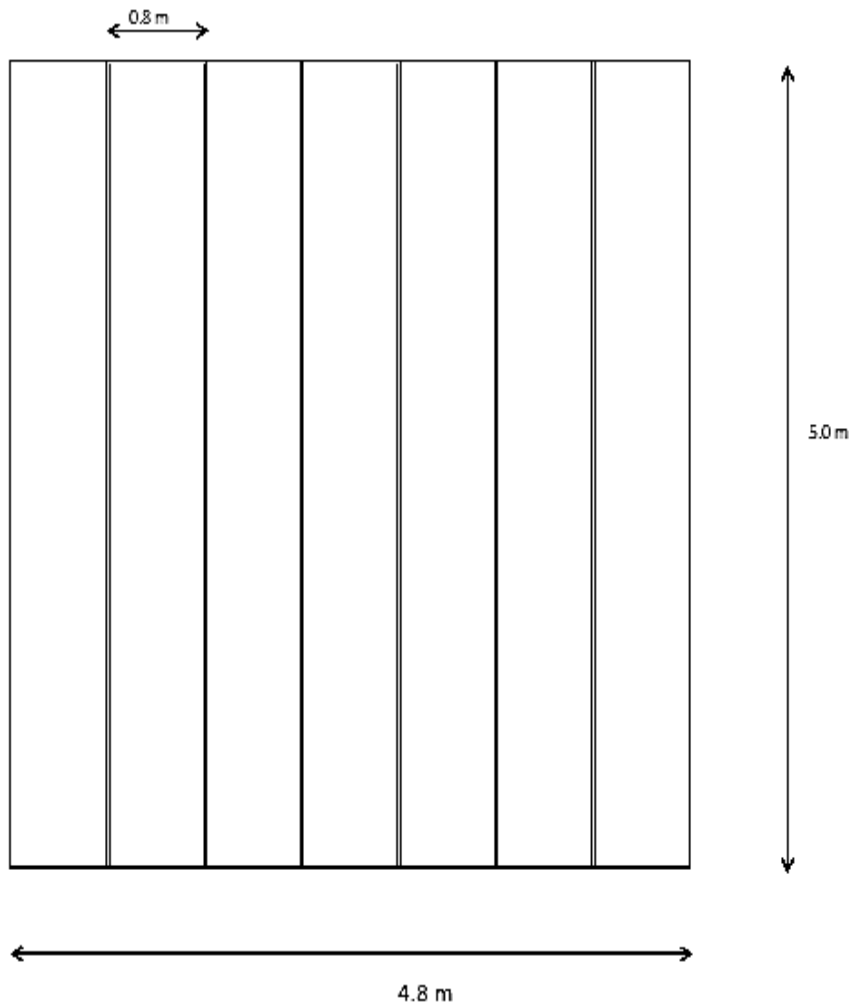


2.4.4 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo formada por una parcela de 5.0 m de largo, 4.8 m de ancho, de 24 m² Por cada variedad. Para tal propósito se separaron del área total, plantas sembradas en 6 surcos de 0.80 m. de distancia entre surcos y una densidad de siembra de 5kg/área experimental (1 kg de cada variedad), en el desahije se dejaron aproximadamente 14 plantas por metro lineal. El rendimiento se obtuvo de toda la parcela experimental. La evaluación de caracteres cuantitativos se tomó de 10 plantas representativas de cada parcela.

Figura 2.4.

Croquis de la unidad experimental



2.5. INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO EN CAMPO

El trabajo de investigación se condujo agronómicamente, de acuerdo a las recomendaciones realizadas por los diferentes autores, los cuales se detalla:

2.5.1. Preparación del terreno

Esta labor se realizó el 10 de setiembre del 2022, con la ayuda de un tractor agrícola, para dejar el terreno suelto, mullido y nivelado para la siembra. El orden de preparación fue: primer arado, primera rastra, segundo arado, segunda rastra y surcado. La última y penúltima actividad, se realizó el día de la siembra, 09 de octubre del 2022.

2.5.2. Demarcación y estacado del campo experimental

Esta labor se realizó el 09 de octubre del 2022 de acuerdo al croquis del experimento utilizando cordel, wincha y estacas de madera con los que se procedió a demarcar las parcelas, calles y bloques. Después de la preparación del terreno.

2.5.3. Surcado del terreno

Se realizó con la tracción mecánica teniendo en cuenta el espaciamiento de 0.80 m. entre surcos.

2.5.4. Abonamiento

El abonamiento se realizó el 09 de octubre del 2022, de acuerdo a los tratamientos establecidos. La aplicación de fertilizantes fue: (13 sacos de fosfato di amónico, 2.25 sacos de cloruro de potasio, 5.5 sacos de nitrato de amonio. Calculado para 1 ha, con un nivel de abonamiento de 265-360-80 de NPK) se distribuyó a chorro continuo al fondo de los surcos la mezcla del total de fosforo, potasio y el 50% de nitrógeno. Aplicando el resto de nitrógeno en el aporque.

En la siembra los fertilizantes se mezclaron con 12 sacos de guano de isla por hectárea, como fuente de materia orgánica y microelementos. Enseguida se cubrió con una ligera capa de tierra para evitar su arrastre y luego se hecho la semilla de quinua de las 5 variedades del trabajo de investigación, cada uno en su respectiva parcela. El balance del programa de abonamiento y fertilización se realizó para hacer expresar el potencial máximo de rendimiento de las variedades estudiadas en condiciones de Manallasacc a 3560 msnm y previo calculo e interpretación del análisis de suelo.

2.5.5. Siembra

La siembra se realizó el 09 de octubre del 2022 después del abonamiento, se ha cubierto con suelo, evitando que exista un contacto entre la semilla y el fertilizante. Las

semillas se depositaron en el fondo del surco a chorro continuo a una profundidad aproximada de 2 cm, la densidad fue 5 kg. de semilla (1 kg. De cada variedad). previamente se desinfecto a la semilla con: Carboxin + captan (Vitavax), a la dosis de 2 g.kg⁻¹ de semilla, para evitar el ataque de enfermedades fungosas en los primeros días de emergencia.

2.5.6. Control de malezas

El control de las malezas se realizó el 3 de enero del 2023, con el uso de herramientas manuales, A partir de dos meses y medio después de la siembra, realizándose dos deshierbos durante todo el periodo vegetativo del cultivo.

2.5.7. Raleo

Se realizó a los 96 días después de siembra, junto con el primer aporque. cuando la planta alcanzó una altura de 25 cm aproximadamente en forma manual; dejando entre 14 plantas por metro lineal. La actividad se efectuó en forma manual eliminando las plantas más pequeñas, débiles y de otra variedad.

2.5.8. Aporque

El aporque se realizó el 15 de enero del 2023 a los 96 días después de la siembra cuando las plantas alcanzaron una altura de 25 a 30 cm, con la finalidad de darle mayor estabilidad al cultivo, airear el suelo y así generar mejor desarrollo.

2.5.9. Control fitosanitario

La chupadera fungosa (*Rhizoctonia* Sp, *Fusarium* Sp y *Phoma* Sp), y el Mildiu (*Peronospora variabilis*) enfermedades que se presentaron con mayor incidencia. Se realizaron aplicaciones preventivas de Mancozeb + Metalaxil (Hieloxil) a la dosis de 0.5 Kg. ha⁻¹ a los 65 y 120 días después de la siembra, respectivamente. El primer control fitosanitario se realizó el 14 de enero del 2022.

Las plagas que afectaron al cultivo fueron: masticadores de hojas: “gorgojo de la quinua” (*Adiurystus* sp.) en las primeras etapas y polilla de la quinua (*Eurysacca melanocampta*) en la etapa de fructificación; Se aplico preventivamente: Fipronil (Regent) (150 ml/cilindro) y Alfa cipermetrina (Fastac) (125 ml/cil). Para el gorgojo y polilla de quinua respectivamente. Las aplicaciones previa evaluación y la estimación del

daño de umbral económico. El segundo control fitosanitario se realizó el 25 de febrero del 2022.

2.5.10. Cosecha

La cosecha se realizó por etapas, porque las diferentes accesiones alcanzaron la madurez fisiológica en diferentes momentos a partir del 10 de junio del 2023; cuando el cultivo alcanzó la madurez de cosecha, se determinó porque la planta comenzó a defoliarse y cambio de color, luego se procedió al secado, trillado y venteado de los granos. El proceso de corte se realizó con hoz colocando a cada variedad en mantadas distintas.

2.6. VARIABLES AGRONÓMICAS EVALUADOS EN 5 ACCESIONES

2.6.1. Variables de productividad

Se evaluaron las variables de productividad, tomando 10 plantas al azar de los surcos centrales, las cuales se identificaron al inicio del tratamiento.

a) Altura de planta a la madurez fisiológica (cm)

Se obtuvo del promedio de 10 plantas al azar de cada unidad experimental, las cuales se midieron con un flexómetro, desde el cuello hasta el ápice de la panoja, en la etapa de madurez fisiológica para cada accesión.

b) Diámetro de tallo (mm)

Se obtuvo del promedio de 10 plantas al azar de cada unidad experimental, las cuales se midieron con un flexómetro el diámetro del tallo de las muestras tomadas al azar en cada accesión, considerando para su medida a 10 cm del nivel del suelo.

c) Longitud de la panoja (cm)

Se evaluó las 10 plantas muestreadas al azar de los surcos centrales, la medida fue hecha desde la base de la panoja hasta el ápice de la panoja, en el momento de la madurez fisiológica de cada unidad experimental de cada accesión, con la ayuda de cinta métrica.

d) Diámetro de panoja (mm)

Después de tomar plantas muestreadas al azar de los surcos centrales, se procedió a medir la parte más ancha de la panoja de cada accesión en la etapa de madurez fisiológica. Finalmente se obtuvo el promedio por panoja.

e) Peso de grano por panoja (gr)

Después del trillado de las panojas de cada accesión, se procedió al pesado de los granos de cada panoja (madurez de cosecha), en una balanza analítica.

f) Rendimiento (kg/ha)

Se registró el peso de grano trillado, esta medida se expresó en kg. ha⁻¹. El rendimiento se determinó cosechando las panojas de los surcos centrales de cada tratamiento, descartando los dos surcos de los extremos de cada parcela por efecto borde y para cabecera y base fue de un metro, respectivamente.

2.7. MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SAPONINAS Y BETALAINAS EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

a) Métodos utilizados para la determinación de saponinas

- Método de Espuma (tradicional)
- Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)

b) Método utilizado para la determinación de betalainas

- Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)

2.8. MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE SAPONINA EN LABORATORIO, DE LAS 70 ACCESIONES DE QUINUA DEL GERMOPLASMA UNSCH-LGBV

Para complementar la investigación, se realizó la cuantificación de saponinas y betalainas, en 70 accesiones de quinoa colectados en diversas comunidades de la región Ayacucho, estas, son parte del germoplasma de quinoa UNSCH-LGBV. Utilizado en la investigación. Las 5 accesiones comerciales son parte de las 70 accesiones del Germoplasma UNSCH-LGBV.

La cuantificación de la saponina por el método de Espuma (tradicional), se realizó en el Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (LGVB-UNSCH) y el análisis de saponinas y betalainas por el método de espectro fotometría de alta resolución (HPLC), se realizó en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Universidad Cayetano Heredia (LID-UPCH). La

cuantificación de las saponinas y betalainas nos sirve para conocer qué grupo de accesiones poseen mayor o en menor concentración de estos compuestos que en el futuro servirá para el aprovechamiento: agrícola, industrial, y para hacer mejoramientos genéticos para obtener nuevas variedades dulces.

El presente trabajo de investigación, contribuirá a dar alternativas de solución, a muchos de los problemas que afronta los productores de quinua en la región que son: poco aprovechamiento de las bondades de la gran biodiversidad de la quinua, alternativas de rotaciones de cultivo, ingreso económico, desnutrición infantil, seguridad alimentaria, mejoramiento de rendimiento por unidad productiva, aprovechamiento en la agroindustria, industria en general de las saponinas y betalainas.

2.8.1. Banco de germoplasma de quinua LGBV- UNSCH (accesiones utilizadas)

Se trabajó con el cultivo de quinua (*Chenopodium. quinoa* Willd.) Procedentes del banco de germoplasma del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (LGVb-UNSCH), colectadas a nivel de la región Ayacucho, estas 70 accesiones; son parte del Germoplasma UNSCH-LGBV (65 colectados a nivel de la región Ayacucho y 5 variedades comerciales colectadas en la localidad de Manallasacc-Chiara-Ayacucho).

Tabla 2.3.

70 accesiones de quinua del Banco Regional de Germoplasma del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal (LGBV), usados en el trabajo de investigación

Codificación de las accesiones de quinua usadas en el trabajo de investigación		
UNSCHLGBV60405 01 13 (A1)	UNSCHLGBV60405 47 13 (A47)	UNSCHLGBV60405 128 13 (A128)
UNSCHLGBV60405 05 13 (A5)	UNSCHLGBV60405 53 13 (A53)	UNSCHLGBV60405 130 13 (A130)
UNSCHLGBV60405 07 13 (A7)	UNSCHLGBV60405 54 13 (A54)	UNSCHLGBV60405 134 13 (A134)
UNSCHLGBV60405 20 13 (A20)	UNSCHLGBV60405 57 13 (A57)	UNSCHLGBV60405 136 13 (A136)
UNSCHLGBV60405 21 13 (A21)	UNSCHLGBV60405 60 13 (A60)	UNSCHLGBV60405 137 13 (A137)
UNSCHLGBV60405 23 13 (A23)	UNSCHLGBV60405 61 13 (A61)	UNSCHLGBV60405 138 13 (A138)
UNSCHLGBV60405 24 13 (A24)	UNSCHLGBV60405 62 13 (A62)	UNSCHLGBV60405 139 13 (A139)
UNSCHLGBV60405 25 13 (A25)	UNSCHLGBV60405 67 13 (A67)	UNSCHLGBV60405 140 13 (A140)
UNSCHLGBV60405 30 13 (A30)	UNSCHLGBV60405 68 13 (A68)	UNSCHLGBV60405 141 13 (A141)
UNSCHLGBV60405 31 13 (A31)	UNSCHLGBV60405 69 13 (A69)	UNSCHLGBV60405 142 13 (A142)
UNSCHLGBV60405 35 13 (A35)	UNSCHLGBV60405 70 13 (A70)	UNSCHLGBV60405 143 13 (A144)
UNSCHLGBV60405 39 13 (A39)	UNSCHLGBV60405 76 40 (A76)	UNSCHLGBV60405 147 13 (A147)
UNSCHLGBV60405 40 13 (A40)	UNSCHLGBV60405 78 13 (A78)	UNSCHLGBV60405 148 13 (A148)
UNSCHLGBV60405 41 13 (A41)	UNSCHLGBV60405 80 13 (A80)	UNSCHLGBV60405 149 13 (A149)
UNSCHLGBV60405 46 13 (A46)	UNSCHLGBV60405 86 13 (A86)	UNSCHLGBV60405 153 13 (A153)
UNSCHLGBV60405 172 13 (A172)	UNSCHLGBV60405 98 13 (A98)	UNSCHLGBV60405 154 13 (A154)
UNSCHLGBV60405 173 13 (A173)	UNSCHLGBV60405 115 13 (A115)	UNSCHLGBV60405 155 13 (A155)
UNSCHLGBV60405 174 13 (A174)	UNSCHLGBV60405 117 13 (A117)	UNSCHLGBV60405 156 13 (A156)
UNSCHLGBV60405 46 13 (A46)	UNSCHLGBV60405 118 13 (A118)	UNSCHLGBV60405 157 13 (A157)
UNSCHLGBV60405 175 13 (A175)	UNSCHLGBV60405 120 13 (A120)	UNSCHLGBV60405 162 13 (A162)
UNSCHLGBV60405 176 13 (A176)	UNSCHLGBV60405 123 13 (A123)	UNSCHLGBV60405 166 13 (A166)
UNSCHLGBV60405 14 13 (A14)	UNSCHLGBV60405 126 13 (A126)	UNSCHLGBV60405 167 13 (A167)
UNSCHLGBV60405 32 13 (A32)	UNSCHLGBV60405 127 13 (A127)	UNSCHLGBV60405 168 13 (A168)
		UNSCHLGBV60405 170 13 (A170)

Fuente: Elaboración propio

Código de las accesiones: UNSCH-LGBV-604-05-01-13 (A1); (tomamos de la lista el primero como ejemplo y describimos el significado del código de accesoión según el ISO 3166).

Dónde:

UNSCH: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

LGBV : Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal

604 : Código internacional del Perú de acuerdo a la normativa ISO 3166

05 : Código del departamento de Ayacucho

01 : Numero de colección

13 : Año de elaboración del germoplasma

(A1) : accesión 1, lleva el mismo número de colección (se usa para identificar con mayor facilidad)

2.8.2. Análisis por el método de espuma para determinar el contenido de saponina (EPA-UNSCH)

Analizado en el laboratorio de biotecnología vegetal de la Escuela Profesional de Agronomía (UNSCH). El método de espuma, es tradicional que consiste en: Pesar 0.50 ± 0.02 g. de granos enteros de quinua y colocarlos en un tubo de ensayo, Añadir 5.0 ml de agua destilada y tapar el tubo. Poner en marcha el cronómetro (o leer el reloj) y sacudir vigorosamente el tubo durante 30 segundos.

- Dejar el tubo en reposo durante 30 minutos, luego sacudir otra vez durante 20 segundos.
- Dejar en reposo durante 30 minutos más, luego sacudir otra vez durante 30 segundos, Dar al tubo una última sacudida fuerte, igual a las sacudidas que se usan con termómetros orales.
- Dejar el tubo en reposo 5 minutos, luego medir la altura de la espuma al 0.1 cm más cercano (discreto según la NTP 205.062-2014).

Fórmula para determinar el contenido de saponina en porcentaje (%) por el Método Espuma

$$\text{Porcentaje de saponina} = \frac{0.646 * (\text{altura de espuma en cm.}) - 0.104}{(\text{peso de muestra en gr.}) * 10}$$

Por ejemplo, si una muestra de quinua de 0.51 g. dio una altura de espuma de 1.5 cm, los cálculos son:

$$\% \text{ saponinas} = \frac{(0.646 \times 1.5) - 0.014}{0.51 \times 10} = 0.17$$

Por lo tanto, la muestra contiene 0.17% de saponinas por peso, la duración del análisis es de 73 minutos.

2.8.3. Análisis por el método de cromatografía líquida de alta resolución o High Performance Liquid Chromatography (HPLC) para determinar el contenido de saponina

Analizado en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Universidad Cayetano Heredia (LID –UPCH).

El método consiste en: moler finamente 2.5 g de la muestra y se extrajo con 10.0 ml de EtOH/H₂O en la proporción 50:50 con agitación por 3 horas, se centrifugó a 5000 rpm por 20 minutos a 10°C, se decantó sobre una fiola de 25 ml, se repitió la extracción una vez más, se reunieron las soluciones y se llevó a volumen. Se tomó 1.0 ml de la solución obtenida, se llevó a 20.0 ml con agua MilliQ y se filtró sobre 0.45 micras para ser analizada.

Para la determinación espectrofotométrica de saponinas se utilizó el método de Monje y Raffaillac, descrito por Lozano *et al.*, (2012). A 0.6 ml de la solución muestra se le añadió 2.1 ml del reactivo de LB, se agitó vigorosamente en un vortex por 20 segundos y se dejó en reposo por 30 minutos. Se leyó la absorbancia a 528 nm, usando agua como blanco. Se realizó un blanco de la muestra (0.6 mL de la solución muestra se le añadió 2.1 mL de agua MilliQ) y se leyó a 528 nm. Las muestras fueron analizadas por triplicado. Se utilizó un extracto de saponinas de quinua como estándar en las concentraciones de 0.0 a 1.0 mg.ml⁻¹.

Para la determinación espectrofotométrica de saponinas se utilizó el método de Monje y Raffaillac, descrito por Lozano et al (2012).

2.9. MÉTODO DE DETERMINACION DE BETALAINAS EN LABORATORIO, DE LOS 70 ACCESIONES DE QUINUA DEL GERMOPLASMA-UNSCH

2.9.1. Determinación de betalainas por cromatografía líquida de alta resolución o High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

Analizado en el laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Universidad Cayetano Heredia (LID –UPCH).

El método consistió en realizar lo siguiente: en un gramo de la muestra molida finamente fue extraído con 4 ml de agua destilada en baño de ultrasonido por 30 minutos,

se centrifugó a 5000 rpm y 10 °C por 30 minutos, la solución se colocó en una fiola de 10 mL. Se repitió la extracción por dos veces con 3 mL de agua, se reunieron las soluciones, se llevó a volumen y filtró sobre 0.22 µm.

Para la determinación espectrofotométrica de betalainas (betacianinas y betaxantinas) se utilizó el método de Castellar *et al.*, Descrito por Sumaya *et al.*, (2011). Las betacianinas y betaxantinas se reportaron como mg. equivalentes de betanina/Kg y mg equivalentes indicaxantina/Kg respectivamente. Las betacianinas se determinaron a 535 nm y las betaxantinas a 480 nm. Se usó agua como blanco. Las muestras fueron analizadas por triplicado.

Fórmula para calcular el contenido de betalainas por el método de cromatografía Líquida de alta resolución (HPLC)

$$C (mg/L) = (A \times DF \times MW \times 1000)/(ExL)$$

$$B (mg/kg) = (C \times Vm \times (1/Wm) \times 1000$$

Dónde:

- A : Absorbancias a 535 ó 480 nm.
- DF : Factor de dilución
- MW : Peso molecular (g.mol⁻¹)
- E : Coeficiente de extinción (L.mol cm⁻¹)
- L : Ancho de la celda (1 cm)
- V : L de solución muestra
- Wm : g de muestra

El coeficiente de extinción para las betacianinas es de 60,000 y su peso molecular 550, para las betaxantinas su coeficiente de extinción es de 48,000 y su peso molecular 308.

2.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

2.10.1. Análisis estadístico de variables agronómicas de productividad de 5 variedades del germoplasma

Para realizar el análisis estadístico de los variables de productividad, se utilizó la metodología indicada por CALZADA (1970), donde se incluye ANVA y la prueba de significación estadística Tukey al nivel de (0.05), con la finalidad de determinar las diferencias estadísticas para cada variedad evaluada con aplicativo SAS.

2.10.2. Análisis estadístico del contenido de saponinas y betalainas del germoplasma- UNSCH-LGBV

Para realizar el análisis estadístico del contenido de saponinas y betalainas se utilizó la estadística descriptiva, consistente en la elaboración de tablas e histogramas de frecuencia. Con la finalidad de conocer la variación porcentual que existe entre los resultados de análisis cualitativo y cuantitativo del contenido de saponinas y betalainas de las accesiones evaluadas.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. VARIABLES AGRONÓMICAS DE PRODUCTIVIDAD DE LAS 5 ACCESIONES DEL GERMOPLASMA UNSCH

Tabla 3.1.

Cuadrados medios del análisis de variancia de los variables de productividad de cinco variedades de quinua. Manallasacc 3560 msnm – Ayacucho.

Fuente variación	G.L	Cuadrados medios									
		Altura de planta	Diámetro de tallo	Longitud de panoja	Peso de panoja	Peso grano por panoja	Diámetro de panoja	N° Ramas primarias	Rendimiento de grano		
Bloque	3	24.28	ns	1.55 ns	17.83 ns	55.52 ns	0.77 ns	29.27 ns	0.06 ns	53198.69 ns	
Variedades	4	1332.46 **	118.06 **	585.32 **	838.58 **	186.45 **	1513.29 **	29.13 **	2310211.15**		
Error	12	28.78	4.38	12.48	20.89	1.75	39.59	0.26	31794.69		
Total	19										
C.V. (%)		3.42	10.83	6.53	4.77	2.23	7.15	6.69	3.1		

En la tabla 3.1. se muestra ocho caracteres de productividad de cinco variedades de quinua cada una con cuatro repeticiones, donde se puede apreciar que la fuente de variación que corresponden a Bloques, Variedades y el error experimental. Los cuadrados medios resultaron altamente significativos (**) en la fuente de variación entre la altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, peso de panojo, peso grano por panoja, diámetro de panoja, numero de ramas primarias y rendimiento de grano. En bloques no se observa diferencia estadística en todas las variables de productividad, la diferencia entre variedades permite efectuar la prueba de contraste de Tukey, de este modo determinar la mejor variedad en cada variable evaluado. Los coeficientes de variación son valores que demuestran la buena precisión, producto de la buena conducción del experimento.

3.1.1. Altura de planta (cm)

Tabla 3.2.

Prueba de Tukey (0.05) de Altura de la planta (cm) de cinco accesiones de quinua. Manallasacc 3560 msnm – Ayacucho

Accesión	Promedio (cm)	ALS (T)
Amarilla Marangani (T3)	177.8	A
Blanca Junín (T1)	168.1	B
Roja de Pasankalla (T2)	160.2	B
Negra Collana (T4)	153.3	B
Negra Ayrampo (T5)	128.6	C

Por la alta significación estadística en la variabilidad en la altura de la planta de las cinco variedades de quinua se ha realizado la prueba de contraste de Tukey, el que se observa en la Tabla 3.2. El rango de variación de altura de planta obtenido está entre los valores 177.8 cm a 128.6 cm, que corresponden a los tratamientos Amarilla de Marangani (T₃) y Ayrampo (T₅) respectivamente. La variedad Amarilla Marangani supera estadísticamente a los demás cultivares. Entre los tratamientos: Blanca Junín (T₁), Roja Pasankalla (T₂) y Negra Collana (T₄) no existe diferencia significativa.

Mujica (1993), en su trabajo titulado “Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México” menciona que:

la planta, es erguida, alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, de los ecotipos, de las condiciones ambientales donde crece, de la fertilidad de los suelos; las de valle tienen mayor altura que las que crecen por encima de los 4000 msnm y de zonas frías, en zonas abrigadas y fértiles las plantas alcanzan las mayores alturas, su coloración varía con los genotipos y fases fenológicas. Está clasificada como planta C3. Al efectuar la comparación de la altura de planta, en nuestra medición obtuvimos desde 128.6 a 177.8 cm. observamos que se encuentra dentro del rango manifestado por el autor, el cual es el resultado del ambiente e identidad genética. (p. 67)

En comparación a los resultados obtenidos por Morote (2014) en su trabajo de investigación “Rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en tres densidades de plantas bajo sistema de labranza mínima. Canaán 2750 msnm Ayacucho en Canaán a 2750 msnm” obtuvo:

una altura de planta de 171.22 cm para la variedad Choclito y 161.08 cm para la variedad Blanca Junín, estos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación; donde existe gran variabilidad en la altura de planta desde: 128.5 a 177.8 cm. Esta característica, está muy relacionado a la parte genética y ambiental. (p. 66)

Según Reyes (1990 citado por Valdez, 2015) en su investigación titulada “Caracterización fisicoquímica, funcional-tecnológica y sensorial de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.)” concluye que:

la altura de la planta puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes. La altura de planta es un variable importante, ya que es un indicativo de la velocidad del crecimiento. Al realizar la comparación con nuestro trabajo de investigación, la altura de planta de las accesiones evaluadas se manifiestan su arquitectura, gobernada genéticamente por la variedad e influenciado por medio ambiente. (p. 79)

3.1.2. Diámetro del tallo (mm)

Tabla 3.3.

Prueba de Tukey (0.05) de diámetro del tallo de cinco variedades de quinua. Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho

Accesiones	Promedio (mm)	ALS (T)
Blanca Junín (T1)	27.93	A
Roja de Pasankalla (T2)	20.45	B
Amarilla Marangani (T3)	18.83	B C
Negra Collana (T4)	14.85	C
Negra Ayrampo (T5)	14.58	C

Por la alta significación estadística en la fuente de variación de cinco variedades sobre el diámetro de tallo, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey, el que se observa en la **Tabla 3.3.**, el rango de variación va de 27.93 a 14.58 mm. Para los cultivares Blanca de Junín (T₁) y Negra Ayrampo (T₅) respectivamente. Los tallos de mayor diámetro están relacionados con los cultivares de mayor rendimiento de grano. Entre Roja Pasankalla y amarilla Marangani no hay diferencia significativa debido a que miden 20.45 mm y 18.83 mm respectivamente.

Huancahuari (1996), observó en condiciones de Canaán a 2750 msnm - Ayacucho, que:

los cultivares CH-27-91 y Amarillo Maranganí tuvieron el mayor diámetro del tallo principal con 13.70 a 22.5 mm, y los cultivares que presentaron el menor diámetro fueron CH-07-91, Cheweca y CH-22-91 con 9.60, 9.30 y 9.10 mm respectivamente, en este caso los resultados obtenidos no son similares al trabajo de investigación. Debido a las condiciones ambientales, como la temperatura, suelo y manejo agronómico. (p. 52)

El diámetro del tallo está influenciado por la duración del ciclo vegetativo, en el presente experimento se aprecia esta relación, siendo este un carácter genético más su interacción con el medio ambiente.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son mayores, en comparación con realizado en Manallasacc por Bautista (2015) en su investigación con niveles de gallinaza obtuvo entre 16.47 y 16.40 mm de diámetro de tallo para las variedades de Blanca Junín e INIA 415 - Pasankalla respectivamente. Esto debido a que en el experimento se trabajó en una parcela con suelo de buena calidad y se aplicó buena fertilización de fondo, nutrición foliar optima y control preventivo de plagas y enfermedades.

3.1.3. Longitud de panoja (cm)

Tabla 3.4.

Prueba de Tukey (0.05) de longitud de la panoja de quinua (Chenopodium quinoa)

Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho

Variedades	Promedio (cm)	ALS (T)	
Amarilla Marangani (T3)	66.40	A	
Blanca Junín (T1)	62.25	A	B
Roja de Pasankalla (T2)	57.90	B	C
Negra Collana (T4)	47.25		C
Negra Ayrampo (T5)	36.60		D

En la **Tabla 3.4** muestra bajo la prueba de contraste de Tukey a las variedades Amarilla de Marangani (T₃), Blanca de Junín (T₁) y Roja de Pasankalla (T₂) como los

cultivares de mayor longitud de panoja con valores de 66.40, 62.25 y 57.90 cm. respectivamente. El rango de variación va de 66.40 a 36.60 cm para las accesiones Amarilla de Marangani (T₃) y Negra Ayrampo (T₅) respectivamente.

Barboza (2016) menciona sobre la longitud de panoja alcanzado en 36 accesiones de quinua amarilla un rango de valores que van desde 55.56 cm a 33.86 cm. Estos valores comparados con los resultados obtenidos en el presente experimento son casi similares, atribuyéndose esta diferencia a la interacción del genotipo y ambiente.

Mejia (2012) en su trabajo de investigación en la variedad Blanca Junin en Chontaca a 3 500 msnm encontró:

un rango de 32.7 a 50.4 cm de longitud de panoja, para tratamientos testigo (0 kg.ha⁻¹ de guano de isla con 0-0-0 kg.ha⁻¹ de N P K) y 3 000 kg.ha⁻¹ de guano de isla con 60-50-40 kg.ha⁻¹ de N P K respectivamente. El resultado en el presente trabajo de investigación en la Variedad Blanca de Junín con una longitud de panoja de 62.25 cm. es Relativamente mayor a lo obtenido por el mencionado autor, debido a alto nivel abonamiento orgánico y manejo agronómico. (p. 58)

En general, cabe señalar que, al cultivar quinua, la mayor o menor longitud de las perras se debe a su hábito de crecimiento, es decir, a la naturaleza de la variedad. La altura final, sin embargo, es un carácter fuertemente influenciado por el medio ambiente, que depende en gran medida de la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo durante el crecimiento de las plantas.

3.1.4. Peso de panoja (gr)

Tabla 3.5.

Prueba de Tukey (0.05) de peso de panoja de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho

Variedades	Promedio (g)	ALS (T)	
Roja de Pasankalla (T2)	114.19	A	
Amarilla Marangani (T3)	104.80	A	B
Blanca Junín (T1)	96.40		B
Negra Collana (T4)	84.68		C
Negra Ayrampo (T5)	78.60		C

En la **Tabla 3.5** muestra el análisis de variancia para el peso de panoja, de 5 tratamientos de Quinua, efectuada la prueba de contraste de Tukey (P: 0.05), se observa que la variedad Roja Pasankalla y Amarilla Marangani son las que tienen mayor peso, sin diferencia estadística entre ellos. Estas dos variedades superan estadísticamente a los demás cultivares.

León (2006) menciona el peso de panoja en quinua obtenido sobre los 3500 msnm para la variedad Roja de Pasankalla valores de 43.8 a 85.6 g. Estos valores se encuentran cerca a los obtenidos en el presente experimento, esta cierta variación debido a la fuerte variación del ambiente.

Amiquero (2014) obtuvo que el peso de panoja de “89.9 y 72.8 g estos resultados se encuentran en el intervalo de los resultados del autor, lo cual se concluye que la variación del peso de panoja está determinada por factores genéticos y ambientales”.

Morote (2014) en Canaán a 2750 msnm, en su investigación bajo labranza mínima, obtuvo:

un peso de panoja entre 106.88, 89.49 y 84.67 g para las densidades de plantas de 143 000, 190 667, y 286 000 pl. ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados son similares para la variedad Amarillo Marangani, Blanca Junín y Negra Ccollana respectivamente, superiores para la variedad negra Ayrampo obtenidos en el presente trabajo de investigación. Cabe mencionar que se mantuvo similar densidad en número pl. ha⁻¹. (p. 66)

3.1.5. Peso de grano por panoja (gr)

Tabla 3.6.

Prueba de Tukey de peso de grano por panoja de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560msnm. Ayacucho

Accesiones	Promedio (g)	ALS (T)
Roja de Pasankalla (T2)	66.80	A
Amarilla Marangani (T3)	63.95	A
Blanca Junín (T1)	60.60	B
Negra Collana (T4)	55.05	C
Negra Ayrampo (T5)	49.88	D

En la **Tabla 3.6** muestra a la variedad Roja de Pasankalla (T₂) y Amarilla de Marangani (T₃) son los de mayor rendimiento de peso de grano por panoja sin diferencia estadística entre ellos, superando estadísticamente a las demás variedades; tomando valores de 66.80 y 63.95 g respectivamente. La variedad Negra Ayrampo es la de menor peso de grano por panoja, con un valor de 49.88 g.

Rosas (2015) reporta los resultados de la evaluación de 10 variedades de quinua entre los que se encuentra la Roja de Pasankalla y la Blanca de Junín en la localidad de Tarma (3300 msnm) valores de peso de grano por panoja de 62.6 a 61.5 g, estos resultados similares a los obtenidos en el presente. La variable estudiada representa el potencial productivo de un determinado genotipo y su interacción con el medio ambiente.

3.1.6. Diámetro de la Panoja

Tabla 3.7.

Prueba de Tukey (0.05) de diámetro de la panoja de quinua (Chenopodium quinoa)

Manallasacc 3560msnm. Ayacucho

Variedades	Promedio (mm)	ALS (T)
Amarilla Marangani (T3)	120.50	A
Roja de Pasankalla (T2)	116.65	A
Blanca Junín (T1)	111.83	A
Negra Collana (T4)	91.83	B
Negra Ayrampo (T5)	74.90	C

En la **Tabla 3.7** muestra a las variedades Amarilla de Marangani, Roja de pasankalla y Blanca de Junín, como los de mayor diámetro de panoja, pero sin diferencia estadística entre ellos. Tomando los valores: 120.50; 116.65; 111.83 mm respectivamente. Las demás cultivares se muestran con menor diámetro.

Barboza (2016) reporta para el diámetro de panoja en 36 cultivares de quinua de grano amarillo valores dentro de un rango de 125.7 a 74.40 mm, los resultados son casi similares a los obtenidos en el presente experimento, Los resultados obtenidos por el autor mencionado es bajo condiciones de selección fenotípica en la localidad de Canaán a 2735 msnm.

Fernández (1986) determinó que a mayor longitud y diámetro de panoja habrá mayor rendimiento, esto permitiría un mejor llenado de granos dando una mayor producción. En nuestro trabajo de investigaciones también existe una directa; a mayor diámetro, mayor rendimiento. Observamos que la Variedad Amarilla Marangani, Roja Pasankalla y Blanca Junín, muestran esta relación.

Rosas (2015) reporta los resultados de la evaluación de 10 variedades de quinua en la localidad de Tarma (3300 msnm), posee valores de diámetro de panoja de 110.5 a 55.6 mm, entre las variedades estudiadas se encuentran la Roja de Pasankalla y la Blanca de Junín, comparado con el presente trabajo, la primera variedad tiene similitud. En caso de la segunda variedad hay cierta discrepancia a los resultados obtenidos. La variación obtenida esta explicado por la presión diferencial del ambiente sobre los genotipos.

3.1.7. Número de ramas primarias (n)

Tabla 3.8.

Prueba de Tukey (0.05) de número de ramas primarias de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho

Variedades	Promedio	ALS (T)
Blanca Junín (T1)	9.6	A
Roja de Pasankalla (T2)	9.5	A
Amarilla Marangani (T3)	9.3	A
Negra Collana (T4)	4.9	B
Negra Ayrampo (T5)	4.2	B

La alta significación estadística en el número de ramas primarias permite efectuar la prueba de Tukey mostrada en la **Tabla 3.8**, donde las variedades Blanca de Junín (T₁) Roja de Pasankalla (T₂) y Amarilla de Marangani (T₃): son las que muestran un mayor número de ramas primarias sin diferencia estadística entre ellos con valores de 9.6, 9.5 y 9.3 unidades, respectivamente. Las demás variedades tienen menor número de ramas.

Choquecagua (2011) reporta resultados obtenidos en Canaán a 2735 msnm en 25 cultivares de quinua de grano blanco valores de número de ramas primarias de 2 a 20, los datos obtenidos en el presente experimento se encuentran dentro de los valores mostrados en el rango, existe variación dentro de cada variedad producto de la presión ambiental.

3.1.8. Rendimiento grano

Tabla 3.9.

Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento de grano de las variedades de quinua (Chenopodium quinoa W.) Manallasacc 3560msnm. Ayacucho

Variedades	Promedio (kg. ha ⁻¹)	ALS (T)
Roja de Pasankalla (T2)	6628.30	A
Amarilla Marangani (T3)	6084.08	B
Blanca Junín (T1)	5933.88	B
Negra Collana (T4)	5465.73	C
Negra Ayrampo (T5)	4624.23	D

El rendimiento es la variable más importante en todo cultivo agrícola. Por el aporte económico. Se observa en la **Tabla 3.9**. El cultivar Roja de Pasankalla (T₂) muestra superioridad en el rendimiento de grano de quinua, superando estadísticamente a las demás variedades con un valor de 6628.30 kg. ha⁻¹. Los cultivares Amarilla Marangani (T₃) y Blanca de Junín (T₁) sin diferencia estadística entre ellos son las variedades con segunda prioridad en el rendimiento de grano, tomando valores de 6084.08 y 5933.88 kg. ha⁻¹ respectivamente. Las demás variedades tienen valores inferiores.

Urbano (2019) en condiciones del Centro Experimental Canaan-Ayacucho, a 2800 msnm. obtuvo un máximo de rendimiento de 7992.67 kg. ha⁻¹ con la variedad Negra Collana (INIA 420) y un mínimo de 5085.67 kg. ha⁻¹ con la misma variedad; Huanacahuari (1996), obtuvo el máximo rendimiento en el cultivar Mantaro con 8721.1 kg. ha⁻¹ y con el cultivar CH-06-91 obtuvo el menor rendimiento con 2516.9 kg. ha⁻¹, se puede afirmar que las variedades del presente experimento alcanzaron rendimientos cercanos a los obtenidos por Urbano y por debajo a los obtenidos por Huanacahuari. Choquecahua (2010) evaluó 24 cultivares de grano blanco en Canaan-INIA, encontró valores de rendimiento de grano entre 8171 y 2375 kg. ha⁻¹ para los cultivares CQA025 y CQA051 respectivamente, estos mismos cultivares fueron evaluados por Amiquero (2012) y obtuvo rendimiento de grano de 6719 y 5846 kg. ha⁻¹ respectivamente. Bautista (2015) en condiciones de Manallasacc, obtuvo rendimiento de 3449.7 kg. ha⁻¹ en variedad Blanca Junín y 27331.48 para Roja Pasankalla INIA -415 incorporando 4.0 tn/ha de Gallinaza.

Como se puede apreciar, los rendimientos en el presente estudio están dentro de los rendimientos obtenidos por Urbano (2019) y el rendimiento de la Variedad Negra Collana (INIA 420) está dentro del promedio, también podemos afirmar que los rendimientos obtenidos por Choquecahua (2010) están dentro del promedio, pero superiores a los obtenidos por Bautista (2015). Lo que permite afirmar que hubo un efecto sinérgico entre el guano de isla y la fertilización química muy concentrada aplicadas en la siembra, alta calidad de semilla, también por la calidad de suelo profundo y restos de nutrientes de gallinaza de la campaña anterior del cultivo de papa. Estos rendimientos posiblemente tienen similar o mejores en temperatura, humedad atmosférica, altitud, longitud y tipo de suelo, al lugar de procedencia de las variedades. Los rendimientos están muy relacionados con el nivel de fertilidad del suelo, el uso de abonos orgánicos y químicos, ya que un suelo saludable con la fertilidad química, física y biológica bien balanceada, produce altos rendimientos y de alta calidad. ya que todos los 16 minerales esenciales están presentes en cantidades óptimas y necesarias para el cultivo más los 3 macroelementos elementos como: el Carbono, hidrogeno y oxigeno son obtenidos del aire y agua eficientemente. cuando toda la fertilidad esta balanceado ; calidad de semilla, la época de siembra, humedad del suelo en el momento de la siembra, precipitación pluvial durante la etapa vegetativa del cultivo, pH, etc. En la relación: suelo, planta-manejo y clima. Intervienen 32 factores, que afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo, en su mayor porcentaje está determinado por factores como: la constitución genética de la planta, condiciones ambientales a la que está expuesto, y por factores bióticos (plagas, enfermedades y malezas que compiten con el cultivo). Tres de los factores ambientales más importantes son la radiación solar, la temperatura y la humedad del suelo. Factores que influyen de manera positiva en cada estadio del cultivo porque la zona del experimento posee condiciones favorables. Por todo están buenas condiciones óptimas complementado por el buen manejo, obtuvimos altos rendimientos en todas las variedades evaluadas.

Mujica (1983) menciona que el rendimiento potencial de la quinua alcanza a 11000 kg. ha⁻¹, sin embargo, la producción más alta obtenida en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de 6000 kg. ha⁻¹. Comparado con el presente trabajo experimentalmente se ha obtenido rendimientos desde: 6628.30 hasta 4624.23 kg. ha⁻¹. Resultado por la buena calidad de suelo, semilla

de calidad, nutrición adecuada, adecuada protección vegetal y ligera presión ambiental adversa. Habiendo cierta similitud con los resultados del autor mencionado.

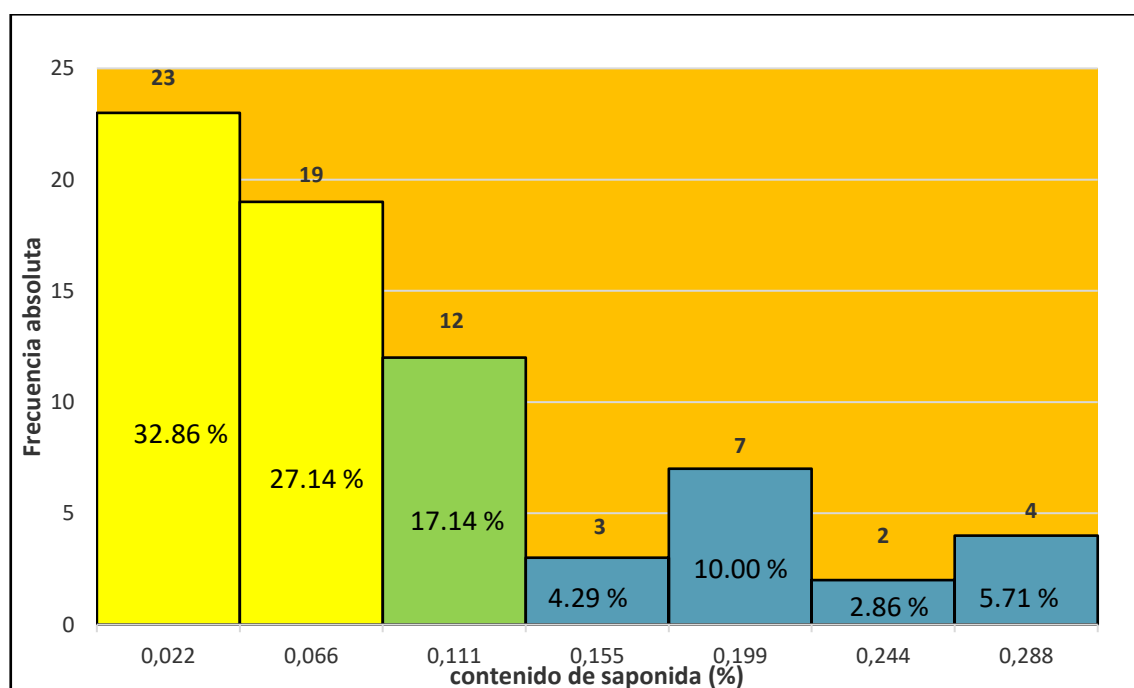
Fernández (1996) afirma que el mayor rendimiento, se debe a la adaptación de un cultivar a la zona de ensayo o tal vez por su carácter genético, también depende de la longitud y diámetro de panoja, peso de panoja, peso de grano por panoja y diámetro de grano, variables dependientes del medio ambiente, es decir del manejo agronómico. Comparando con el presente trabajo, los altos rendimientos obtenidos coinciden con las variables de productividad, mencionados por el anterior autor.

3.2. CONTENIDO DE SAPONINAS Y BETALAINAS

3.2.1. Determinación del contenido de saponina por el método espuma (tradicional)

Figura 3.1.

Histograma de frecuencia del contenido de saponinas en el germoplasma UNSCH-LGBV, por el método de Espuma



En la **figura 3.1.** Muestra que del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma UNSCH-LGBV, por el método Espuma; Resultó 23 acciones con un promedio de 0.022% de Saponina, consideradas como quinuas dulces, son de mayor frecuencia. Que representa el 32.86% del total del germoplasma evaluado y son: A7; A24; A39; A14; A62; A98; A123; A147; A155; A166; A173; A118; A144; A157; A76; A140;

A154; A46; A53; A21; A141; A25 y A40. Resulto 19 acciones con un promedio de 0.066% de Saponina, consideradas también como quinuas dulces. Que representa el 27.14% del total del germoplasma evaluada y son: A30; A168; A31; A175; A176; A67; A80; A134; A138; A148; A149; A167; A1; A35; A47; A57; A126; A128; A86. Resulto 12 Accesiones que contienen en promedio: 0.111% de saponina, consideradas como quinuas semidulces, que representa 17.14% del total del germoplasma evaluada y son: A41; A54; A61; A153; A20; A32; A69; A78; A136; A139; A130; A170. Resulto 3 accesiones que contienen en promedio 0.155%; de saponina, consideradas como quinuas semidulces. Que representa 4.29% del total del germoplasma evaluada y son: A117; A142 y A60. Resulto 7 accesiones que contienen en promedio: 0.199%; de saponina, consideradas como quinuas amargas. Que representa 10% del total del germoplasma evaluada y son: A172; A70; A143; A5; A120; A137; A156. Resulto también 2 accesiones que contienen en promedio: 0.244%; de saponina, consideradas como quinuas amargas. Que representa 2.86% del total del germoplasma evaluada y son: A23 y A115. Y finalmente resulto 4 accesiones que contienen en promedio: 0.288%; de saponina, consideradas como quinuas amargas. Que representa 5.71% del total del germoplasma evaluada y son: A162; A174; A68 y A127. Estos resultados permiten seleccionar estas características para futuros trabajos en la parte agronómica, agroindustrial y farmacéutica. Para una mayor identificación del porcentaje del contenido de saponinas de cada una de las accesiones por el Método Espuma. Se encuentra en el (anexo 7).

Choquehuanca (2011) al evaluar el contenido de saponinas en 25 cultivares de quinua de grano blanco (colecciones), procedentes de Provincia de Huamanga, distrito de Acocro, seleccionados en Inía- Canaán, con el método de espuma obtuvo desde: 0.08% hasta 0.56%. Comparado con nuestro trabajo de investigación de las 70 accesiones son similares a lo obtenido.

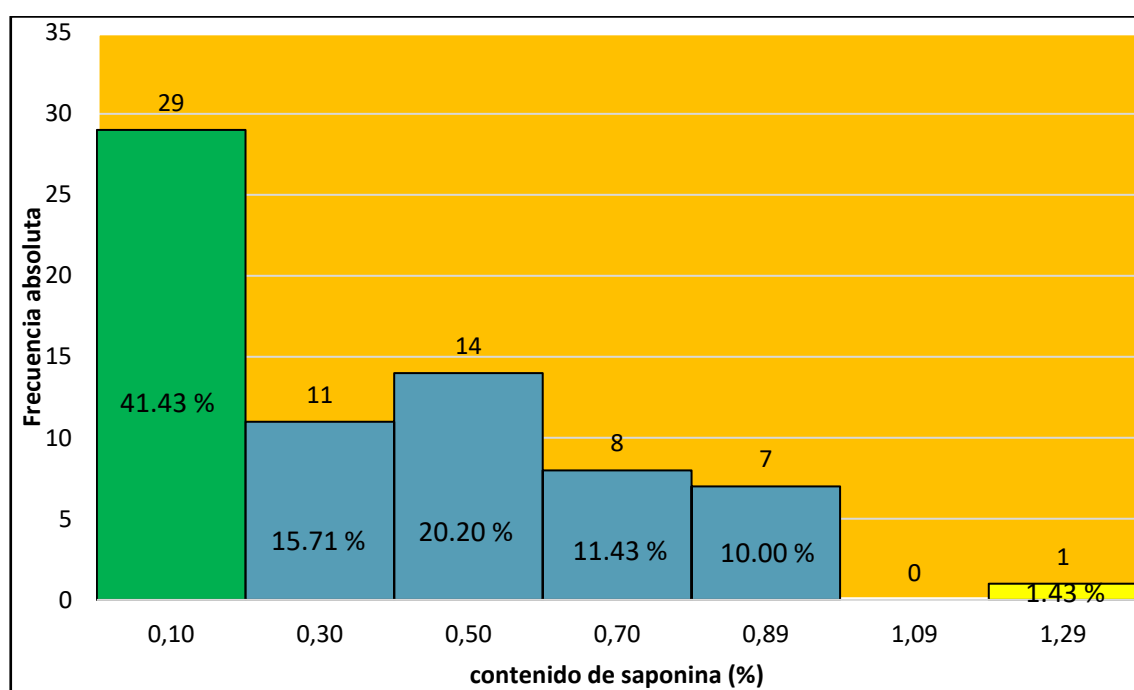
Nieto citado por Apaza y Delgado (2006) define como: quinuas libres de saponina en variedades de 0.00% de saponina; quinuas dulces en variedades con menos de 0.06% de saponina y quinuas amargas las variedades que tienen más de 0.16%. Al realizar la comparación del presente trabajo, se encuentran entre los valores de los autores arriba mencionados y se pueden agrupar en quinuas dulces desde 0 a 0.066% (42 accesiones). semidulces desde 0.067 a 0.155% (15 accesiones) y amargas 0.156% a 0.288% (13 accesiones).

Lescano (1994) indica que “el método de espuma tiene validez para determinar el contenido de saponinas en granos de quinua dentro de un rango de concentraciones que va desde 0.01% hasta 0.37%, valores que relacionan a alturas de espumas que van desde 0.2 a 3 cm”. Al comparar con nuestro trabajo de investigación, se encuentran dentro del rango obtenido que varía desde 0 a 0.288%.

3.2.2. Determinación del contenido de saponina por el método HPLC

Figura 3.2.

Histograma de frecuencia del contenido de saponinas en el germoplasma UNSCH-LGBV, por el método de HPLC



En la **figura 3.2.** Muestra que del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma UNSCH-LGBV, Por el método HPLC; resulto 29 accesiones con un promedio de: 0.1% de saponina (presentan mayor frecuencia), consideradas como quinuas dulces. Que representa el 41.43% del total de germoplasma evaluada y son: A21; A25; A46; A172; A173; A175; A176; A14; A53; A76; A81; A123; A126; A138; A139; A140; A141; A144; A147; A154; A155; A156; A166; A69; A80; A24; A167; A168; A86. Resulto 11 accesiones con un promedio de: 0.30% de saponinas, consideradas como quinuas amargas. Que representa 15.71% del total de germoplasma evaluada y son: A39; A62; A136; A118; A148; A20; A137; A35; A143; A134; A70. Resulto 14 accesiones que contienen un promedio de: 0.5% de saponina, consideradas quinuas amargas. Que

representa 20.20% del total de germoplasma evaluada y son: A68; A67; A157, A128; A142; A149; A61; A98; A40; A32; A130; A54; A60; A47. Resulto 8 accesiones que contienen un promedio de: 0.7% de saponina, consideradas quinuas amargas. Que representa 11.43% del total de germoplasma evaluada y son: A117, A30; A153; A57; A127; A23; A41; A170. También resulto 7 accesiones que contienen un promedio de: 0.89% de saponina, consideradas quinuas amargas. Que representa 10% del total de germoplasma evaluada y son: A7; A115; A162; A1; A31; A120; A174. Y finalmente Resulto 1 accesión que contiene un promedio de: 1.29% de saponina, considerada la quinua de mayor amargor, que representa 1.43% del total de germoplasma evaluada y es: A5.

En la figura, el grupo de 29 accesiones de quinua contienen un promedio: 0.10% de saponinas, son consideradas como de sabor dulce y estas son: A21; A25; A46; A172; A173; A175; A176; A14; A53; A76; A81; A123; A126; A138; A139; A140; A141; A144; A147; A154; A155; A156; A166; A69; A80; A24; A167; A168; A86. Por otro lado, las 41 accesiones que contienen desde 0.3% a 1.29%, considerados de sabor amargo y estas son: A39; A62; A136; A118; A148; A20; A137; A35; A143; A134; A70; A68; A67; A157, A128; A142; A149; A61; A98; A40; A32; A130; A54; A60; A47; A117, A30; A153; A57; A127; A23; A41; A170; A7; A115; A162; A1; A31; A120; A174 y A5.

El método (HPLC) es un procedimiento analítico de mayor precisión, comparado con el método tradicional (Espuma); que muestra un mayor rango de variación. Como mencionan; Monje y Raffaillac, 2006; Lozano *et al.*, 2012 y Guzmán *et al.*, (2013) consideran la espectrofotometría como un buen y preciso método para determinar la cantidad de saponinas en quinua. Para una mayor identificación del porcentaje del contenido de saponinas de cada una de las accesiones por el Método HPLC. Se encuentra en el (anexo 8).

Guglú (2007) el contenido de saponinas varía entre 0-3% en granos secos, aunque se ha reportado variedades con contenidos de saponina de hasta 4%. Granos muy amargos se clasifican entre 1- 3% granos de contenido medio entre 0.1 y 1% y variedades dulces de 0.0 a 0.15 %, Al comparar con nuestro trabajo de investigación, se encuentra dentro del rango obtenido que varía desde 0 a 1.29%.

Apaza V. *et al*, (2013) determinaron el contenido de saponina en las variedades de quinua: Roja Pasankalla, Blanca Junín, Amarilla Marangani, Negra Collana, Negra Ayrampo y de otras quinuas comerciales. 0.00%, 3%, 7%, 0%, 0.02%; respectivamente. Por el método HPLC. Al comparar con nuestro trabajo de investigación, se encuentra un grupo dentro del rango obtenido que varía desde 0 a 1.29%. el resto está encima del rango, debido a que las muestras evaluadas por Apaza fueron provenientes de Puno, por el cual podría influir el medio ambiente en el contenido de Saponinas y otros compuestos bioactivos.

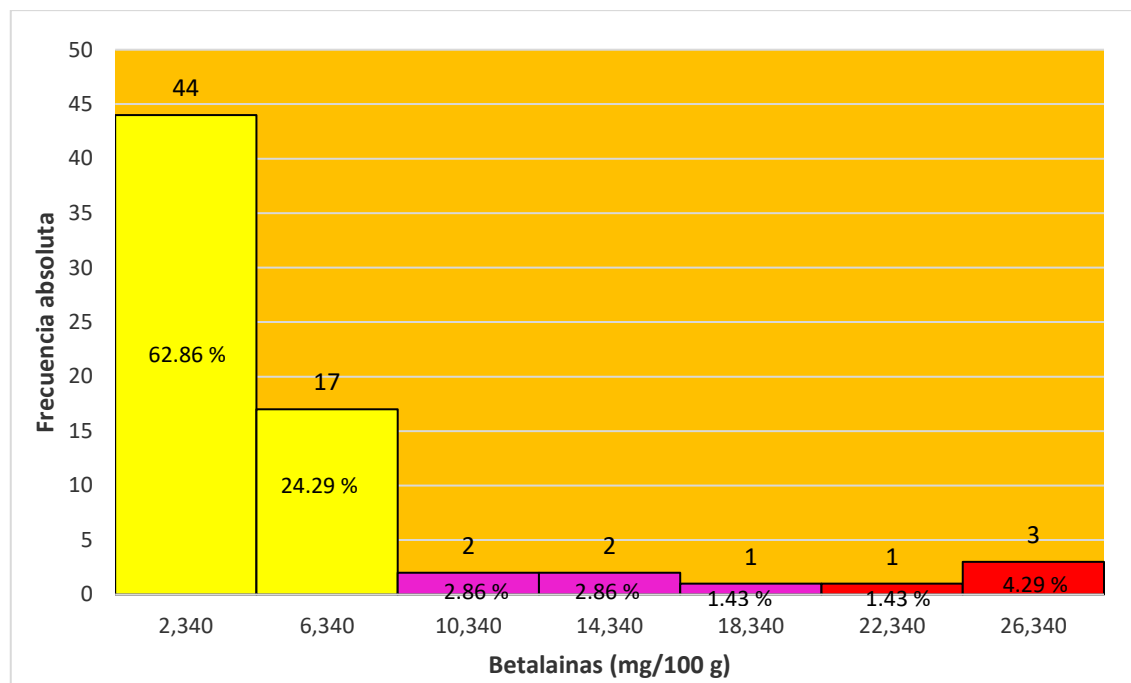
Telleria et al (1978) en su investigación titulada “Evaluación química y biológica de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.), influencia de la extracción de las saponinas por tratamiento térmico” demostraron que:

las variedades de quinua sajama (1.7%) y blanca (1.9%) presentan menor concentración de saponina que las variedades amarillas (2.3%) y coloreada (2.8%). Estos valores se obtuvieron después de lavar la quinua a 50°C, donde se removió un 75 a 80 % de la saponina. Según Ruales and Fair (1992) las saponinas de la quinua son glucósidos triterpenoidales, localizadas en el pericarpio de las semillas y solubles en metanol y agua. Al comparar con nuestro trabajo de investigación, se encuentra dentro del rango obtenido que varía desde 0 a 1.29%.
(p. 74)

3.2.3. Determinación del contenido de Betalainas por el método HPLC (mg/100g)

Figura 3.3.

Histograma de frecuencia del contenido de betalainas en el germoplasma UNSCH-LGBV, por el método de HPLC



En la **figura 3.3.** Muestra que del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma UNSCH-LGBV, Por el método HPLC; resulto 44 accesiones con un promedio de: 2.34 mg/100 gr de betalainas, consideradas como quinuas de colores claros. Que representa 62.86% del total de germoplasma evaluada y son: A157; A14; A154; A140; A156; A138; A139; A68; A32; A126; A123; A80; A155; A172; A173; A142; A46; A144; A175; A162; A148; A153; A78; A39; A24; A25; A60; A40; A62; A35; A149; A21; A76; A31; A69; A118; A53; A30; A128; A7; A130; A134; A5; A166. Resulto 17 accesiones con un promedio de: 6.340 mg/100 gr de betalainas, consideradas quinuas de colores claros. Que representa 24.29% del total de germoplasma evaluada y son: A86; A67; A57; A98; A120; A20; A41; A54; A70; A47; A117; A23; A174; A1; A61; A115; A167. Resulto 2 accesiones con un promedio de: 10.340 mg/100 gr de betalainas, consideradas quinuas de colores ligeramente pigmentadas. Que representa 2.86% del total de germoplasma evaluada y son: A176 y A137. Resulto 2 Accesiones con un promedio de: 14.340 mg/100g de betalainas, consideradas quinuas de colores ligeramente pigmentadas. Que representa 2.86% del total de germoplasma evaluada y son: A168 y A170. Resulto 1 accesión con un promedio de: 18.340 mg/100g de

betalainas, consideradas quinuas de colores intensas. Que representa 1.43% del total de germoplasma evaluada y es: A136. Resulto 1 accesión con un promedio de: 22.340 mg/100g de betalainas, consideradas quinuas de colores intensos. Que representa 1.43% del total del germoplasma evaluada y es: A127 y finalmente resulto 3 accesiones con un promedio de: 26.340 mg/100g de betalainas , consideradas quinuas de colores intensos. Que representa 4.29% del total del germoplasma evaluada y son: A141; A143 y A147.

las quinuas de grano de colores intensos que poseen altos contenidos de betalainas. Estos muestran colores amarillos, negros, rosados, moradas y rojos. Este método HPLC, es un procedimiento analítico de mayor precisión que muestra un mayor rango de variación. El contenido de betalainas es muy variable ya que la quinua tiene presente mayor cantidad en la cascara, en comparación con los frutos como la tuna, pitajaya y en la raíz como la betarraga. Para una mayor identificación de la cantidad del contenido de betalainas de cada una de las accesiones por el Método HPLC. Se encuentra en el (anexo 9).

Según Aguilar *et al.*, (2017) reportan en cascara de quinua de colores, proveniente de Puno. Desde 96 mg/100 g hasta 201.01 mg/100g del contenido de betalainas. Efectuado con el método de extracción asistida por ultrasonido. Comparado con los resultados de nuestro trabajo de investigación se obtuvimos menores valores, teniendo valores desde 0 a 26.344 mg/100 g. El análisis de nuestro trabajo de investigación, fue efectuado en grano de quinua, con el método de HPLC. Esta diferencia se debe a que, en nuestro caso, el análisis se realizó en grano entero, en cambio lo efectuado por Aguilar *et al.*, (2017), fue realizado en cascara de quinua de colores; en esta parte se encuentra la mayor cantidad de pigmento y usó el método de extracción asistida por ultrasonido.

Según Vidaurri *et al.*, (2017) obtuvo valores en quinua de colores con cascara, mediante el método Abderrahim *et al.*, 2015; en quinua Roja Pasankalla: 0.13 mg/100 g y en Negra Collana: 0.17 mg/100 g. En comparación con los obtenidos en el presente trabajo de investigación guardan una estrecha relación con una parte del grupo de accesiones consideradas granos bajos en contenido de betalainas (que están en el rango de 2.340 mg/100 g). Esta diferencia se debe a que el análisis, en nuestro trabajo de investigación se realizó en 70 accesiones y por el método de HPLC, en cambio lo

efectuado por Vidaurri *et al.*, (2017), fue solo en 2 variedades por el método de (Abderrahim *et al.*, 2015).

Ortiz (2010) al realizar la extracción de betalainas y determinación antioxidante de raíz de *Beta vulgaris* "betarraga", fruto de *Opuntia ficus indica* L. "tuna" y flores de *Amaranthus caudatus* L. "kiwicha" en la región Ayacucho llegando a los siguientes resultados, que las tres plantas contienen betalainas caracterizados como betacianinas y betaxantinas, en cantidades de 14.9 mg/100g; 23.7 mg/100g y 3.8 mg/100g de respectivamente. Comparado con los resultados de nuestro trabajo de investigación se obtuvieron valores dentro del rango, obteniendo valores en nuestro trabajo de investigación desde 0 a 26.344 mg/100 g. del cual deducimos que estas betalainas de las quinuas que poseen similares o mayores a los que posee la betarraga, Kiwicha y tuna. Un cierto grupo de las accesiones, poseen gran potencial para la industrialización y obtención de colorantes naturales para la gastronomía, agroindustria e industria farmacéutica.

Los resultados obtenidos se deben a la cantidad de pigmentos que posee algunas accesiones, ya sea en mayor o menor grado, el contenido de betalainas está asociado directamente a la coloración del perisperma del grano de quinoa (cascara del grano de quinoa). Es decir, las accesiones con colores más intensos poseen mayor contenido de betalainas y las accesiones que posee colores claros poseen menor o ausencia de betalainas. Las betalainas están conformadas por dos tipos las de coloración roja-violeta denominadas betacianinas y de coloración amarilla las betaxantinas, las accesiones evaluadas poseen distintos tonos de coloración desde blancos, blanco sucio, blanco opaco, marron, negro, crema, amarillo, rosado tenue, rosado, anaranjado y la morada purpura. Que al realizar el comparativo, los que poseen mayor contenido de betalainas son las de coloración: anaranjado, morado, amarillo y crema en ese orden respectivamente. Como menciona el autor Gallardo y *et al.*, (1996) el color de las hojas y frutos de las Chenopodiaceas, es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalainas, tanto del tipo, betacianinas (rojo- violeta) y betaxantinas (amarillas). En nuestro caso coincide lo afirmado por Gallardo, y la cuantificación de betalainas totales es la suma de betacianinas (rojo-violeta) más las betaxantinas (amarillas), porque poseen los mismos componentes y funciones.

CONCLUSIONES

1. La variedad Roja de Pasankalla (T_2) y Amarilla de Marangani (T_3) son los de mayor rendimiento de peso de grano por panoja sin diferencia estadística entre ellos tomando valores de 66.80 y 63.95 gr respectivamente. La variedad Negra Ayrampo es la de menor peso de grano por panoja. El rango de variación va de 66.80 a 49.88 gr para las variedades indicadas anteriormente.

El cultivar Roja de Pasankalla (T_2) muestra superioridad en el rendimiento de grano de quinua superando estadísticamente a las demás variedades con un valor de 6628.30 kg. ha^{-1} . Los cultivares Amarilla Marangani (T_3) y Blanca de Junín (T_1) sin diferencia estadística entre ellos son las variedades con segunda prioridad en el rendimiento de grano, tomando valores de 6084.08 y 5933.88 kg. ha^{-1} respectivamente.

2. Del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma de quinua: UNSCH-LGBV, mediante el método Espuma, obtuvimos; 23 accesiones que contienen un promedio de: 0.022% de saponina; 19 accesiones que contienen un promedio de: 0.066% de saponinas, los 2 grupos consideradas como quinuas dulces. Obtuvimos también 12 accesiones que contiene un promedio de: 0.111% de saponinas; 3 accesiones que contienen un promedio de: 0.155% de saponina; ambos considerados como quinuas semidulces. Finalmente obtuvimos 7 accesiones que contienen un promedio de: 0.199% de saponina; 2 accesiones que contienen un promedio de: 0.244% de saponina y 4 accesiones que contienen un promedio de: 0.288%. estos últimos 3 grupos considerados como quinuas amargas.

Del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma UNSCH-LGBV, mediante el método HPLC; 29 accesiones contienen un promedio de: 0.10% de saponinas; estas consideradas como quinuas dulces; 11 accesiones que contienen un promedio de: 0.3% de saponinas; 14 accesiones que contienen un promedio de 0.5% de saponinas; 8 accesiones que contienen un promedio de: 0.7% de saponinas; 7 accesiones que

contienen un promedio de: 0.89% de saponina y 1 accesión que contiene un promedio de 1.29%. todo este segundo grupo de: 41 accesiones son, consideradas quinuas amargas. Este método es un procedimiento analítico de mayor precisión, comparado con el método tradicional; que muestra un mayor rango de variación. Por ello solo tenemos 2 grupos de quinua en el contenido de saponina (dulces y amargas).

Del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma UNSCH-LGBV, mediante el método de HPLC, para determinar el contenido de betalainas. 44 accesiones contienen un promedio de: 2.340 mg /100 gr de betalainas; 17 accesiones que contienen un promedio de: 6.340 mg /100 g de betalainas. estos 2 grupos de 61 accesiones, son consideradas como quinuas de colores claros. También existe 2 accesiones que contienen un promedio de: 10.340 mg/100 g de betalainas; 2 accesiones que contienen un promedio de: 14.340 mg/100 g de betalainas; 1 accesión que contiene un promedio de: 18.340 mg/100g de betalainas. Estos 3 grupos de 5 accesiones son: considerados como quinuas de colores intermedios. Finalmente existe 1 accesión que contiene un promedio de: 22.340 mg/100g de betalainas y 3 accesiones que contienen un promedio de: 26.340 mg/100g de betalainas, estos 2 últimos grupos, de 4 accesiones son considerados de grano de colores intensos que poseen un alto contenido de betalainas.

RECOMENDACIONES

1. Bajo las condiciones ambientales de la comunidad de Manallasacc, a 3560 msnm, se recomienda la siembra de la variedad Roja de Pasankalla, Amarillo Marangani y Blanca de Junín, por la expresión adecuada de sus atributos: alto rendimiento, tamaño de grano, color de grano y demanda en el mercado. Resaltando que: La Roja Pasankalla y Blanca de Junín tienen bajo contenido de saponina y Amarillo Marangani alto contenido de saponina.
2. Recomendar la evaluación agronómica de las accesiones no comerciales, los que poseen menor contenido de saponinas y bajo contenido de betalainas, que son características muy apreciadas para la producción agrícola, porque son de grano blanco y son: A21; A25; A46; A14; A53; A76; A123; A126; A138; A139; A140; A144; A154; A155; A156; A166; A69; A80; A24 y A167 (poseen menores a 0.1% de saponina y de 2.34 a 6.340 mg/100 gr de betalainas totales). Asimismo, efectuar la evaluación mencionada para los de alto contenido de Saponina y mayor contenido de betalainas para su aprovechamiento agroindustrial, farmacéutica y son adaptadas a climas adversas. son: A136; A137; A143; A127 y A170 (poseen mayores a 10.34 mg/100 gr de betalainas totales y de 0.3 a 1.43% de saponina).
3. Recomendar la evaluación agronómica de las accesiones no comerciales, los que poseen menor contenido de saponinas y alto contenido de betalainas, que son características muy apreciadas para la agroindustria, respecto a este grano y son: A178; A141; A147 y A168 (poseen menores a 0.1% de saponina y de 10.340 a 26.340 mg/100 gr de betalainas totales). Asimismo, efectuar la evaluación mencionada para los de alto contenido de Saponina y menor contenido de betalainas para su aprovechamiento agroindustrial y farmacéutica y son: A157; A68; A32; A142; A162; A148; A153; A39; A60; A40; A62; A35; A149; A118; A30; A128; A7; A130; A134 y A5 (poseen menores a 2.34 mg/100 gr de betalainas totales y de 0.3 a 1.43% de saponina).

4. Recomendar la evaluación bromatológica y contenido total de metabolitos secundarios de las accesiones del Germoplasma UNSCH, para su posterior uso.
5. Conservar e incrementar la viabilidad de la semilla de las accesiones del Germoplasma UNSCH, las que servirán para futuros trabajos de investigación, uso y diversidad genética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDERRAHIM, F; HUANATICO, E; SEGURA, R; ARRIBAS, S; GONZALEZ, M. C; Y CONDEZO-HOYOS L. (2015). Physical features, phenolic compounds, betalains and total antioxidant capacity of coloured quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) from Peruvian Altiplano. Food Chem.; 183: 83–90.
- AGUILAR; S.J.; TUESTA, W; MAMANI, M. NAVARRO, W. (2017). Obtención de colorante de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) y su estabilización mediante encapsulamiento por atomización en maltodextrosa
- AMIGUERO, L. (2014). Selección y Evaluación de poblaciones de variedades de quinua de grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2756.5 msnm, tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo.
- APAZA, M. Y DELGADO, M. (2005). Manejo y Mejoramiento de Quinua Orgánica. Serie Manual N° 01. INIA. Puno-Perú.
- APAZA, V. *et al* (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Lima Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, 79 p.
- AYALA, C. (1977). Efecto de localidades en el contenido de proteínas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Ing. Agro. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Técnico del Altiplano. Puno-Perú.
- AZEREDO, ET AL., (2009). Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review. International Journal of Food Science and Technology 2009, 44, 2365–2376.
- Obtention de:
<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/579865/1/PA09018.pdf>
- BACIGALUPO, A.; TAPIA, M. (1990). Potencial agroindustrial de los cultivos andinos subexplotados. En M. Tapia, Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Santiago, Chile. FAO Editorial Gegra S.A. p. 136 - 163.
- BARBOZA, C. (2016). Caracterización y selección de 36 poblaciones de quinua de grano amarillo (*Chenopodium quinoa* Willd), tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo, UNSCH-Ayacucho.
- BAUTISTA, R. (2015). Niveles de gallinaza en el rendimiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Manallasacc 3580 msnm - Chiara – Ayacucho Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

- BONIFACIO, A., MUJICA, A., ALVAREZ, A. Y ROCA, W. (2001). Mejoramiento Genético, Germoplasma y Producción de semilla. En: FAO, Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro.
- BRUNETON, J. (2001). Farmacognosia (segunda Ed). Zaragoza.
- CALZADA, B. (1970). Métodos estadísticos para la investigación editorial jurídica. Lima – Perú
- CANAHUA, A. (1992). Comportamiento y potencialidades de la quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en las zonas agroecológicas de Puno, Perú y La Paz, Bolivia.
- CARRILLO, A. (1992). Anatomía de la semilla de *Chenopodium berlandieri* ssp. *nuttalliae* (Chenopodiaceae) Huauzontle. Tesis Maestro en Ciencias.
- CHOQUE P. (1980). Comparativo de Cuatro Variedades Comerciales de "Quinoa" (*chenopodium quinoa* willd.), en condiciones de Allpachaka (3500 msnm.) Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. UNSCH. Ayacucho-Perú.
- CHOQUECAHUA, A. (2011). Caracterización y selección de poblaciones varietales de quinoa grano blanco (*Chenopodium quinoa*, Willd.). Canaán 2735 msnm. Ayacucho.
- CHOI, Y. J., & THINES, M. (2014). Proposal to reject the name *Botrytis farinosa* (*Peronospora farinosa*) (Peronosporaceae: Oomycetes). *Taxon*, 63(3), 675–676. <http://doi.org/10.12705/633.19>
- DE LA CRUZ, J. (2003). Fertilización N-P-K en 4 variedades de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), en Manallasacc a 3640 msnm, Tesis Ing. Agrónomo – UNSCH, Ayacucho, Perú
- DELGADO-VARGAS, F., A. R. JIMÉNEZ Y O. PAREDES-LÓPEZ. (2000). Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins and Betalains-Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 40(3):173-289.
- DINI, I.; JACOBSEN, S.E.; SCHETTINO, O.; TENORE. G.; DINI, A. (2000). Isolation and characterization of saponins and other minor components in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). In, proceeding of COST 814 conference, crop development for cool and wet regions of Europe, perdenone, 10-13 may. Italy. 46 p.
- DIPAZ, B. (2010). Caracterización y Evaluación de Poblaciones de Quinoa de grano Amarillo (*Chenopodium quinoa* Willd.). Canaán 2730 msnm. - Ayacucho. Tesis para optar el Título Profesional de Ing. Agrónoma. UNSCH. Ayacucho -Perú.

- ESTRADA, R. (2013). Conservación y variación de material élite de la diversidad de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en zonas productoras de Ayacucho, Cuzco, Junín y Puno como alternativa al cambio climático. INIA- CONCYTEC
- FAO (en línea, sitio web) Consultado 27 nov. 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-isquinoa/origin-and-history/es/>
- FAO. (2000). La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Consultada en 25 de agosto del 2014. Disponible en: <http://es.slideshare.net/hlarrea/guinua-23521823>
- FENNEMA, O. (1995). Química de los alimentos. Segunda edición. Editorial Acirbia, Zaragoza, España.
- FERNÁNDEZ, T. (1986). Comparativo de rendimiento de seis variedades y dos líneas de quinua, (*Chenopodium quinoa* Willd.), Allpachaka a 3600 msnm. Tesis, Ing. Agrónomo – UNSCH, Ayacucho, Perú
- FONTURBEL, (2006). Problemática de la producción y comercialización de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) (Chenopodiaceae) debida a la presencia de las saponinas. Tomado de: <http://cabierta.uchile.cl/revista/21/articulos/pdf/paper6.pdf>. Revisado: 20/06/2010
- FRANCO, M. (2004). Caracterización parcial del pigmento rojo del fruto de lajotilla (*Escontria chiotilla*); una cactácea subexplotada. Tesis Mg.Sc. Universidad Autonoma Metropolitana Izatapalapa. Mexico.
- GALLARDO, M.; GONZALES, A. y PONESSA, G (1997) Morfología del fruto y semilla de *Chenopodium quinoa* Willd
- GALLARDO, M; PEDRO, F. y GONZALES, J. (1996) Efecto del ClNa sobre el contenido de betalainas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). En: XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Actas. 20-21 marzo. Mendoza, Argentina. Pp. 284-285
- GAMARRA, S. (2004). Extracción de Betaninas de las Semillas de Ayrampo (*Opuntia Soherensii* Britton & Rose), evaluación de la capacidad Antioxidante y Compuestos Fenólicos de los Extractos.
- GANDARILLAS, H. (1974). Genética y origen de la quinua. Ministerio de agricultura. Boletín informativo 09. La Paz Bolivia
- GANDARILLAS, H. (1979). Botánica. En: Quinua y Kañiwa Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá, Colombia. 20-44 pp.

- HENRY B.S. (1996). "Natural Food colors". In: Natural food colorants. Hendry G.A.F. and J.D. Houghton. Eds. Blackie Academic Professional. p.40-79
- HUANCAHUARI, E. (1996). Caracterización y evaluación del rendimiento de 14 cultivares de quinua en Canaán a 2750 msnm. Ayacucho 1996.
- INIA (2013). Nueva variedad de quinua con mayor rendimiento y calidad de grano para la agroindustria. Puno. (<http://www.inia.gob.pe/sala-de-prensa/notas-de-prensa/605-inia-presenta-nueva-variedad-de-quinua-con-mayor-rendimiento-y-calidad-de-grano-para-la-agroindustria>)
- KOZIOL, M. J. (1990). Composición química en: Quinua, hacia su cultivo comercial. Latinreco. S. A. Quito. Ecuador.
- LEÓN, J. (2003). Cultivo de la Quinua en Puno Perú. Descripción, Manejo y producción. Puno-Perú. setiembre.
- LEÓN, J. (2006). Hibridación y comparación de la F1 con sus progenitores en tres cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Puno. Tesis Ing. Agro. FCA-UNA. Puno, Perú. pp 34- 36.
- LESCANO, J. (1994). Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos. 1er.edicion en: lilloa, 45(1-2), 108–118. Recuperado a partir de: <http://www.lillo.org.ar/journals/index.php/lilloa/article/view/468>
- LESCANO. J. L. (1981) Genética y Mejoramiento de Cultivos Andinos: Quinua, Convento PELT/INADE-IC/COTESU. Puno, Perú. Kañihua, Tarwi, Kiwicha, Papa Amarga, Olluco, Oca e lsaño.. -Proyecto 1-'twa.
- LOCK, DE UGAZ O. (1987). Colorantes Naturales. Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú.
- LÓPEZ, J. AND ALMELA, L. (1985). Application of high-performance liquid chromatography to the characterization of the betalain pigments in prickly pear fruits. Journal of Chromatography A. 913, 415-420.
- MANDUJANO, R. (2006). Estudio preliminar de los pigmentos presentes en cáscara de pitaya (*stenocereus stellatus*) de la región mixteca. Oaxaca-México: Universidad
- MEJIA, M. (2012). Niveles de abonamiento orgánico y sintético para optimizar el uso de nutrientes en el rendimiento de quinua (*chenopodium quinoa* Willd.), Chontaca (3,500 msnm) - Ayacucho [Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2039>

- MONJE, C; Y ARKO, A. y RAFFAILLAC, J. (2006). Determinación de saponina total en Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). Método Espectrofotométrico. Memoria IV Congreso Nacional de la asociación boliviana de protección vegetal. Bolivia. Páginas 1-7
- MORENO-ALVAREZ, M.J.; VILORIA-MATOS, A Y BELÉN, D. (1999). Degradación de betalainas en remolacha (*Beta vulgaris* L.): Estudio cinético. Revista Científica FCV-LUZ XII (2): 133-136.
- MOROTE, (2014). Rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en tres densidades de plantas bajo sistema de labranza mínima. Canaán 2750 msnm Ayacucho. tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo, UNSCH-Ayacucho.
- MUJICA, A (1977). Tecnología del cultivo de la quinua. Boletín Técnico N° 2. Ministerio de Agricultura. Zona Agraria XII. Puno, Perú.
- MUJICA, A. (1983). Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México. Tesis Maestro en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- MUJICA, A. (1998). Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Centro de genética. Montecillos, México
- MUJICA, A. (1993). "Cultivo de Quinoa". Instituto Nacional de Investigación Agraria. Serie Manual N° 11. Lima – Perú
- MUJICA, A. (1993). Selección de variedades de quinua, (*Chenopodium quinoa* Willd.), Tesis M.Sc., UAC, Chapingo, México
- MUJICA, A. *et al.* (1997). Libro de Campo. Prueba Americana y Europea de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Puno. Perú.
- MUJICA, A. Y CANAHUA, A. (1989). Fenología del cultivo de la quinua. En curso taller de fitopatología de cultivos andinos y uso de la información agro meteorológica. PICA. INIIA. Puno, Perú.
- MUJICA, A.; JACOBSEN, S.E.; IZQUIERDO, J.; y MARATHEE, J. P. (2001). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.); Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro
- NIETO, C. y SORIA, M. (1991). "Procesamiento de la quinua en el Ecuador". Seminario Taller. Quito

- NORMA TECNICA PERUANA DE QUINUA. NTP 205.062-2014, R.021-2009/INDECOPI-CNB, publicada 2014-07-12, II Edicion.
- ORTIZ, M. (2010). Extracción de betalainas y determinación de la actividad antioxidante de raíz de *Beta vulgaris* L. "betarraga", fruto *Opuntia ficus indica* L. Mill. "tuna" y flores de *Amaranthus caudatus* L. "Kiwicha". Ayacucho.
- PÉREZ, A. (2005). Manejo del cultivo de quinua en la Sierra Central, serie manual N° 01. INIA. Lima -Peru.
- RIDOUT et al. (1991). Saponinas, ácido fítico, taninos e inhibidores de proteasa en semillas de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd). Centro Químico, Universidad de Lund, PO Box 124, S-221 00 Lund, Suecia
- RODRÍGUEZ, P. (1985). Las betalainas como colorante natural en alimentos. Revista Industria Alimentarias. Pag. 56-43
- ROMO, R; AURA, P; ROSERO (2006). Potencial nutricional de harinas de quinua (*Chenopodium Quinoa* Willd), Variedad Partial en los andes Colombianos Primera Parte. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol. 4 No 1, marzo 2006.
- ROSAS, G (2015). Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) bajo dos sistemas de cultivo en la Unión-Leticia, Tarma. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNA la Molina, Lima
- RUALES J. y FAIR B.M, (1992). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). An important andean food crop. DAN, University of Lund, Sweeden. IIT, EPN. Quito, Ecuador. 26 p. Disponible en: <http://laquinua.blogspot.com/2007/06/determinación-del-contenido-de-saponina.html>. Consultado el: 26/10/2014
- RUALES. J. (1992). Development of an infant food from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Technological aspects and nutritional consequences. Dissertation University of Lund, Sweeden. pp. 13-43.
- SAGUY, I. (1979). Thermostability of red beet pigmentos (betanine and vulgaxanthin): Influence of pH and temperature. Journal of Food Science. 44: 1554 – 1555.
- SALINAS, A. et al. (2008). Efecto de las heladas sobre el cultivo de la quinua. En: Revista Agricultura del Desierto. Editado por la Universidad Arturo Prat. Impreso en Chile. pp. 73-80.
- SÁNCHEZ, N. (2006). Extracción y Caracterización de los principales pigmentos del *Opuntia joconoste* c.v. (xoconostle). Mexico: Instituto politécnico Nacional. Obtenido de <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/10716>

- SARMIENTO, V. H. (2001). Estabilidad Fisicoquímica y Actividad antioxidante de las Betalainas en el Extracto hidrosoluble del Ayrampo (*Opuntia soehrensii*) durante el proceso de Atomizado. Tesis para Optar el Grado de: Magister Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú.
- SOTO, J. L., KURAMOTTOET, A. L., (2010). Normas Técnicas Andinas para Quinua (*Chenopodium quinoa* W.) y productos procesados (hojuelas y harina). IBNORCA-NORESXPOR. La Paz, Bolivia.
- STINTZING, F; SCHIEBER, A; CARLE, R. (2001). Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. European Food Research and Technology. Obtenido de <http://ftxt.eurekamag.com/003/003758465.pdf>
- STRACK D., T. VOGT & W. SCHLIEMANN. (2003). Recent advances in betalain research. Phytochemistry 62: 247-269.
- SUMAYA-MARTÍNEZ M. T., S. CRUZ-JAIME, E. MADRIGAL-SANTILLÁN, J. D. GARCÍA-PAREDES, R. CARIÑO-CORTÉS, N. CRUZ-CANSINO, C. VALADEZ-VEGA, L. MARTÍNEZ-CÁRDENAS AND E. ALANÍS-GARCÍA. (2011) Betalain, acid ascorbic, phenolic contents and antioxidant properties of purple, red, yellow and white cactus pears. International Journal of Molecular Sciences 12:6452-6468
- TAPIA, M. (2001). Industrialización. En: Tapia, et al., (eds.). Quinua y Kañiwa, cultivos andinos. CIID, IICA, Bogotá, Colombia. Serie: Libros y materiales educativos. N° 40. pp. 193- 201.
- TAPIA, M. *et al.*, (1979). La Quinua y la Kañiwa. Cultivos Andinos. Editorial IICA. Bogotá - Colombia.
- TELLERIA, M.L.; SGARBIERI, V.C. y AMAYA, J. (1978). Evaluación química y biológica de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.), influencia de la extracción de las saponinas por tratamiento térmico.
- URBANO, R (2019). Instalacion de un sistema de fertirriego por goteo y efecto del ácido húmico en el rendimiento de quinua negra (*Chenopodium quinoa* W.) en Canaan, 2735 msnm-Ayacucho.
- VALDEZ, J. (2015). Caracterización fisicoquímica, funcional-tecnológica y sensorial de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) Universidad Nacional Agraria La Molina -Lima, Repositorio -BAN

- VALENZUELA, C. (2019). Obtención de extractos proteicos por el punto isoeléctrico y composición de aminoácidos de dos variedades de *Chenopodium quinoa* Willd, CICA 17 y CICA 18 [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco] https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4344/253T20191072_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- VIDAURRE, J.; DIAS, G.; MENDOZA, E. Y SOLANO, M. (2017). Variación del contenido de Betalainas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante durante el procesamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.)
- VILLACORTA Y TALAVEDRA (1976). Anatomía del grano de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), Anales científicos UNA 14 p.p. 39 – 45.
- VILLAR, A. (1999). Farmacognosia General (Editorial). Madrid-España.
- VILLEGAS R. L., GARCÍA H. F., CABALLERO A. Y., SANTOS DE FLORES E. (1983). Estudio de los colorantes del betabel (*Beta vulgaris* L.). Revista de la Sociedad Química de México. 27 (4) jul-ag.: 175-183
- VON ELBE J.; SCHWARTZ S. Y HILDENBRAND B. (1981). “Loss and Regeneration of Betacyanin Pigments during Processing of red Beets”. Journal of Food Science.
- ZAVALETA R. (1993). Evaluación de procesos industriales para la de saponificación de la quinua. Grupo de política tecnológica, lima – Perú, pp. 25.
- ZEGARRA, G. (2010). Actividad detergente y acaricida de principios activos de Quinuas Amargas, Aceites esenciales y Tarwi. Tesis para optar el título de químico en la Universidad la Católica del Perú
- ZEVALLOS, D. (1984). "Manual de Horticultura para el Perú". Ediciones Manfer. S.A. Barcelona - España.

ANEXOS

Anexo 1. Lista de los 70 Accesiones del germoplasma UNSCH-LGBV, de quinua utilizado en el trabajo de investigación.

	CODIGO	Accesión	Nombre científico		Variedad	Color de	Tipo de material
			Genero	Especie		grano	
1	UNSCHLGBV604050113	A1	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	anaranjado	Sem. Botánica
2	UNSCHLGBV604050513	A5	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Amarillo anar.	Sem. Botánica
3	UNSCHLGBV604050713	A7	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Amarillo	Sem. Botánica
4	UNSCHLGBV604052013	A20	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	amarillo	Sem. Botánica
5	UNSCHLGBV604052113	A21	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
6	UNSCHLGBV604052313	A23	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	blanco	Sem. Botánica
7	UNSCHLGBV604052413	A24	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	blanco	Sem. Botánica
8	UNSCHLGBV604052513	A25	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco	Sem. Botánica
9	UNSCHLGBV604053013	A30	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium blanco sucioquinua</i>	ND	Blanco sucio	Sem. Botánica
10	UNSCHLGBV604053113	A31	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco sucio	Sem. Botánica
11	UNSCHLGBV604053513	A35	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
12	UNSCHLGBV604053913	A39	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco	Sem. Botánica
13	UNSCHLGBV604054013	A40	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
14	UNSCHLGBV604054113	A41	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco	Sem. Botánica
15	UNSCHLGBV604054613	A46	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanca	Sem. Botánica
16	UNSCHLGBV6040517213	A172	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	Blanca Junín	blanco	Sem. Botánica
17	UNSCHLGBV6040517313	A173	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	Roja Pasankalla	Rojo marron	Sem. Botánica
18	UNSCHLGBV6040517413	A174	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	Amarilla Marangani	anaranjado	Sem. Botánica
19	UNSCHLGBV6040514413	A46	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Rosado tenue	Sem. Botánica
20	UNSCHLGBV6040517513	A175	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	Negra Collana	Negro marron	Sem. Botánica
21	UNSCHLGBV6040517613	A176	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	Negra Ayrampo	morado	Sem. Botánica
22	UNSCHLGBV604051413	A14	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	blanco	Sem. Botánica
23	UNSCHLGBV604053213	A32	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Rosado tenue	Sem. Botánica
24	UNSCHLGBV604054713	A47	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Rosado tenue	Sem. Botánica
25	UNSCHLGBV604055313	A53	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco sucio	Sem. Botánica
26	UNSCHLGBV604055413	A54	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Amarillo claro	Sem. Botánica
27	UNSCHLGBV604055713	A57	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	amarillo	Sem. Botánica
28	UNSCHLGBV604056013	A60	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco	Sem. Botánica
29	UNSCHLGBV604056113	A61	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Amarillo claro	Sem. Botánica
30	UNSCHLGBV604056213	A62	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco sucio	Sem. Botánica
31	UNSCHLGBV604056713	A67	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	amarillo	Sem. Botánica
32	UNSCHLGBV604056813	A68	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
33	UNSCHLGBV604056913	A69	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco sucio	Sem. Botánica
34	UNSCHLGBV604057013	A70	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	amarillo	Sem. Botánica
35	UNSCHLGBV604057640	A76	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco sucio	Sem. Botánica
36	UNSCHLGBV604057813	A78	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco sucio	Sem. Botánica
37	UNSCHLGBV604058013	A80	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
38	UNSCHLGBV604058613	A86	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	amarillo	Sem. Botánica
39	UNSCHLGBV604059813	A98	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco	Sem. Botánica
40	UNSCHLGBV6040511513	A115	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	crema	Sem. Botánica
41	UNSCHLGBV6040511740	A117	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	crema	Sem. Botánica
42	UNSCHLGBV6040511813	A118	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco	Sem. Botánica
43	UNSCHLGBV6040512013	A120	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	amarillo	Sem. Botánica
44	UNSCHLGBV6040512313	A123	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Amarillo	Sem. Botánica
45	UNSCHLGBV6040512613	A126	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	amarillo	Sem. Botánica
46	UNSCHLGBV6040512713	A127	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Amarillo inten	Sem. Botánica
47	UNSCHLGBV6040512813	A128	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Amarillo	Sem. Botánica
48	UNSCHLGBV6040513013	A130	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
49	UNSCHLGBV6040513413	A134	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
50	UNSCHLGBV6040513613	A136	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	crema	Sem. Botánica
51	UNSCHLGBV6040513713	A137	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	rosado	Sem. Botánica
52	UNSCHLGBV6040513813	A138	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Rosado tenue	Sem. Botánica
53	UNSCHLGBV6040513913	A139	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Rosado tenue	Sem. Botánica
54	UNSCHLGBV6040514013	A140	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	crema	Sem. Botánica
55	UNSCHLGBV6040514113	A141	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	morado	Sem. Botánica
56	UNSCHLGBV6040514213	A142	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	crema	Sem. Botánica
57	UNSCHLGBV6040514413	A144	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
58	UNSCHLGBV6040514713	A147	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Rosado intenso	Sem. Botánica
59	UNSCHLGBV6040514813	A148	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco sucio	Sem. Botánica
60	UNSCHLGBV6040514913	A149	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
61	UNSCHLGBV6040515313	A153	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	crema	Sem. Botánica
62	UNSCHLGBV6040515413	A154	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
63	UNSCHLGBV6040515513	A155	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco sucio	Sem. Botánica
64	UNSCHLGBV6040515613	A156	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco sucio	Sem. Botánica
65	UNSCHLGBV6040515713	A157	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Blanco opaco	Sem. Botánica
66	UNSCHLGBV6040516213	A162	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	crema	Sem. Botánica
67	UNSCHLGBV6040516613	A166	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	crema	Sem. Botánica
68	UNSCHLGBV6040516713	A167	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	crema	Sem. Botánica
69	UNSCHLGBV6040516813	A168	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Rosado intenso	Sem. Botánica
70	UNSCHLGBV6040517013	A170	<i>Chenopodium</i>	<i>Chenopodium quinua</i> Willd	ND	Morando	Sem. Botánica

Anexo 2. Reporte del análisis de caracterización del suelo del predio Manallasacc (siembra anterior cultivo de papa)



MULTISERVICIOS "AGROLAB"
INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

**ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN
EVALUACIÓN, MUESTREO DE SUELOS,
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL
ANÁLISIS AGRÍCOLA, USO, MANEJO Y
CONSERVACION DE SUELOS**

ANÁLISIS DE SUELOS: CARACTERIZACION

Solicitante: Sr. Julio Bautista

Departamento: Ayacucho **Provincia:** Huamanga **Distrito:** Chiara **Predio:** Manallasacc

Fecha: 05-10-11

Número de Muestra		pH (1:2.5)	C.E. dS.m ⁻¹	CO ³⁺ %	Nt %	MO %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					% Sat. de Bases
Lab.	Campo								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺⁺	Na ⁺⁺	Al ³⁺ + H ⁺	
1136	Pampahuasi (Papa)	5.03	0.06	0.00	0.31	6.25	9.49	116										2.90	



M. Sc. Ing. Mariela Cerdá Gómez
Especialista en Suelos

A= arena, A.Fr= Arena franca; Fr.A.= Franco arenoso; Fr= Franco; Fr.L =Franco limoso; L =Limoso; FrArA= Franco arcillo arenoso; FrAr= Franco arcilloso; FrArL=Franco arcillo limoso; ArA= Arcillo arenoso; ArL = Arcillo limoso; Ar = Arcilloso.

Urbanización Mariscal Cáceres Mz. G - 12.
(066) 316420
966938028 / 966631889
e-mail: agrolab01@yahoo.es

Anexo 3. Resumen de los promedios de las variables evaluadas en las 5 variedades comerciales de la región Ayacucho (son parte la lista de las 70 accesiones del Germoplasma UNSCH – LGBV)

Bloque	Tratamiento	Diámetro de tallo	Ramas primarias	Altura de planta	Longitud de panoja	Diámetro de panoja	Peso de panoja	Rendimiento	Diámetro de grano
		Mm	n	cm	cm	mm	g	g/panoja	mm
I	T1	24.70	9.83	171.77	64.77	120.40	95.63	62.82	2.13
I	T2	22.63	8.83	154.33	51.87	195.67	126.61	68.80	2.36
I	T3	19.33	9.21	178.35	69.18	119.23	133.19	65.24	2.28
I	T4	14.70	5.43	164.00	46.13	79.13	61.96	60.95	1.78
I	T5	12.83	4.20	130.23	31.87	74.93	45.67	51.43	1.53
II	T1	28.43	9.40	162.43	61.93	113.30	112.48	62.28	2.17
II	T2	21.90	9.23	159.13	53.97	181.00	141.22	69.11	2.36
II	T3	18.03	9.22	182.67	76.60	123.63	133.50	64.23	2.27
II	T4	14.67	5.17	145.47	46.93	75.93	60.00	60.14	1.86
II	T5	16.13	4.17	131.77	29.83	55.63	52.00	50.47	1.54
III	T1	33.30	10.00	163.77	60.37	103.30	129.06	61.89	2.12
III	T2	17.43	9.57	164.27	58.17	130.33	123.18	68.93	2.41
III	T3	20.07	9.33	172.23	66.63	145.90	150.29	65.24	2.29
III	T4	14.90	5.07	149.20	46.10	76.43	56.07	60.37	1.83
III	T5	15.60	4.07	122.80	37.77	57.07	47.83	55.30	1.54
IV	T1	32.23	10.30	171.73	70.27	115.80	142.26	62.16	2.21
IV	T2	19.87	10.47	163.00	56.33	113.70	110.46	68.99	2.40
IV	T3	17.87	9.81	178.10	73.74	123.60	134.50	66.61	2.29
IV	T4	15.10	4.10	154.53	49.90	75.90	58.03	57.47	1.78
IV	T5	13.77	4.60	129.37	46.93	50.00	53.93	49.97	1.54

Anexo 4. Cuantificación de saponina de quinua en el germoplasma (UNSCH-LGBV), por el método tradicional de Espuma

4 A1. Reporte original realizado en el laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal de la EPA - UNSCH, expresado en centímetros (método Espuma)

N°	Código de Acciones	Medida (cm)
1	UNSCHLGBV604050113	0.6
2	UNSCHLGBV604050513	1.7
3	UNSCHLGBV604050713	0
4	UNSCHLGBV604052013	0.8
5	UNSCHLGBV604052113	0.2
6	UNSCHLGBV604052313	2
7	UNSCHLGBV604052413	0
8	UNSCHLGBV604052513	0.3
9	UNSCHLGBV604053013	0.4
10	UNSCHLGBV604053113	0.5
11	UNSCHLGBV604053513	0.55
12	UNSCHLGBV604053913	0
13	UNSCHLGBV604054013	0.3
14	UNSCHLGBV604054113	0.7
15	UNSCHLGBV604054613	0.15
16	UNSCHLGBV6040517213	1.5
17	UNSCHLGBV6040517313	0.05
18	UNSCHLGBV6040517413	2.4
19	UNSCHLGBV6040517513	0.5
20	UNSCHLGBV6040517613	0.5
21	UNSCHLGBV604051413	0
22	UNSCHLGBV604053213	0.8
23	UNSCHLGBV604054713	0.6
24	UNSCHLGBV604055313	0.15
25	UNSCHLGBV604055413	0.7
26	UNSCHLGBV604055713	0.6
27	UNSCHLGBV604056013	1.4
28	UNSCHLGBV604056113	0.7
29	UNSCHLGBV604056213	0
30	UNSCHLGBV604056713	0.5
31	UNSCHLGBV604056813	2.5
32	UNSCHLGBV604056913	0.9

33	UNSCHLGBV60405 70 13	1.5
34	UNSCHLGBV60405 76 40	0.1
35	UNSCHLGBV60405 78 13	0.9
36	UNSCHLGBV60405 80 13	0.5
37	UNSCHLGBV60405 86 13	0.65
38	UNSCHLGBV60405 98 13	0
39	UNSCHLGBV60405 115 13	2
40	UNSCHLGBV60405 117 13	1.2
41	UNSCHLGBV60405 118 13	0.05
42	UNSCHLGBV60405 120 13	1.7
43	UNSCHLGBV60405 123 13	0
44	UNSCHLGBV60405 126 13	0.6
45	UNSCHLGBV60405 127 13	2.5
46	UNSCHLGBV60405 128 13	0.6
47	UNSCHLGBV60405 130 13	1
48	UNSCHLGBV60405 134 13	0.5
49	UNSCHLGBV60405 136 13	0.9
50	UNSCHLGBV60405 137 13	1.7
51	UNSCHLGBV60405 138 13	0.5
52	UNSCHLGBV60405 139 13	0.9
53	UNSCHLGBV60405 140 13	0.1
54	UNSCHLGBV60405 141 13	0.2
55	UNSCHLGBV60405 142 13	1.2
56	UNSCHLGBV60405 143 13	1.6
57	UNSCHLGBV60405 144 13	0.05
58	UNSCHLGBV60405 147 13	0
59	UNSCHLGBV60405 148 13	0.5
60	UNSCHLGBV60405 149 13	0.5
61	UNSCHLGBV60405 153 13	0.7
62	UNSCHLGBV60405 154 13	0.1
63	UNSCHLGBV60405 155 13	0
64	UNSCHLGBV60405 156 13	1.7
65	UNSCHLGBV60405 157 13	0.05
66	UNSCHLGBV60405 162 13	2.3
67	UNSCHLGBV60405 166 13	0
68	UNSCHLGBV60405 167 13	0.5
69	UNSCHLGBV60405 168 13	0.4
70	UNSCHLGBV60405 170 13	1

4 A2. Reporte del contenido de saponina por método de Espuma y transformado a la unidad de medida en porcentaje y detalle del carácter de sabor

N°	Código de accesiones	Medida (cm)	Contenido de saponinas por Método Espuma transformado en (%)		sabor
			Espuma (mg/g)	Contenido de saponina (%)	
1	UNSCHLGBV604050113	0.6	0.73	0.07	Semidulce
2	UNSCHLGBV604050513	1.7	2.13	0.21	Amarga
3	UNSCHLGBV604050713	0	-0.03	0	Dulce
4	UNSCHLGBV604052013	0.8	0.99	0.1	Semidulce
5	UNSCHLGBV604052113	0.2	0.23	0.02	Dulce
6	UNSCHLGBV604052313	2	2.51	0.25	Amarga
7	UNSCHLGBV604052413	0	-0.03	0	Dulce
8	UNSCHLGBV604052513	0.3	0.35	0.04	Dulce
9	UNSCHLGBV604053013	0.4	0.48	0.05	Dulce
10	UNSCHLGBV604053113	0.5	0.61	0.06	Dulce
11	UNSCHLGBV604053513	0.55	0.67	0.07	Semidulce
12	UNSCHLGBV604053913	0	-0.03	0	Dulce
13	UNSCHLGBV604054013	0.3	0.35	0.04	Dulce
14	UNSCHLGBV604054113	0.7	0.86	0.09	Semidulce
15	UNSCHLGBV604054613	0.15	0.16	0.02	Dulce
16	UNSCHLGBV6040517213 (T1)	1.5	1.87	0.19	Amarga
17	UNSCHLGBV6040517313 (T2)	0.05	0.04	0	Dulce
18	UNSCHLGBV6040517413 (T3)	2.4	3.01	0.3	Amarga
19	UNSCHLGBV6040517513 (T4)	0.5	0.61	0.06	Dulce
20	UNSCHLGBV6040517613 (T5)	0.5	0.61	0.06	Dulce
21	UNSCHLGBV604051413	0	-0.03	0	Dulce
22	UNSCHLGBV604053213	0.8	0.99	0.1	Semidulce
23	UNSCHLGBV604054713	0.6	0.73	0.07	Semidulce
24	UNSCHLGBV604055313	0.15	0.16	0.02	Dulce
25	UNSCHLGBV604055413	0.7	0.86	0.09	Semidulce
26	UNSCHLGBV604055713	0.6	0.73	0.07	Semidulce
27	UNSCHLGBV604056013	1.4	1.75	0.17	Amarga
28	UNSCHLGBV604056113	0.7	0.86	0.09	Semidulce
29	UNSCHLGBV604056213	0	-0.03	0	Dulce
30	UNSCHLGBV604056713	0.5	0.61	0.06	Dulce
31	UNSCHLGBV604056813	2.5	3.14	0.31	Amarga
32	UNSCHLGBV604056913	0.9	1.11	0.11	Semidulce
33	UNSCHLGBV604057013	1.5	1.87	0.19	Amarga
34	UNSCHLGBV604057640	0.1	0.1	0.01	Semidulce
35	UNSCHLGBV604057813	0.9	1.11	0.11	Semidulce
36	UNSCHLGBV604058013	0.5	0.61	0.06	Dulce
37	UNSCHLGBV604058613	0.65	0.8	0.08	Semidulce
38	UNSCHLGBV604059813	0	-0.03	0	Dulce
39	UNSCHLGBV6040511513	2	2.51	0.25	Amarga
40	UNSCHLGBV6040511713	1.2	1.49	0.15	Semidulce
41	UNSCHLGBV6040511813	0.05	0.04	0	Dulce
42	UNSCHLGBV6040512013	1.7	2.13	0.21	Amarga
43	UNSCHLGBV6040512313	0	-0.03	0	Dulce
44	UNSCHLGBV6040512613	0.6	0.73	0.07	Semidulce
45	UNSCHLGBV6040512713	2.5	3.14	0.31	Amarga
46	UNSCHLGBV6040512813	0.6	0.73	0.07	Semidulce
47	UNSCHLGBV6040513013	1	1.24	0.12	Semidulce
48	UNSCHLGBV6040513413	0.5	0.61	0.06	Dulce
49	UNSCHLGBV6040513613	0.9	1.11	0.11	Semidulce

50	UNSCHLGBV60405 137 13	1.7	2.13	0.21	Amarga
51	UNSCHLGBV60405 138 13	0.5	0.61	0.06	Dulce
52	UNSCHLGBV60405 139 13	0.9	1.11	0.11	Semidulce
53	UNSCHLGBV60405 140 13	0.1	0.1	0.01	Dulce
54	UNSCHLGBV60405 141 13	0.2	0.23	0.02	Dulce
55	UNSCHLGBV60405 142 13	1.2	1.49	0.15	Semidulce
56	UNSCHLGBV60405 143 13	1.6	2	0.2	Amarga
57	UNSCHLGBV60405 144 13	0.05	0.04	0	Dulce
58	UNSCHLGBV60405 147 13	0	-0.03	0	Dulce
59	UNSCHLGBV60405 148 13	0.5	0.61	0.06	Dulce
60	UNSCHLGBV60405 149 13	0.5	0.61	0.06	Dulce
61	UNSCHLGBV60405 153 13	0.7	0.86	0.09	Semidulce
62	UNSCHLGBV60405 154 13	0.1	0.1	0.01	Dulce
63	UNSCHLGBV60405 155 13	0	-0.03	0	Dulce
64	UNSCHLGBV60405 156 13	1.7	2.13	0.21	Amarga
65	UNSCHLGBV60405 157 13	0.05	0.04	0	Dulce
66	UNSCHLGBV60405 162 13	2.3	2.89	0.29	Amarga
67	UNSCHLGBV60405 166 13	0	-0.03	0	Dulce
68	UNSCHLGBV60405 167 13	0.5	0.61	0.06	Dulce
69	UNSCHLGBV60405 168 13	0.4	0.48	0.05	Dulce
70	UNSCHLGBV60405 170 13	1	1.24	0.12	Semidulce

Anexo 5. Cuantificación de saponina en 70 accesiones en el germoplasma de quinua UNSCH-LGBV, por el método de Espectrofotometría Líquida de alta resolución (HPLC)

5 A1. Reporte original realizado en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Universidad Privada Cayetano Heredia (LID-UPCH), expresado en unidad de medida (g/100g)

N°	CODIGO DE ACCESIONES	HPLC
		Saponina
		(g/100 g)
1	UNSCHLGBV604050113	8.5
2	UNSCHLGBV604050513	13.9
3	UNSCHLGBV604050713	8
4	UNSCHLGBV604052013	3
5	UNSCHLGBV604052113	0
6	UNSCHLGBV604052313	7.4
7	UNSCHLGBV604052413	0.9
8	UNSCHLGBV604052513	0
9	UNSCHLGBV604053013	6.2
10	UNSCHLGBV604053113	8.6
11	UNSCHLGBV604053513	3.2
12	UNSCHLGBV604053913	2.4
13	UNSCHLGBV604054013	5.5
14	UNSCHLGBV604054113	7.8
15	UNSCHLGBV604054613	0
16	UNSCHLGBV6040517213	0
17	UNSCHLGBV6040517313	0
18	UNSCHLGBV6040517413	9.8
19	UNSCHLGBV6040517513	0
20	UNSCHLGBV6040517613	0
21	UNSCHLGBV604051413	0
22	UNSCHLGBV604053213	5.6
23	UNSCHLGBV604054713	5.8
24	UNSCHLGBV604055313	0
25	UNSCHLGBV604055413	5.7
26	UNSCHLGBV604055713	6.9
27	UNSCHLGBV604056013	5.7
28	UNSCHLGBV604056113	5.4
29	UNSCHLGBV604056213	2.4
30	UNSCHLGBV604056713	4.9
31	UNSCHLGBV604056813	4.8

32	UNSCHLGBV60405 69 13	0.4
33	UNSCHLGBV60405 70 13	3.7
34	UNSCHLGBV60405 76 40	0
35	UNSCHLGBV60405 78 13	0
36	UNSCHLGBV60405 80 13	0.7
37	UNSCHLGBV60405 86 13	1.2
38	UNSCHLGBV60405 98 13	5.4
39	UNSCHLGBV60405 115 13	8
40	UNSCHLGBV60405 117 13	6
41	UNSCHLGBV60405 118 13	2.6
42	UNSCHLGBV60405 120 13	9.1
43	UNSCHLGBV60405 123 13	0
44	UNSCHLGBV60405 126 13	0
45	UNSCHLGBV60405 127 13	7
46	UNSCHLGBV60405 128 13	5.3
47	UNSCHLGBV60405 130 13	5.6
48	UNSCHLGBV60405 134 13	3.5
49	UNSCHLGBV60405 136 13	2.4
50	UNSCHLGBV60405 137 13	3
51	UNSCHLGBV60405 138 13	0
52	UNSCHLGBV60405 139 13	0
53	UNSCHLGBV60405 140 13	0
54	UNSCHLGBV60405 141 13	0
55	UNSCHLGBV60405 142 13	5.3
56	UNSCHLGBV60405 143 13	3.4
57	UNSCHLGBV60405 144 13	0
58	UNSCHLGBV60405 147 13	0
59	UNSCHLGBV60405 148 13	2.6
60	UNSCHLGBV60405 149 13	5.3
61	UNSCHLGBV60405 153 13	6.8
62	UNSCHLGBV60405 154 13	0
63	UNSCHLGBV60405 155 13	0
64	UNSCHLGBV60405 156 13	0
65	UNSCHLGBV60405 157 13	5.1
66	UNSCHLGBV60405 162 13	8.2
67	UNSCHLGBV60405 166 13	0
68	UNSCHLGBV60405 167 13	1
69	UNSCHLGBV60405 168 13	1
70	UNSCHLGBV60405 170 13	7.9

5 A2. Reporte del contenido de Saponina por el método HPLC, transformado a la unidad de medida en porcentaje

Contenido de saponinas por método HPLC transformado a (%)				
N°	código de accesiones	HPLC	HPLC	HPLC
		saponina	saponina	saponina
		(g/100 g)	(mg/ g)	(%)
1	UNSCHLGBV60405 01 13	8.5	85	0.85
2	UNSCHLGBV60405 05 13	13.9	139	1.39
3	UNSCHLGBV60405 07 13	8	80	0.8
4	UNSCHLGBV60405 20 13	3	30	0.3
5	UNSCHLGBV60405 21 13	0	0	0
6	UNSCHLGBV60405 23 13	7.4	74	0.74
7	UNSCHLGBV60405 24 13	0.9	9	0.09
8	UNSCHLGBV60405 25 13	0	0	0
9	UNSCHLGBV60405 30 13	6.2	62	0.62
10	UNSCHLGBV60405 31 13	8.6	86	0.86
11	UNSCHLGBV60405 35 13	3.2	32	0.32
12	UNSCHLGBV60405 39 13	2.4	24	0.24
13	UNSCHLGBV60405 40 13	5.5	55	0.55
14	UNSCHLGBV60405 41 13	7.8	78	0.78
15	UNSCHLGBV60405 46 13	0	0	0
16	UNSCHLGBV60405 172 13	0	0	0
17	UNSCHLGBV60405 173 13	0	0	0
18	UNSCHLGBV60405 174 13	9.8	98	0.98
19	UNSCHLGBV60405 175 13	0	0	0
20	UNSCHLGBV60405 176 13	0	0	0
21	UNSCHLGBV60405 14 13	0	0	0
22	UNSCHLGBV60405 32 13	5.6	56	0.56
23	UNSCHLGBV60405 47 13	5.8	58	0.58
24	UNSCHLGBV60405 53 13	0	0	0
25	UNSCHLGBV60405 54 13	5.7	57	0.57
26	UNSCHLGBV60405 57 13	6.9	69	0.69
27	UNSCHLGBV60405 60 13	5.7	57	0.57
28	UNSCHLGBV60405 61 13	5.4	54	0.54
29	UNSCHLGBV60405 62 13	2.4	24	0.24
30	UNSCHLGBV60405 67 13	4.9	49	0.49
31	UNSCHLGBV60405 68 13	4.8	48	0.48
32	UNSCHLGBV60405 69 13	0.4	4	0.04

33	UNSCHLGBV60405 70 13	3.7	37	0.37
34	UNSCHLGBV60405 76 40	0	0	0
35	UNSCHLGBV60405 78 13	0	0	0
36	UNSCHLGBV60405 80 13	0.7	7	0.07
37	UNSCHLGBV60405 86 13	1.2	12	0.12
38	UNSCHLGBV60405 98 13	5.4	54	0.54
39	UNSCHLGBV60405 115 13	8	80	0.8
40	UNSCHLGBV60405 117 13	6	60	0.6
41	UNSCHLGBV60405 118 13	2.6	26	0.26
42	UNSCHLGBV60405 120 13	9.1	91	0.91
43	UNSCHLGBV60405 123 13	0	0	0
44	UNSCHLGBV60405 126 13	0	0	0
45	UNSCHLGBV60405 127 13	7	70	0.7
46	UNSCHLGBV60405 128 13	5.3	53	0.53
47	UNSCHLGBV60405 130 13	5.6	56	0.56
48	UNSCHLGBV60405 134 13	3.5	35	0.35
49	UNSCHLGBV60405 136 13	2.4	24	0.24
50	UNSCHLGBV60405 137 13	3	30	0.3
51	UNSCHLGBV60405 138 13	0	0	0
52	UNSCHLGBV60405 139 13	0	0	0
53	UNSCHLGBV60405 140 13	0	0	0
54	UNSCHLGBV60405 141 13	0	0	0
55	UNSCHLGBV60405 142 13	5.3	53	0.53
56	UNSCHLGBV60405 143 13	3.4	34	0.34
57	UNSCHLGBV60405 144 13	0	0	0
58	UNSCHLGBV60405 147 13	0	0	0
59	UNSCHLGBV60405 148 13	2.6	26	0.26
60	UNSCHLGBV60405 149 13	5.3	53	0.53
61	UNSCHLGBV60405 153 13	6.8	68	0.68
62	UNSCHLGBV60405 154 13	0	0	0
63	UNSCHLGBV60405 155 13	0	0	0
64	UNSCHLGBV60405 156 13	0	0	0
65	UNSCHLGBV60405 157 13	5.1	51	0.51
66	UNSCHLGBV60405 162 13	8.2	82	0.82
67	UNSCHLGBV60405 166 13	0	0	0
68	UNSCHLGBV60405 167 13	1	10	0.1
69	UNSCHLGBV60405 168 13	1	10	0.1
70	UNSCHLGBV60405 170 13	7.9	79	0.79

Anexo 6. Contenido de betalainas (betacianinas más betaxantinas), en 70 accesiones del germoplasma de quinua UNSCH-LGBV, método: Espectrofotometría Líquida de alta resolución (HPLC)

6 A1. Reporte original realizado en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Universidad Privada Cayetano Heredia (LID-UPCH), del contenido de Betacianinas y Betaxantinas expresado en (mg/kg)

Nº	Código	Betacianinas mg/kg	Betaxantinas mg/kg
1	UNSCHLGBV60405 01 13	14.5± 1.1	43.8±2.3
2	UNSCHLGBV60405 05 13	19.3± 0.8	22.9±0.8
3	UNSCHLGBV60405 07 13	17.0±0.9	19.7±1
4	UNSCHLGBV60405 20 13	23.1±2.2	24.4±2.2
5	UNSCHLGBV60405 21 13	15.9±0.2	17.1±0.3
6	UNSCHLGBV60405 23 13	26.9±1.3	27.8±1.1
7	UNSCHLGBV60405 24 13	11.1±0.9	12.3±1
8	UNSCHLGBV60405 25 13	12.8±0.5	14.2±0.9
9	UNSCHLGBV60405 30 13	17.2±1.5	17.9±1.5
10	UNSCHLGBV60405 31 13	15.9±0.4	17.3±2.5
11	UNSCHLGBV60405 35 13	15.1±2.9	17.3±2.5
12	UNSCHLGBV60405 39 13	11.7±2.5	11.2±1.3
13	UNSCHLGBV60405 40 13	14.5±0.6	14.6±1.6
14	UNSCHLGBV60405 41 13	23.7±1.3	24.0±1.4
15	UNSCHLGBV60405 46 13	8.8±1.3	9.8±1.7
16	UNSCHLGBV60405 172 13	8±1.7	7.8±1.1
17	UNSCHLGBV60405 173 13	8.0±1.7	9.9±0.3
18	UNSCHLGBV60405 174 13	15.6±1.5	41.7±1.0
19	UNSCHLGBV60405 144 13	8.8±1.3	9.8±1.7
20	UNSCHLGBV60405 175 13	8.9±2.1	9.9±1.9
21	UNSCHLGBV60405 176 13	52.5±3.3	37.2±3.7
22	UNSCHLGBV60405 14 13	1.7±0.2	1.9±0.1
23	UNSCHLGBV60405 32 13	3.2±0.5	3.9±0.2
24	UNSCHLGBV60405 47 13	22.5±2.5	30.9±1.8
25	UNSCHLGBV60405 53 13	16.5±4.6	18.0±4.2
26	UNSCHLGBV60405 54 13	21.6±4.5	29.8±5.2
27	UNSCHLGBV60405 57 13	22.2±0.7	23.0±0.6
28	UNSCHLGBV60405 60 13	13.4±1	14.7±1.2
29	UNSCHLGBV60405 61 13	23.2±1.1	38.2±1.4
30	UNSCHLGBV60405 62 13	15.4±2	16.8±1.7
31	UNSCHLGBV60405 67 13	20.7±0.9	24.3±0.4

32	UNSCHLGBV60405 68 13	2.8±0.2	4.2±0.3
33	UNSCHLGBV60405 69 13	15.5±3.2	17.7±2.8
34	UNSCHLGBV60405 70 13	21.1±0.4	31±0.6
35	UNSCHLGBV60405 76 13	14.8±0.8	18.2±0.8
36	UNSCHLGBV60405 78 13	10.7±1.3	11.5±1.4
37	UNSCHLGBV60405 80 13	6.6±0.4	6.9±0.4
38	UNSCHLGBV60405 86 13	22.3±2.9	22.6±2
39	UNSCHLGBV60405 98 13	19±1.4	26.7±2.5
40	UNSCHLGBV60405 115 13	29.9±4.8	36.9±3.6
41	UNSCHLGBV60405 117 13	23.3±1.0	31.1±1.0
42	UNSCHLGBV60405 118 13	16.6±0.5	17.0±0.8
43	UNSCHLGBV60405 120 13	19.2±0.6	26.6±0.8
44	UNSCHLGBV60405 123 13	0.4±10.3	11.0±0.2
45	UNSCHLGBV60405 126 13	3.1±0.3	5.3±0.5
46	UNSCHLGBV60405 127 13	125.9±13.2	115.8±5.4
47	UNSCHLGBV60405 128 13	18.0±0.3	18.2±0.8
48	UNSCHLGBV60405 130 13	19.6±3.2	19.8±3.2
49	UNSCHLGBV60405 134 13	18.6±1.3	21.6±1.6
50	UNSCHLGBV60405 136 13	30.9±1.5	145.2±3.8
51	UNSCHLGBV60405 137 13	15.3±1.0	91.4±1.8
52	UNSCHLGBV60405 138 13	2.4±0.2	3.6±0.1
53	UNSCHLGBV60405 139 13	2.8±0.3	3.6±0.3
54	UNSCHLGBV60405 140 13	1.8±0.2	3.0±0.0
55	UNSCHLGBV60405 141 13	182.6±0.3	71.0±0.7
56	UNSCHLGBV60405 142 13	7.6±0.5	10.9±0.7
57	UNSCHLGBV60405 143 13	177.2±17.3	98.1±12.4
58	UNSCHLGBV60405 147 13	192.9±31.5	84.7±9.4
59	UNSCHLGBV60405 148 13	8.6±0.4	12.0±0.2
60	UNSCHLGBV60405 149 13	16.2±1.7	16.2±1.1
61	UNSCHLGBV60405 153 13	8.7±0.6	12.2±0.5
62	UNSCHLGBV60405 154 13	1.5±0.1	3.2±0.2
63	UNSCHLGBV60405 155 13	6.2±0.4	9.2±0.3
64	UNSCHLGBV60405 156 13	1.7±0.1	3.1±0.2
65	UNSCHLGBV60405 157 13	1.1±0.1	2.3±0.2
66	UNSCHLGBV60405 162 13	9.8±0.1	9.4±0.3
67	UNSCHLGBV60405 166 13	20.6±3.9	22.6±3.4
68	UNSCHLGBV60405 167 13	15.2±0.7	63.2±1.6
69	UNSCHLGBV60405 168 13	18.2±1.0	123.6±5.8
70	UNSCHLGBV60405 170 13	47.5±7.6	105.3±7.2

6 A2. Reporte del contenido de Betalainas totales con método de HPLC transformado a la unidad de medida (mg/100g)

Contenido de Betalainas totales por el método HPLC expresado en (mg/100g)						
N°	Código	Betacianinas	Betacianinas	Betaxantinas	Betaxantinas	Betalainas totales
		mg/kg	mg/100g	mg/kg	mg/100 g	(mg/100g)
1	UNSCHLGBV604050113	14.5± 1.1	1.45	43.8±2.3	4.38	5.83
2	UNSCHLGBV604050513	19.3± 0.8	1.93	22.9±0.8	2.29	4.22
3	UNSCHLGBV604050713	17.0±0.9	1.7	19.7±1	1.97	3.67
4	UNSCHLGBV604052013	23.1±2.2	2.31	24.4±2.2	2.44	4.75
5	UNSCHLGBV604052113	15.9±0.2	1.59	17.1±0.3	1.71	3.3
6	UNSCHLGBV604052313	26.9±1.3	2.69	27.8±1.1	2.78	5.47
7	UNSCHLGBV604052413	11.1±0.9	1.11	12.3±1	1.23	2.34
8	UNSCHLGBV604052513	12.8±0.5	1.28	14.2±0.9	1.42	2.7
9	UNSCHLGBV604053013	17.2±1.5	1.72	17.9±1.5	1.79	3.51
10	UNSCHLGBV604053113	15.9±0.4	1.59	17.3±2.5	1.73	3.32
11	UNSCHLGBV604053513	15.1±2.9	1.51	17.3±2.5	1.73	3.24
12	UNSCHLGBV604053913	11.7±2.5	1.17	11.2±1.3	1.12	2.29
13	UNSCHLGBV604054013	14.5±0.6	1.45	14.6±1.6	1.46	2.91
14	UNSCHLGBV604054113	23.7±1.3	2.37	24.0±1.4	2.4	4.77
15	UNSCHLGBV604054613	8.8±1.3	0.88	9.8±1.7	0.98	1.86
16	UNSCHLGBV6040517213	8±1.7	0.8	7.8±1.1	0.78	1.58
17	UNSCHLGBV6040517313	8.0±1.7	0.8	9.9±0.3	0.99	1.79
18	UNSCHLGBV6040517413	15.6±1.5	1.56	41.7±1.0	4.17	5.73
19	UNSCHLGBV6040514413	8.8±1.3	0.88	9.8±1.7	0.98	1.86
20	UNSCHLGBV6040517513	8.9±2.1	0.89	9.9±1.9	0.99	1.88
21	UNSCHLGBV6040517613	52.5±3.3	5.25	37.2±3.7	3.72	8.97
22	UNSCHLGBV604051413	1.7±0.2	0.17	1.9±0.1	0.19	0.36
23	UNSCHLGBV604053213	3.2±0.5	0.32	3.9±0.2	0.39	0.71
24	UNSCHLGBV604054713	22.5±2.5	2.25	30.9±1.8	3.09	5.34
25	UNSCHLGBV604055313	16.5±4.6	1.65	18.0±4.2	1.8	3.45
26	UNSCHLGBV604055413	21.6±4.5	2.16	29.8±5.2	2.98	5.14
27	UNSCHLGBV604055713	22.2±0.7	2.22	23.0±0.6	2.3	4.52
28	UNSCHLGBV604056013	13.4±1	1.34	14.7±1.2	1.47	2.81
29	UNSCHLGBV604056113	23.2±1.1	2.32	38.2±1.4	3.82	6.14
30	UNSCHLGBV604056213	15.4±2	1.54	16.8±1.7	1.68	3.22
31	UNSCHLGBV604056713	20.7±0.9	2.07	24.3±0.4	2.43	4.5
32	UNSCHLGBV604056813	2.8±0.2	0.28	4.2±0.3	0.42	0.7
33	UNSCHLGBV604056913	15.5±3.2	1.55	17.7±2.8	1.77	3.32

34	UNSCHLGBV60405 70 13	21.1±0.4	2.11	31±0.6	3.1	5.21
35	UNSCHLGBV60405 76 13	14.8±0.8	1.48	18.2±0.8	1.82	3.3
36	UNSCHLGBV60405 78 13	10.7±1.3	1.07	11.5±1.4	1.15	2.22
37	UNSCHLGBV60405 80 13	6.6±0.4	0.66	6.9±0.4	0.69	1.35
38	UNSCHLGBV60405 86 13	22.3±2.9	2.23	22.6±2	2.26	4.49
39	UNSCHLGBV60405 98 13	19±1.4	1.9	26.7±2.5	2.67	4.57
40	UNSCHLGBV60405 115 13	29.9±4.8	2.99	36.9±3.6	3.69	6.68
41	UNSCHLGBV60405 117 13	23.3±1.0	2.33	31.1±1.0	3.11	5.44
42	UNSCHLGBV60405 118 13	16.6±0.5	1.66	17.0±0.8	1.7	3.36
43	UNSCHLGBV60405 120 13	19.2±0.6	1.92	26.6±0.8	2.66	4.58
44	UNSCHLGBV60405 123 13	0.4±10.3	0.04	11.0±0.2	1.1	1.14
45	UNSCHLGBV60405 126 13	3.1±0.3	0.31	5.3±0.5	0.53	0.84
46	UNSCHLGBV60405 127 13	125.9±13.2	12.59	115.8±5.4	11.58	24.17
47	UNSCHLGBV60405 128 13	18.0±0.3	1.8	18.2±0.8	1.82	3.62
48	UNSCHLGBV60405 130 13	19.6±3.2	1.96	19.8±3.2	1.98	3.94
49	UNSCHLGBV60405 134 13	18.6±1.3	1.86	21.6±1.6	2.16	4.02
50	UNSCHLGBV60405 136 13	30.9±1.5	3.09	145.2±3.8	14.52	17.61
51	UNSCHLGBV60405 137 13	15.3±1.0	1.53	91.4±1.8	9.14	10.67
52	UNSCHLGBV60405 138 13	2.4±0.2	0.24	3.6±0.1	0.36	0.6
53	UNSCHLGBV60405 139 13	2.8±0.3	0.28	3.6±0.3	0.36	0.64
54	UNSCHLGBV60405 140 13	1.8±0.2	0.18	3.0±0.0	0.3	0.48
55	UNSCHLGBV60405 141 13	182.6±0.3	18.26	71.0±0.7	7.1	25.36
56	UNSCHLGBV60405 142 13	7.6±0.5	0.76	10.9±0.7	1.09	1.85
57	UNSCHLGBV60405 143 13	177.2±17.3	17.72	98.1±12.4	9.81	27.53
58	UNSCHLGBV60405 147 13	192.9±31.5	19.29	84.7±9.4	8.47	27.76
59	UNSCHLGBV60405 148 13	8.6±0.4	0.86	12.0±0.2	1.2	2.06
60	UNSCHLGBV60405 149 13	16.2±1.7	1.62	16.2±1.1	1.62	3.24
61	UNSCHLGBV60405 153 13	8.7±0.6	0.87	12.2±0.5	1.22	2.09
62	UNSCHLGBV60405 154 13	1.5±0.1	0.15	3.2±0.2	0.32	0.47
63	UNSCHLGBV60405 155 13	6.2±0.4	0.62	9.2±0.3	0.92	1.54
64	UNSCHLGBV60405 156 13	1.7±0.1	0.17	3.1±0.2	0.31	0.48
65	UNSCHLGBV60405 157 13	1.1±0.1	0.11	2.3±0.2	0.23	0.34
66	UNSCHLGBV60405 162 13	9.8±0.1	0.98	9.4±0.3	0.94	1.92
67	UNSCHLGBV60405 166 13	20.6±3.9	2.06	22.6±3.4	2.26	4.32
68	UNSCHLGBV60405 167 13	15.2±0.7	1.52	63.2±1.6	6.32	7.84
69	UNSCHLGBV60405 168 13	18.2±1.0	1.82	123.6±5.8	12.36	14.18
70	UNSCHLGBV60405 170 13	47.5±7.6	4.75	105.3±7.2	10.53	15.28

Anexo 7. Frecuencias del contenido de saponinas de 70 accesiones del Germoplasma de quinua UNSCH-LGBV, método: Espuma

	Intervalo de clase		Marca	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia porcentual	Frec. absol. acumulada	Frec. Relat. acumulada	Frec. Porc. acumulada
Clase	Li	Ls	Xi	fi	hi=fi/n	hi*100	Fi	Hi	Pi(%)
1	0.000	0.044	0.022	23	0.329	32.86	23.000	0.329	32.86
2	0.044	0.089	0.066	19	0.271	27.14	42.000	0.600	60.00
3	0.089	0.133	0.111	12	0.171	17.14	54.000	0.771	77.14
4	0.133	0.177	0.155	3	0.043	4.29	57.000	0.814	81.43
5	0.177	0.221	0.199	7	0.100	10.00	64.000	0.914	91.43
6	0.221	0.266	0.244	2	0.029	2.86	66.000	0.943	94.29
7	0.266	0.310	0.288	4	0.057	5.71	70.000	1.000	100.00
				70	1.000	100.000			

Anexo 8. Frecuencias del contenido de saponinas de 70 accesiones del germoplasma de quinua UNSCH-LGBV, método: HPLC

	Intervalo de clase		Marca	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia porcentual	Frec. absol. acumulada	Frec. Relat. acumulada	Frec. Porc. acumulada
Clase	Li	Ls	Xi	fi	hi=fi/n	hi*100	Fi	Hi	Pi(%)
1	0	0.20	0.1	29	0.414	41.43	29.000	0.414	41.43
2	0.20	0.4	0.3	11	0.157	15.71	40.000	0.571	57.14
3	0.40	0.6	0.5	14	0.200	20.00	54.000	0.771	77.14
4	0.60	0.8	0.7	8	0.114	11.43	62.000	0.886	88.57
5	0.8	1.0	0.9	7	0.100	10.00	69.000	0.986	98.57
6	1.0	1.2	1.1	0	0.000	0.00	69.000	0.986	98.57
7	1.2	1.4	1.3	1	0.014	1.43	70.000	1.000	100.00
				70	1.000	100.00			

Anexo 9. Frecuencias del contenido de Betalainas de 70 accesiones del germoplasma de quinua UNSCH-LGBV, método: HPLC

	Intervalo de clase		Marca	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia porcentual	Frec. absol. acumulada	Frec. Relat. acumulada	Frec. Porc. acumulada
Clase	Li	Ls	Xi	fi	hi=fi/n	hi*100	Fi	Hi	Pi(%)
1	0.340	4.340	2.340	44	0.629	62.86	44.000	0.629	62.86
2	4.340	8.340	6.340	17	0.243	24.29	61.000	0.871	87.14
3	8.340	12.340	10.340	2	0.029	2.86	63.000	0.900	90.00
4	12.340	16.340	14.340	2	0.029	2.86	65.000	0.929	92.86
5	16.340	20.340	18.340	1	0.014	1.43	66.000	0.943	94.29
6	20.340	24.340	22.340	1	0.014	1.43	67.000	0.957	95.71
7	24.340	28.340	26.340	3	0.043	4.29	70.000	1.000	100.00
				70	1.000	100.00			

Anexo 10. Panel fotográfico



Foto 01. Germoplasma de las 70 accesiones de quinua del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal –EPA.FCA-UNSCH



Foto 02. Preparación del terreno para la siembra del experimento de las 5 variedades – Manallasacc 3560 msnm



Foto 03. Demarcación para cada bloque según el diseño



Foto 04. Separación de semillas de quinua, para cada bloque



Foto 05. Instalación del cultivo de las 5 variedades de quinua. Manallasacc. 3560 msnm



Foto 06. Germinación a los 15 días después de la siembra



Foto 07. Presentación del Proyecto de investigación en el encuentro regional de quinua Ayacucho-2022



Foto 08. Diferencia de colores y forma de panoja de variedades comerciales de quinua en etapa fenológico de grano lechoso: Blanca Junín, Amarillo Marangani, Negra Ayrampo, Negra Collana y Roja Pasankalla. Manallasacc-3560 msnm



Foto 09. Evaluación de los variables de rendimiento en la quinua. Manallasacc 3560 msnm.



Foto 10. Cuantificación de la saponina de la quinua por el método de Espuma en LGBV-UNSCH



Foto 11. Muestra de granos de las 70 accesiones de quinoa en el laboratorio de UPCH, para determinar el contenido de saponinas y betalainas, por el método: HPLC



Foto 12. Equipos utilizados en el laboratorio de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, para determinar el contenido de saponinas y betalainas por el método HPLC

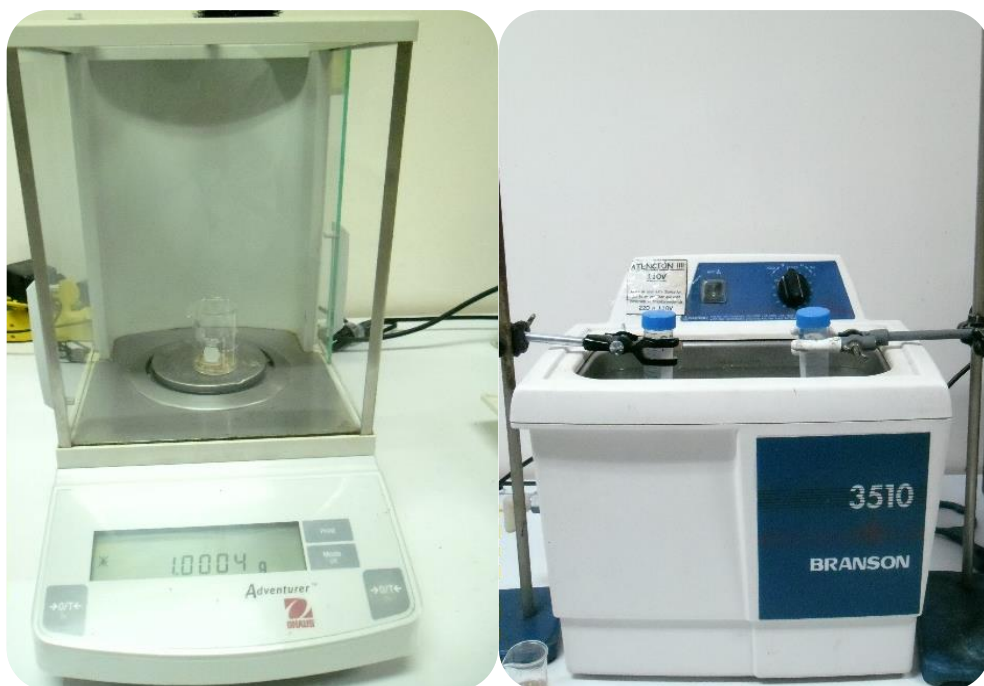


Foto 13. Equipos que sirvieron para el procedimiento en Laboratorio de la UPCH, para determinar el contenido de saponinas y betalainas por el método de HPLC



Foto 14. Muestra de granos en cascara de las 5 variedades comerciales de quinua: Negra Collana, Amarilla Marangani, Negra Ayrambo, Roja Pasankalla y Blanca de Junín



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. JULIO HUAYTALLA BAUTISTA
R.D. N° 556-2023-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los veintidós días del mes de diciembre del año dos mil veintitrés, siendo las dieciséis horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del señor Decano de la Facultad de Ciencias agrarias Dr. Felipe Escobar Ramírez, los miembros del jurado conformado por el Dr. José Antonio Quispe Tenorio, Ph.D. Germán Fernando De La Cruz Lapa como asesor, Dr. Rolando Bautista Gómez y M.Sc. Guillermo Carrasco Aquino; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulada: **Evaluación agronómica de cinco variedades, saponinas y betalainas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del germoplasma (UNSCH-LGBV). Manallasacc, 3560 msnm, Ayacucho.** Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo presentado por la Bachiller **JULIO HUAYTALLA BAUTISTA**.

El señor Decano, previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Dr. José Antonio Quispe Tenorio	16	16	16	16
Ph.D. Germán Fernando De La Cruz Lapa	19	19	19	19
Dr. Rolando Bautista Gómez	16	15	16	16
M.Sc. Guillermo Carrasco Aquino	14	14	14	14
PROMEDIO GENERAL				16

Acto seguido se invita al sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


.....
Dr. José Antonio Quispe Tenorio
Presidente


.....
Ph.D. Germán Fernando De La Cruz Lapa
Asesor


.....
Dr. Rolando Bautista Gómez
Jurado


.....
M.Sc. Guillermo Carrasco Aquino
Jurado


.....
Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe, presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativisar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de **TESIS** de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, autorizado por RR N° 294-2022-UNSCH-R; hace constar que el trabajo titulado;

Evaluación agronómica de cinco variedades, saponinas y betalainas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del germoplasma (UNSCH-LGBV). Manallasacc, 3560 msnm, Ayacucho

Autor : Julio Huaytalla Bautista

Asesor : Germán Fernando De La Cruz Lapa

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante la RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, arrojando un resultado de **ventidos (22 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2289564292

Ayacucho, 09 de febrero de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias
Walter A. Mateu Mateo
M. Sc. Walter A. Mateu Mateo
M. Sc. Comisión Turnitin - FCA

Evaluación agronómica de
cinco variedades, saponinas y
betalainas de la quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd.)
del germoplasma (UNSCH-
LGBV). Manallasacc, 3560
msnm, Ayacucho

por Julio Huaytalla Bautista

Fecha de entrega: 08-feb-2024 09:29a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2289564292

Nombre del archivo: DOCUMENTO_JULIO_HUAYTALLA.pdf (3.2M)

Total de palabras: 32620

Total de caracteres: 172754

Evaluación agronómica de cinco variedades, saponinas y betalainas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) del germoplasma (UNSCH-LGBV). Manallasacc, 3560 msnm, Ayacucho

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

11%

2

Submitted to Universidad Nacional de San
Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

3%

3

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

5

vsip.info

Fuente de Internet

1%

6

www.fao.org

Fuente de Internet

1%

7

tesis.ipn.mx

Fuente de Internet

1%

8	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
9	docslide.us Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	docslide.net Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unajma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
14	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
15	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
17	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE CINCO VARIEDADES, SAPONINAS Y
BETALAINAS DE LA QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) DEL GERMOPLASMA
(UNSCH-LGBV). MANALLASACC, 3560 MSNM, AYACUCHO**

Julio Huaytalla Bautista
Germán Fernando De La Cruz Lapa
Área de investigación: Medio ambiente
Línea de investigación: Sistema de producción agrícola
julio.huaytalla.01@unsch.edu.pe
german.delacruz@unsch.edu.pe

RESUMEN

Se condujo dos ensayos en quinua (*Chenopodium quinoa*): la primera en campo, con el objetivo de determinar las variables de productividad en cinco variedades de quinua que pertenecen a la colección de germoplasma de quinua de la UNSCH-LGBV y de mayor demanda comercial: Blanca Junin (T1), Roja Pasankalla (T2), Amarilla Marangani (T3), Negra Collana (T4) y Negra Ayrampo (T5), realizado en la comunidad de Manallasacc a 3560 msnm. El segundo trabajo en laboratorio, con el objetivo de evaluar el contenido de Saponinas y Betalainas de 70 accesiones de quinua del germoplasma de quinua de la UNSCH-LGBV, se realizó en los ambientes del laboratorio de Biotecnología Vegetal y Genética de la EPA – UNSCH, y en los laboratorios de Investigación y Desarrollo de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, donde se determinaron los análisis de saponinas y betalainas con el método cromatografía líquida de alta resolución o high performance liquid chromatography (HPLC). Los resultados son: cultivar Roja de Pasankalla (T2) muestra un rendimiento de grano de quinua mayor a las demás variedades, con un valor de 6628.30 kg. ha⁻¹. Los cultivares Amarilla Marangani (T3) y Blanca de Junín (T1) son las variedades en segundo orden de mérito, con valores de 6084.08 y 5933.88 kg. ha⁻¹ respectivamente. El contenido de saponinas en las 70 accesiones de quinua tiene un rango de: 0.0 a 0.31%. Por el método de la Espuma; los de mayor contenido fueron las accesiones: A127 y A68. Con el método HPLC el contenido de saponina, tienen un rango de 0 a 1.39%, siendo el de mayor contenido la accesión: A50, seguido por la A174. El contenido de betalainas con el método HPLC, rango desde: 0.34 a 27.76 mg/kg, reportando el mayor contenido la accesión: A147, con un valor de 27.76 mg/100gr.

Palabras clave: Rendimiento, quinua, saponina, betalainas, accesión, germoplasma.

ABSTRACT

Two trials were conducted on quinoa (*Chenopodium quinoa*): the first in the field, with the objective of determining the productivity variables in five quinoa varieties that belong to the UNSCH-LGBV quinoa germplasm collection and with the greatest commercial demand: Blanca Junin (T1), Roja Pasankalla (T2), Amarilla Marangani (T3), Negra Collana (T4) and Negra Ayrampo (T5), carried out in the community of Manallasacc at 3,560 meters above sea level. The second laboratory work, with the objective of evaluating the content of Saponins and Betalains of 70 quinoa accessions from the quinoa germplasm of the UNSCH-LGBV, was carried out in the environments of the Plant Biotechnology and Genetics laboratory of the EPA - UNSCH, and in the Research and Development laboratories of the Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima, where the analyzes of saponins and betalains were determined with the high-performance liquid chromatography (HPLC) method. The results are: the Roja de Pasankalla cultivar (T2) shows a higher quinoa grain yield than the other varieties, with a value of 6628.30 kg. ha⁻¹. The Amarilla Marangani (T3) and Blanca de Junín (T1) cultivars are the varieties in second order of merit, with values of 6084.08 and 5933.88 kg. ha⁻¹ respectively. The saponin content in the 70 quinoa accessions has a range of: 0.0 to 0.31%. By the Foam method; Those with the highest content were the accessions: A127 and A68. With the HPLC method, the saponin content ranges from 0 to 1.39%, with the accession A50 having the highest content, followed by A174. The content of betalains with the HPLC method ranged from: 0.34 to 27.76 mg/kg, with the highest content reported by the accession: A147, with a value of 27.76 mg/100gr.

Keywords: Yield, quinoa, saponin, betalains, accession, germplasm.

I. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es un grano andino de gran importancia, originario en los andes centrales y en el sur del país, alrededor del lago Titicaca. La planta es considerada de importancia, porque su grano tiene un alto valor nutritivo, en la actualidad este alimento ya es consumido a nivel mundial. Existen una variedad de cultivares de quinua, la mayoría de ellas tienen bajos rendimientos, por ello es necesario implementar técnicas de mejoramiento genético, aprovechando toda la variabilidad genética existente, conocer sus características agronómicas; conocer sus propiedades nutraceuticas, conocer el contenido de saponinas y pigmentos, para el aprovechamiento adecuado de cada accesión; lograr que tengan ventajas agronómicas y socioeconómicas deseables para el agricultor, agroindustria y consumidor.

La alternativa de solución es incrementar la productividad, calidad, y aprovechamiento de los subproductos de la quinua, reducir los costos de producción y aumentar el valor del producto, para el mercado nacional y extranjero. En este contexto en el trabajo de investigación se utilizó 70 accesiones de las entradas colectadas en la región Ayacucho, que son parte del germoplasma del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal de la Escuela de Agronomía de la Universidad de San Cristóbal de Huamanga (UNSCH-LGBV); la importancia del trabajo experimental, es el nuevo conocimiento del contenido de saponinas y betalainas en la diversidad del germoplasma de quinua y evaluar la productividad de 5 variedades más comerciales en la zona de Manallasacc a 3560 msnm, que son una alternativa para la agroindustria, como colorantes orgánicos, ingrediente de alimentos y compuesto activo en la industria farmacéutica y aprovechar el potencial productivo de algunas variedades de mayor rendimiento respectivamente. Beneficiará fortaleciendo el valor económico, social y conservación de la biodiversidad de este grano andino. Además, le dará mayor valor al grano y subproductos de la quinua, generando una economía circular, velando la seguridad alimentaria, además este grano es muy adaptable al cambio climático.

El cultivo de la quinua, poseen compuestos orgánicos en el pericarpio, como la saponina y pigmentos que da sabor amargo característico y coloración a la quinua, respectivamente.

Que protegen a la planta contra aves e insectos; en parte, estas características del cultivo, son un factor importante que ha frenado el mayor desarrollo agroindustrial y consumo de la quinua. Por su biodiversidad genética ofrece alternativas para su selección

y uso en diferentes ambientes que manifestara su potencial productivo, calidad, precocidad y rusticidad. Por tales consideraciones el presente trabajo de investigación. Se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar los variables de productividad en cinco variedades comerciales y determinar el contenido de saponinas y betalainas en 70 accesiones del germoplasma de quinua (UNSCH – LGBV).

Objetivos específicos

1. Determinar las variables de productividad en cinco variedades comerciales de quinua en la Comunidad de Manallasacc - Ayacucho a 3560 msnm.
2. Determinar el contenido de saponinas por el método de Espuma y HPLC en 70 accesiones (UNSCH - LGBV).
3. Determinar el contenido de betalainas por el método HPLC, en 70 accesiones (UNSCH - LGBV).

II. METODOLOGÍA

2.1. Ubicación de la investigación

La parcela experimental se encuentra ubicado en:

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Chiara

Lugar : Centro Poblado de San Antonio de Manallasacc

Ubicación geográfica

Latitud Sur : 13°28'37"

Longitud Oeste : 74°08'37"

Altitud : 3497 msnm

2.2. Características edafoclimáticas de la zona de estudio

El origen de los suelos es del tipo aluvial, formado por el arrastre de suelos y depósito de materiales provenientes de las zonas altas. El campo donde se instaló el experimento tiene suelos de altura de la sierra, con un relieve topográfico plano con pequeños pendientes. Se tomaron muestras de suelo, siguiendo el protocolo establecido. El análisis fue realizado por el laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la empresa: “MULTISERVICIOS AGROLAB”, de la región Ayacucho. El suelo presenta una textura franco arcilloso, lo cual lo caracteriza como un suelo con alta capacidad de retención de agua, baja velocidad de infiltración y drenaje, razones por las cuales la humedad fue adecuado para el crecimiento y desarrollo de la quinua.

La clase textural es: Franco arcilloso, pH de 5.03 (ácido), también se realizó la interpretación), contenido óptimo de materia orgánica (6.25%), N total de nivel pobre (0.31%), debido a que la relación C/N: es 20:1 por la temperatura fría de lugar y el campo fue rastrojo de papa, P disponible de nivel medio (9.49 ppm) y K disponible de nivel medio (116 ppm). Contenido de carbonato de calcio (0%); muy deficiente. La saturación del aluminio: 2.9 Cmol (+).kg⁻¹; significa que es alto y es limitante para cultivos tolerantes

2.3. Material genético (tratamientos)

La formación de los tratamientos corresponde a las 5 variedades comerciales de quinua, a los cuales se realizó la evaluación de variables agronómicas de productividad:

2.3.1. Variedades comerciales de quinua

Las cinco variedades comerciales de quinua conducida en el Diseño Bloque completo Randomizado (DBCR), para la evaluación de los variables de productividad.

Estos 5 cultivares pertenecen al Germoplasma UNSCH-LGBV, que son parte de las 70 accesiones. Son estimadores de la productividad de las demás accesiones.

- a) T1: Blanca de Junín (UNSCHLGBV6040517213)
- b) T2: Roja Pasankalla INIA-415 (UNSCHLGBV6040517313)
- c) T3: Amarilla de Marangani (UNSCHLGBV6040517413)
- d) T4: Negra Collana INIA-420 (UNSCHLGBV6040517513)
- e) T5: Negra Ayrampo (UNSCHLGBV6040517613)

2.3.2. Diseño experimental y análisis estadístico

Para la evaluación de variables de productividad de las cinco variedades comerciales de quinua, se utilizó el Diseño de Bloque Completo Randomizado (DBCR), con 05 tratamientos (Variedades), provenientes del germoplasma UNSCH-LGBV, y 04 repeticiones (Bloques), que hacen un total de 20 unidades experimentales. Con los resultados de las variables evaluadas se realizó el análisis de la variancia (ANVA), la prueba de contraste Tukey. Se hizo uso del Software SAS y de la hoja de cálculo Excel.

En cuanto al modelo aditivo lineal (MAL), a cada observación le corresponde una ecuación lineal siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} = Observación cualquiera en la unidad experimental
- μ = Efecto medio parámetro.
- β_j = Efecto del j-ésimo bloque.
- α_i = Efecto del i-ésimo nivel del tratamiento (variedades).
- ϵ_{ij} = Error experimental en la observación
- i = Subíndice de variación de tratamientos, varia 1, 2, 3,...,t
- j = Subíndice de variación de bloques o repeticiones, varia de 1, 2, 3,...,r
- t = Numero de tratamientos
- r = Numero de repeticiones

2.4. Métodos de determinación de saponina en laboratorio, de las 70 accesiones de quinua del germoplasma UNSCH-LGBV

Para complementar la investigación, se realizó la cuantificación de saponinas y betalainas, en 70 accesiones de quinua colectados en diversas comunidades de la región Ayacucho, estas, son parte del germoplasma de quinua UNSCH-LGBV. Utilizado en la investigación. Las 5 accesiones comerciales son parte de las 70 accesiones del Germoplasma UNSCH-LGBV.

La cuantificación de la saponina por el método de Espuma (tradicional), se realizó en el Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga (LGVB-UNSCH) y el análisis de saponinas y betalainas por el método de espectro fotometría de alta resolución (HPLC), se realizó en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo de la Universidad Cayetano Heredia (LID-UPCH). La cuantificación de las saponinas y betalainas nos sirve para conocer qué grupo de accesiones poseen mayor o en menor concentración de estos compuestos que en el futuro servirá para el aprovechamiento: agrícola, industrial, y para hacer mejoramientos genéticos para obtener nuevas variedades dulces.

El presente trabajo de investigación, contribuirá a dar alternativas de solución, a muchos de los problemas que afronta los productores de quinua en la región que son: poco aprovechamiento de las bondades de la gran biodiversidad de la quinua, alternativas de rotaciones de cultivo, ingreso económico, desnutrición infantil, seguridad alimentaria, mejoramiento de rendimiento por unidad productiva, aprovechamiento en la agroindustria, industria en general de las saponinas y betalainas.

2.4.1. Banco de germoplasma de quinua LGBV- UNSCH (accesiones utilizadas)

Se trabajó con el cultivo de quinua (*Chenopodium. quinoa* Willd.) Procedentes del banco de germoplasma del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (LGVB-UNSCH), colectadas a nivel de la región Ayacucho, estas 70 accesiones; son parte del Germoplasma UNSCH-LGBV (65 colectados a nivel de la región Ayacucho y 5 variedades comerciales colectadas en la localidad de Manallasacc-Chiara-Ayacucho).

Accesiones de quinua del Banco Regional de Germoplasma del Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal (LGBV), usados en el trabajo de investigación

Codificación de las accesiones de quinua usadas en el trabajo de investigación		
UNSCHLGBV604050113 (A1)	UNSCHLGBV604054713 (A47)	UNSCHLGBV6040512813 (A128)
UNSCHLGBV604050513 (A5)	UNSCHLGBV604055313 (A53)	UNSCHLGBV6040513013 (A130)
UNSCHLGBV604050713 (A7)	UNSCHLGBV604055413 (A54)	UNSCHLGBV6040513413 (A134)
UNSCHLGBV604052013 (A20)	UNSCHLGBV604055713 (A57)	UNSCHLGBV6040513613 (A136)
UNSCHLGBV604052113 (A21)	UNSCHLGBV604056013 (A60)	UNSCHLGBV6040513713 (A137)
UNSCHLGBV604052313 (A23)	UNSCHLGBV604056113 (A61)	UNSCHLGBV6040513813 (A138)
UNSCHLGBV60405241 3 (A24)	UNSCHLGBV604056213 (A62)	UNSCHLGBV6040513913 (A139)
UNSCHLGBV604052513 (A25)	UNSCHLGBV604056713 (A67)	UNSCHLGBV6040514013 (A140)
UNSCHLGBV604053013 (A30)	UNSCHLGBV604056813 (A68)	UNSCHLGBV6040514113 (A141)
UNSCHLGBV604053113 (A31)	UNSCHLGBV604056913 (A69)	UNSCHLGBV6040514213 (A142)
UNSCHLGBV604053513 (A35)	UNSCHLGBV604057013 (A70)	UNSCHLGBV6040514313 (A144)
UNSCHLGBV604053913 (A39)	UNSCHLGBV604057640 (A76)	UNSCHLGBV6040514713 (A147)

UNSCHLGBV60405 40 13 (A40)	UNSCHLGBV60405 78 13 (A78)	UNSCHLGBV60405 148 13 (A148)
UNSCHLGBV60405 41 13 (A41)	UNSCHLGBV60405 80 13 (A80)	UNSCHLGBV60405 149 13 (A149)
UNSCHLGBV60405 46 13 (A46)	UNSCHLGBV60405 86 13 (A86)	UNSCHLGBV60405 153 13 (A153)
UNSCHLGBV60405 172 13 (A172)	UNSCHLGBV60405 98 13 (A98)	UNSCHLGBV60405 154 13 (A154)
UNSCHLGBV60405 173 13 (A173)	UNSCHLGBV60405 115 13 (A115)	UNSCHLGBV60405 155 13 (A155)
UNSCHLGBV60405 174 13 (A174)	UNSCHLGBV60405 117 13 (A117)	UNSCHLGBV60405 156 13 (A156)
UNSCHLGBV60405 46 13 (A46)	UNSCHLGBV60405 118 13 (A118)	UNSCHLGBV60405 157 13 (A157)
UNSCHLGBV60405 175 13 (A175)	UNSCHLGBV60405 120 13 (A120)	UNSCHLGBV60405 162 13 (A162)
UNSCHLGBV60405 176 13 (A176)	UNSCHLGBV60405 123 13 (A123)	UNSCHLGBV60405 166 13 (A166)
UNSCHLGBV60405 14 13 (A14)	UNSCHLGBV60405 126 13 (A126)	UNSCHLGBV60405 167 13 (A167)
UNSCHLGBV60405 32 13 (A32)	UNSCHLGBV60405 127 13 (A127)	UNSCHLGBV60405 168 13 (A168)
		UNSCHLGBV60405 170 13 (A170)

Código de las accesiones: UNSCH-LGBV-604-05-01-13 (A1); (tomamos de la lista el primero como ejemplo y describimos el significado del código de accesoión según el ISO 3166).

Dónde:

UNSCH: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

LGBV: Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal

604 : Código internacional del Perú de acuerdo a la normativa ISO 3166

05 : Código del departamento de Ayacucho

01 : Numero de colección

13 : Año de elaboración del germoplasma

(A1) : accesoión 1, lleva el mismo número de colección (se usa para identificar con mayor facilidad)

2.5. Análisis por el método de espuma para determinar el contenido de saponina (EPA-UNSCH)

Analizado en el laboratorio de biotecnología vegetal de la Escuela Profesional de Agronomía (UNSCH). El método de espuma, es tradicional que consiste en: Pesar 0.50 ± 0.02 g. de granos enteros de quinua y colocarlos en un tubo de ensayo, Añadir 5.0 ml de agua destilada y tapar el tubo. Poner en marcha el cronómetro (o leer el reloj) y sacudir vigorosamente el tubo durante 30 segundos.

- Dejar el tubo en reposo durante 30 min, luego sacudir otra vez durante 20 segundos.
- Dejar en reposo durante 30 minutos más, luego sacudir otra vez durante 30 segundos, Dar al tubo una última sacudida fuerte, igual a las sacudidas que se usan con termómetros orales.
- Dejar el tubo en reposo 5 minutos, luego medir la altura de la espuma al 0.1 cm más cercano (discreto según la NTP 205.062-2014).

- **Fórmula para determinar el contenido de saponina en porcentaje (%) por el Método Espuma**

$$\text{Porcentaje de saponina} = \frac{0.646 * (\text{altura de espuma en cm.}) - 0.104}{(\text{peso de muestra en gr.}) * 10}$$

2.6. Análisis por el método de cromatografía líquida de alta resolución o High Performance Liquid Chromatography (HPLC) para determinar el contenido de saponina

El método consiste en: moler finamente 2.5 g de la muestra y se extrajo con 10.0 ml de EtOH/H₂O en la proporción 50:50 con agitación por 3 horas, se centrifugó a 5000 rpm por 20 minutos a 10°C, se decantó sobre una fiola de 25 ml, se repitió la extracción una vez más, se reunieron las soluciones y se llevó a volumen. Se tomó 1.0 ml de la solución obtenida, se llevó a 20.0 ml con agua MilliQ y se filtró sobre 0.45 micras para ser analizada.

Para la determinación espectrofotométrica de saponinas se utilizó el método de Monje y Raffaillac, descrito por Lozano *et al.*, (2012). A 0.6 ml de la solución muestra se le añadió 2.1 ml del reactivo de LB, se agitó vigorosamente en un vortex por 20 segundos y se dejó en reposo por 30 minutos. Se leyó la absorbancia a 528 nm, usando agua como blanco. Se realizó un blanco de la muestra (0.6 mL de la solución muestra se le añadió 2.1 mL de agua MilliQ) y se leyó a 528 nm. Las muestras fueron analizadas por triplicado. Se utilizó un extracto de saponinas de quinua como estándar en las concentraciones de 0.0 a 1.0 mg.mL⁻¹.

Para la determinación espectrofotométrica de saponinas se utilizó el método de Monje y Raffaillac, descrito por Lozano *et al.* (2012).

2.7. Determinación de betalainas por cromatografía líquida de alta resolución o High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

El método consistió en realizar lo siguiente: en un gramo de la muestra molida finamente fue extraído con 4 ml de agua destilada en baño de ultrasonido por 30 minutos, se centrifugó a 5000 rpm y 10 °C por 30 minutos, la solución se colocó en una fiola de 10 mL. Se repitió la extracción por dos veces con 3 mL de agua, se reunieron las soluciones, se llevó a volumen y filtró sobre 0.22 µm.

Para la determinación espectrofotométrica de betalainas (betacianinas y betaxantinas) se utilizó el método de Castellar *et al.*, Descrito por Sumaya *et al.*, (2011). Las betacianinas y betaxantinas se reportaron como mg. equivalentes de betanina/Kg y mg equivalentes indicaxantina/Kg respectivamente. Las betacianinas se determinaron a

535 nm y las betaxantinas a 480 nm. Se usó agua como blanco. Las muestras fueron analizadas por triplicado.

- **Fórmula para calcular el contenido de betalainas por el método de cromatografía Líquida de alta resolución (HPLC)**

$$C \text{ (mg/L)} = (A \times DF \times MW \times 1000) / (ExL)$$

$$B \text{ (mg/kg)} = (C \times Vm \times (1/Wm) \times 1000$$

Dónde:

A : Absorbancias a 535 ó 480 nm.

DF : Factor de dilución

MW : Peso molecular (g.mol⁻¹)

E : Coeficiente de extinción (L.mol cm⁻¹)

L : Ancho de la celda (1 cm)

V : L de solución muestra

Wm : g de muestra

El coeficiente de extinción para betacianinas es de 60,000 y su peso molecular 550, para las betaxantinas su coeficiente de extinción es de 48,000 y su peso molecular 308.

2.8. Análisis estadístico de variables agronómicas de productividad de 5 variedades del germoplasma

Para realizar el análisis estadístico de los variables de productividad, se utilizó la metodología indicada por CALZADA (1970), donde se incluye ANVA y la prueba de significación estadística Tukey al nivel de (0.05), con la finalidad de determinar las diferencias estadísticas para cada variedad evaluada con aplicativo SAS.

2.9. Análisis estadístico del contenido de saponinas y betalainas del germoplasma- UNSCH-LGBV

Para realizar el análisis estadístico del contenido de saponinas y betalainas se utilizó la estadística descriptiva, consistente en la elaboración de tablas e histogramas de frecuencia. Con la finalidad de conocer la variación porcentual que existe entre los resultados de análisis cualitativo y cuantitativo del contenido de saponinas y betalainas de las accesiones evaluadas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Variables agronómicas de productividad de las 5 accesiones del germoplasma UNSCH

Tabla 1

Cuadrados medios del análisis de variancia de los variables de productividad de cinco variedades de quinua. Manallasacc 3560 msnm – Ayacucho

Fuente variación	G.L	Cuadrados medios									
		Altura de planta	Diámetro de tallo	Longitud de panoja	Peso de panoja	Peso grano por panoja	Diámetro de panoja	Nº Ramas primarias	Rendimiento de grano		
Bloque	3	24.28	ns	1.55 ns	17.83 ns	55.52 ns	0.77 ns	29.27 ns	0.06 ns	53198.69 ns	
Variedades	4	1332.46 **	118.06 **	585.32 **	838.58 **	186.45 **	1513.29 **	29.13 **	2310211.15**		
Error	12	28.78	4.38	12.48	20.89	1.75	39.59	0.26	31794.69		
Total	19										
C.V. (%)		3.42	10.83	6.53	4.77	2.23	7.15	6.69	3.1		

En la tabla 1 se muestra ocho caracteres de productividad de cinco variedades de quinua cada una con cuatro repeticiones, donde se puede apreciar que la fuente de variación que corresponden a Bloques, Variedades y el error experimental. Los cuadrados medios resultaron altamente significativos (**) en la fuente de variación entre la altura de planta, diámetro de tallo, longitud de panoja, peso de panojo, peso grano por panoja, diámetro de panoja, numero de ramas primarias y rendimiento de grano. En bloques no se observa diferencia estadística en todas las variables de productividad, la diferencia entre variedades permite efectuar la prueba de contraste de Tukey, de este modo determinar la mejor variedad en cada variable evaluado. Los coeficientes de variación son valores que demuestran la buena precisión, producto de la buena conducción del experimento.

Altura de planta (cm)

Tabla 2

Prueba de Tukey (0.05) de Altura de la planta (cm) de cinco accesiones de quinua. Manallasacc 3560 msnm – Ayacucho

Accesión	Promedio (cm)	ALS (T)
Amarilla Marangani (T3)	177.8	A
Blanca Junín (T1)	168.1	B
Roja de Pasankalla (T2)	160.2	B
Negra Collana (T4)	153.3	B
Negra Ayrampo (T5)	128.6	C

Por la alta significación estadística en la variabilidad en la altura de la planta de las cinco variedades de quinua se ha realizado la prueba de contraste de Tukey, el que se observa en la Tabla 2. El rango de variación de altura de planta obtenido está entre los valores 177.8 cm a 128.6 cm, que corresponden a los tratamientos Amarilla de Marangani (T₃) y Ayrampo (T₅) respectivamente. La variedad Amarilla Marangani supera estadísticamente a los demás cultivares. Entre los tratamientos: Blanca Junín (T₁), Roja Pasankalla (T₂) y Negra CCollana (T₄) no existe diferencia significativa.

Mujica (1993), en su trabajo titulado “Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México” menciona que:

La planta, es erguida, alcanza alturas variables desde 30 a 300 cm, dependiendo del tipo de quinua, de los ecotipos, de las condiciones ambientales donde crece, de la fertilidad de los suelos; las de valle tienen mayor altura que las que crecen por encima de los 4000 msnm y de zonas frías, en zonas abrigadas y fértiles las plantas alcanzan las mayores alturas, su coloración varía con los genotipos y fases fenológicas. Está clasificada como planta C3. Al efectuar la comparación de la altura de planta, en nuestra medición obtuvimos desde 128.6 a 177.8 cm. observamos que se encuentra dentro del rango manifestado por el autor, el cual es el resultado del ambiente e identidad genética. (p. 67)

En comparación a los resultados obtenidos por Morote (2014) en su trabajo de investigación “Rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en tres densidades de plantas bajo sistema de labranza mínima. Canaán 2750 msnm Ayacucho en Canaán a 2750 msnm” obtuvo:

Una altura de planta de 171.22 cm para la variedad Choclito y 161.08 cm para la variedad Blanca Junín, estos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo de investigación; donde existe gran variabilidad en la altura de planta desde: 128.5 a 177.8 cm. Esta característica, está muy relacionado a la parte genética y ambiental. (p. 66)

Según Reyes (1990 citado por Valdez, 2015) en su investigación titulada “Caracterización fisicoquímica, funcional-tecnológica y sensorial de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.)” concluye que:

La altura de la planta puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes. La altura de planta es un variable importante, ya que es un indicativo de la velocidad del crecimiento. Al realizar la comparación con nuestro trabajo de investigación, la altura de planta

de las accesiones evaluadas se manifiestan su arquitectura, gobernada genéticamente por la variedad e influenciado por medio ambiente. (p. 79)

Diámetro del tallo (mm)

Tabla 3

Prueba de Tukey (0.05) de diámetro del tallo de cinco variedades de quinua. Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho

Accesiones	Promedio (mm)	ALS (T)
Blanca Junín (T1)	27.93	A
Roja de Pasankalla (T2)	20.45	B
Amarilla Marangani (T3)	18.83	B C
Negra Collana (T4)	14.85	C
Negra Ayrampo (T5)	14.58	C

Por la alta significación estadística en la fuente de variación de cinco variedades sobre el diámetro de tallo, se ha realizado la prueba de contraste de Tukey, el que se observa en la Tabla 3, el rango de variación va de 27.93 a 14.58 mm. Para los cultivares Blanca de Junín (T₁) y Negra Ayrampo (T₅) respectivamente. Los tallos de mayor diámetro están relacionados con los cultivares de mayor rendimiento de grano. Entre Roja Pasankalla y amarilla Marangani no hay diferencia significativa debido a que miden 20.45 mm y 18.83 mm respectivamente.

Huacahuari (1996), observó en condiciones de Canaán a 2750 msnm - Ayacucho, que:

Los cultivares CH-27-91 y Amarillo Maranganí tuvieron el mayor diámetro del tallo principal con 13.70 a 22.5 mm, y los cultivares que presentaron el menor diámetro fueron CH-07-91, Cheweca y CH-22-91 con 9.60, 9.30 y 9.10 mm respectivamente, en este caso los resultados obtenidos no son similares al trabajo de investigación. Debido a las condiciones ambientales, como la temperatura, suelo y manejo agronómico. (p. 52)

El diámetro del tallo está influenciado por la duración del ciclo vegetativo, en el presente experimento se aprecia esta relación, siendo este un carácter genético más su interacción con el medio ambiente.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación son mayores, en comparación con realizado en Manallasacc por Bautista (2015) en su investigación con niveles de gallinaza obtuvo entre 16.47 y 16.40 mm de diámetro de tallo para las variedades de Blanca Junín e INIA 415 - Pasankalla respectivamente. Esto debido a que

en el experimento se trabajó en una parcela con suelo de buena calidad y se aplicó buena fertilización de fondo, nutrición foliar y control preventivo de plagas y enfermedades.

Longitud de panoja (cm)

Tabla 4

Prueba de Tukey (0.05) de longitud de la panoja de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho

Variedades	Promedio (cm)	ALS (T)	
Amarilla Marangani (T3)	66.40	A	
Blanca Junín (T1)	62.25	A	B
Roja de Pasankalla (T2)	57.90	B	C
Negra Collana (T4)	47.25		C
Negra Ayrampo (T5)	36.60		D

En la Tabla 4 muestra bajo la prueba de contraste de Tukey a las variedades Amarilla de Marangani (T₃), Blanca de Junín (T₁) y Roja de Pasankalla (T₂) como los cultivares de mayor longitud de panoja con valores de 66.40, 62.25 y 57.90 cm. respectivamente. El rango de variación va de 66.40 a 36.60 cm para las accesiones Amarilla de Marangani (T₃) y Negra Ayrampo (T₅) respectivamente.

Barboza (2016) menciona sobre la longitud de panoja alcanzado en 36 accesiones de quinua amarilla un rango de valores que van desde 55.56 cm a 33.86 cm. Estos valores comparados con los resultados obtenidos en el presente experimento son casi similares, atribuyéndose esta diferencia a la interacción del genotipo y ambiente.

Mejia (2012) en su trabajo de investigación en la variedad Blanca Junin en Chontaca a 3 500 msnm encontró:

Un rango de 32.7 a 50.4 cm de longitud de panoja, para tratamientos testigo (0 kg.ha⁻¹ de guano de isla con 0-0-0 kg.ha⁻¹ de N P K) y 3 000 kg.ha⁻¹ de guano de isla con 60-50-40 kg.ha⁻¹ de N P K respectivamente. El resultado en el presente trabajo de investigación en la Variedad Blanca de Junín con una longitud de panoja de 62.25 cm. es Relativamente mayor a lo obtenido por el mencionado autor, debido a alto nivel abonamiento orgánico y manejo agronómico. (p. 58)

En general, cabe señalar que, al cultivar quinua, la mayor o menor longitud de las perras se debe a su hábito de crecimiento, es decir, a la naturaleza de la variedad. La altura final, sin embargo, es un carácter fuertemente influenciado por el medio ambiente, que depende en gran medida de la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo durante el crecimiento de las plantas.

Peso de panoja (gr)

Tabla 5

Prueba de Tukey (0.05) de peso de panoja de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho

Variedades	Promedio (g)	ALS (T)	
Roja de Pasankalla (T2)	114.19	A	
Amarilla Marangani (T3)	104.80	A	B
Blanca Junín (T1)	96.40		B
Negra Collana (T4)	84.68		C
Negra Ayrampo (T5)	78.60		C

En la Tabla 5 muestra el análisis de variancia para el peso de panoja, de 5 tratamientos de Quinua, efectuada la prueba de contraste de Tukey (P: 0.05), se observa que la variedad Roja Pasankalla y Amarilla Marangani son las que tienen mayor peso, sin diferencia estadística entre ellos. Estas dos variedades superan estadísticamente a los demás cultivares.

Amiquero (2014) obtuvo que el peso de panoja de “89.9 y 72.8 g estos resultados se encuentran en el intervalo de los resultados del autor, lo cual se concluye que la variación del peso de panoja está determinada por factores genéticos y ambientales”.

Morote (2014) en Canaán a 2750 msnm, en su investigación bajo labranza mínima, obtuvo:

Un peso de panoja entre 106.88, 89.49 y 84.67 g para las densidades de plantas de 143 000, 190 667, y 286 000 pl. ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados son similares para la variedad Amarillo Marangani, Blanca Junín y Negra Ccollana respectivamente, superiores para la variedad negra Ayrampo obtenidos en el presente trabajo de investigación. Cabe mencionar que se mantuvo similar densidad en número pl. ha⁻¹. (p. 66)

Peso de grano por panoja (gr)

Tabla 6

Prueba de Tukey de peso de grano por panoja de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560msnm. Ayacucho

Accesiones	Promedio (g)	ALS (T)	
Roja de Pasankalla (T2)	66.80	A	
Amarilla Marangani (T3)	63.95	A	
Blanca Junín (T1)	60.60		B
Negra Collana (T4)	55.05		C
Negra Ayrampo (T5)	49.88		D

En la Tabla 6 muestra a la variedad Roja de Pasankalla (T₂) y Amarilla de Marangani (T₃) son los de mayor rendimiento de peso de grano por panoja sin diferencia estadística entre ellos, superando estadísticamente a las demás variedades; tomando valores de 66.80 y 63.95 g respectivamente. La variedad Negra Ayrampo es la de menor peso de grano por panoja, con un valor de 49.88 g.

Rosas (2015) reporta los resultados de la evaluación de 10 variedades de quinua entre los que se encuentra la Roja de Pasankalla y la Blanca de Junín en la localidad de Tarma (3300 msnm) valores de peso de grano por panoja de 62.6 a 61.5 g, estos resultados similares a los obtenidos en el presente. La variable estudiada representa el potencial productivo de un determinado genotipo y su interacción con el medio ambiente.

Diámetro de la Panoja

Tabla 7

Prueba de Tukey (0.05) de diámetro de la panoja de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560msnm. Ayacucho

Variedades	Promedio (mm)	ALS (T)
Amarilla Marangani (T3)	120.50	A
Roja de Pasankalla (T2)	116.65	A
Blanca Junín (T1)	111.83	A
Negra Collana (T4)	91.83	B
Negra Ayrampo (T5)	74.90	C

En la Tabla 7 muestra a las variedades Amarilla de Marangani, Roja de pasankalla y Blanca de Junín, como los de mayor diámetro de panoja, pero sin diferencia estadística entre ellos. Tomando los valores: 120.50; 116.65; 111.83 mm respectivamente. Las demás cultivares se muestran con menor diámetro.

Barboza (2016) reporta para el diámetro de panoja en 36 cultivares de quinua de grano amarillo valores dentro de un rango de 125.7 a 74.40 mm, los resultados son casi similares a los obtenidos en el presente experimento, Los resultados obtenidos es bajo condiciones de selección fenotípica en la localidad de Canaán a 2735 msnm.

Fernández (1986) determinó que a mayor longitud y diámetro de panoja habrá mayor rendimiento, esto permitiría un mejor llenado de granos dando una mayor producción. En nuestro trabajo de investigaciones también existe una directa; a mayor diámetro, mayor rendimiento. Observamos que la Variedad Amarilla Marangani, Roja Pasankalla y Blanca Junín, muestran esta relación.

Rosas (2015) reporta los resultados de la evaluación de 10 variedades de quinua en la localidad de Tarma (3300 msnm), posee valores de diámetro de panoja de 110.5 a

55.6 mm, entre las variedades estudiadas se encuentran la Roja de Pasankalla y la Blanca de Junín, comparado con el presente trabajo, la primera variedad tiene similitud. En caso de la segunda variedad hay cierta discrepancia a los resultados obtenidos. La variación obtenida esta explicado por la presión diferencial del ambiente sobre los genotipos.

Número de ramas primarias (n)

Tabla 8

Prueba de Tukey (0.05) de número de ramas primarias de quinua (Chenopodium quinoa) Manallasacc 3560 msnm. Ayacucho

Variedades	Promedio	ALS (T)
Blanca Junín (T1)	9.6	A
Roja de Pasankalla (T2)	9.5	A
Amarilla Marangani (T3)	9.3	A
Negra Collana (T4)	4.9	B
Negra Ayrampo (T5)	4.2	B

La alta significación estadística en el número de ramas primarias permite efectuar la prueba de Tukey mostrada en la Tabla 8, donde las variedades Blanca de Junín (T₁) Roja de Pasankalla (T₂) y Amarilla de Marangani (T₃): son las que muestran un mayor número de ramas primarias sin diferencia estadística entre ellos con valores de 9.6, 9.5 y 9.3 unidades, respectivamente. Las demás variedades tienen menor número de ramas.

Choquecahua (2011) reporta resultados obtenidos en Canaán a 2735 msnm en 25 cultivares de quinua de grano blanco valores de número de ramas primarias de 2 a 20, los datos obtenidos en el presente experimento se encuentran dentro de los valores mostrados en el rango, existe variación dentro de cada variedad producto de la presión ambiental.

Rendimiento grano

Tabla 9

Prueba de Tukey (0.05) del rendimiento de grano de las variedades de quinua (Chenopodium quinoa W.) Manallasacc 3560msnm. Ayacucho

Variedades	Promedio (kg. ha ⁻¹)	ALS (T)
Roja de Pasankalla (T2)	6628.30	A
Amarilla Marangani (T3)	6084.08	B
Blanca Junín (T1)	5933.88	B
Negra Collana (T4)	5465.73	C
Negra Ayrampo (T5)	4624.23	D

El rendimiento es la variable más importante en todo cultivo agrícola. Por el aporte económico. Se observa en la Tabla 9. El cultivar Roja de Pasankalla (T₂) muestra

superioridad en el rendimiento de grano de quinua, superando estadísticamente a las demás variedades con un valor de 6628.30 kg. ha⁻¹. Los cultivares Amarilla Marangani (T₃) y Blanca de Junín (T₁) sin diferencia estadística entre ellos son las variedades con segunda prioridad en el rendimiento de grano, tomando valores de 6084.08 y 5933.88 kg. ha⁻¹ respectivamente. Las demás variedades tienen valores inferiores.

Urbano (2019) en condiciones del Centro Experimental Canaan-Ayacucho, a 2800 msnm. obtuvo un máximo de rendimiento de 7992.67 kg. ha⁻¹ con la variedad Negra Collana (INIA 420) y un mínimo de 5085.67 kg. ha⁻¹ con la misma variedad; Huanacahuari (1996), obtuvo el máximo rendimiento en el cultivar Mantaro con 8721.1 kg. ha⁻¹ y con el cultivar CH-06-91 obtuvo el menor rendimiento con 2516.9 kg. ha⁻¹, se puede afirmar que las variedades del presente experimento alcanzaron rendimientos cercanos a los obtenidos por Urbano y por debajo a los obtenidos por Huanacahuari. Choquecagua (2010) evaluó 24 cultivares de grano blanco en Canaan-INIA, encontró valores de rendimiento de grano entre 8171 y 2375 kg. ha⁻¹ para los cultivares CQA025 y CQA051 respectivamente, estos mismos cultivares fueron evaluados por Amiquero (2012) y obtuvo rendimiento de grano de 6719 y 5846 kg. ha⁻¹ respectivamente. Bautista (2015) en condiciones de Manallasacc, obtuvo rendimiento de 3449.7 kg. ha⁻¹ en variedad Blanca Junín y 27331.48 para Roja Pasankalla INIA -415 incorporando 4.0 tn/ha de Gallinaza.

Como se puede apreciar, los rendimientos en el presente estudio están dentro de los rendimientos obtenidos por Urbano (2019) y el rendimiento de la Variedad Negra Collana (INIA 420) está dentro del promedio, también podemos afirmar que los rendimientos obtenidos por Choquecagua (2010) están dentro del promedio, pero superiores a los obtenidos por Bautista (2015). Lo que permite afirmar que hubo un efecto sinérgico entre el guano de isla y la fertilización química muy concentrada aplicadas en la siembra, alta calidad de semilla, también por la calidad de suelo profundo y restos de nutrientes de gallinaza de la campaña anterior del cultivo de papa. Estos rendimientos posiblemente tienen similar o mejores en temperatura, humedad atmosférica, altitud, longitud y tipo de suelo, al lugar de procedencia de las variedades. Los rendimientos están muy relacionados con el nivel de fertilidad del suelo, el uso de abonos orgánicos y químicos, ya que un suelo saludable con la fertilidad química, física y biológica bien balanceada, produce altos rendimientos y de alta calidad. ya que todos los 16 minerales esenciales están presentes en cantidades óptimas y necesarias para el cultivo más los 3 macroelementos elementos como: el Carbono, hidrogeno y oxigeno son obtenidos del aire

y agua eficientemente. cuando toda la fertilidad esta balanceado; calidad de semilla, la época de siembra, humedad del suelo en el momento de la siembra, precipitación pluvial durante la etapa vegetativa del cultivo, pH, etc. En la relación: suelo, planta-manejo y clima. Intervienen 32 factores, que afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo, en su mayor porcentaje está determinado por factores como: la constitución genética de la planta, condiciones ambientales a la que está expuesto, y por factores bióticos (plagas, enfermedades y malezas que compiten con el cultivo). Tres de los factores ambientales más importantes son la radiación solar, la temperatura y la humedad del suelo. Factores que influyen de manera positiva en cada estadio del cultivo porque la zona del experimento posee condiciones favorables. Por todo están buenas condiciones óptimas complementado por el buen manejo, obtuvimos altos rendimientos en todas las variedades evaluadas.

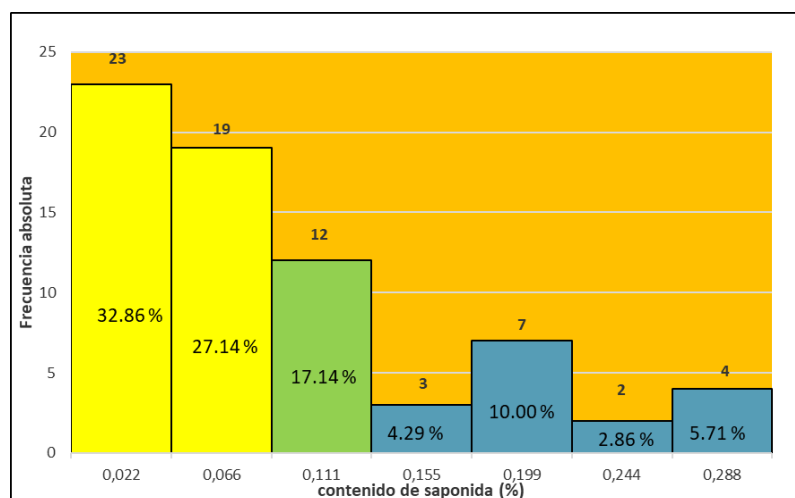
Mujica (1983) menciona que el rendimiento potencial de la quinua alcanza a 11000 kg. ha⁻¹, sin embargo, la producción más alta obtenida en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de 6000 kg. ha⁻¹. Comparado con el presente trabajo experimentalmente se ha obtenido rendimientos desde: 6628.30 hasta 4624.23 kg. ha⁻¹. Resultado por la buena calidad de suelo, semilla de calidad, nutrición adecuada, adecuada protección vegetal y ligera presión ambiental adversa. Habiendo cierta similitud con los resultados del autor mencionado.

3.2. Contenido de saponinas y betalainas

3.2.1. Determinación del contenido de saponina por el método espuma (tradicional)

Figura 1

Histograma de frecuencia del contenido de saponinas en el germoplasma UNSCH-LGBV, por el método de Espuma



En la Figura 1. Muestra que del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma UNSCH-LGBV, por el método Espuma; Resultó 23 acciones con un promedio de 0.022% de Saponina, consideradas como quinuas dulces, son de mayor frecuencia. Que representa el 32.86% del total del germoplasma evaluado y son: A7; A24; A39; A14; A62; A98; A123; A147; A155; A166; A173; A118; A144; A157; A76; A140; A154; A46; A53; A21; A141; A25 y A40. Resulto 19 acciones con un promedio de 0.066% de Saponina, consideradas también como quinuas dulces. Que representa el 27.14% del total del germoplasma evaluada y son: A30; A168; A31; A175; A176; A67; A80; A134; A138; A148; A149; A167; A1; A35; A47; A57; A126; A128; A86. Resulto 12 Accesiones que contienen en promedio: 0.111% de saponina, consideradas como quinuas semidulces, que representa 17.14% del total del germoplasma evaluada y son: A41; A54; A61; A153; A20; A32; A69; A78; A136; A139; A130; A170. Resulto 3 accesiones que contienen en promedio 0.155%; de saponina, consideradas como quinuas semidulces. Que representa 4.29% del total del germoplasma evaluada y son: A117; A142 y A60. Resulto 7 accesiones que contienen en promedio: 0.199%; de saponina, consideradas como quinuas amargas. Que representa 10% del total del germoplasma evaluada y son: A172; A70; A143; A5; A120; A137; A156. Resulto también 2 accesiones que contienen en promedio: 0.244%; de saponina, consideradas como quinuas amargas. Que representa 2.86% del total del germoplasma evaluada y son: A23 y A115. Y finalmente resulto 4 accesiones que contienen en promedio: 0.288%; de saponina, consideradas como quinuas amargas. Que representa 5.71% del total del germoplasma evaluada y son: A162; A174; A68 y A127. Estos resultados permiten seleccionar estas características para futuros trabajos en la parte agronómica, agroindustrial y farmacéutica. Para una mayor identificación del porcentaje del contenido de saponinas de cada accesión por el Método Espuma.

Choquehuanca (2011) al evaluar el contenido de saponinas en 25 cultivares de quinua de grano blanco (colecciones), procedentes del distrito de Acocro, seleccionados en Inía- Canaán, con el método de espuma obtuvo desde: 0.08% hasta 0.56%. Comparado con nuestro trabajo de investigación de las 70 accesiones son similares.

Nieto citado por Apaza y Delgado (2006) define como: quinuas libres de saponina en variedades de 0.00% de saponina; quinuas dulces en variedades con menos de 0.06% de saponina y quinuas amargas las variedades que tienen más de 0.16%. Al realizar la comparación del presente trabajo, se encuentran entre los valores de los autores arriba mencionados y se pueden agrupar en quinuas dulces desde 0 a 0.066% (42 accesiones).

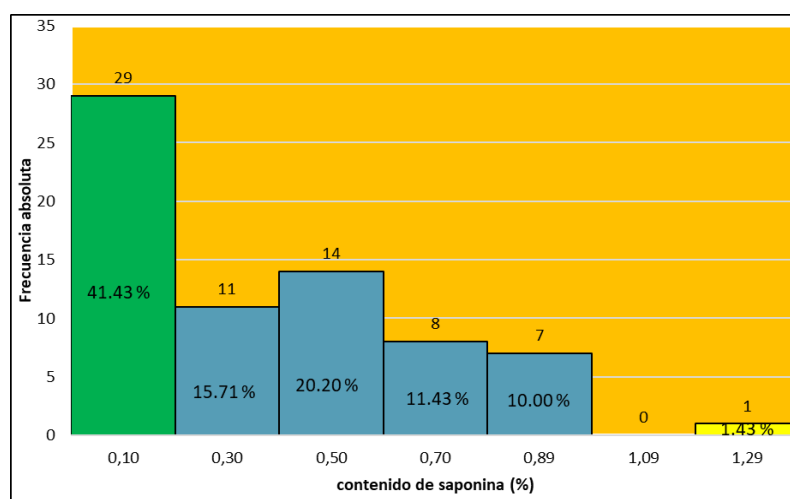
semidulces desde 0.067 a 0.155% (15 accesiones) y amargas 0.156% a 0.288% (13 accesiones).

Lescano (1994) indica que “el método de espuma tiene validez para determinar el contenido de saponinas en granos de quinua dentro de un rango de concentraciones que va desde 0.01% hasta 0.37%, valores que relacionan a alturas de espumas que van desde 0.2 a 3 cm”. Al comparar con nuestro trabajo de investigación, se encuentran dentro del rango obtenido que varía desde 0 a 0.288%.

3.2.2. Determinación del contenido de saponina por el método HPLC

Figura 2

Histograma de frecuencia del contenido de saponinas en el germoplasma UNSCH-LGBV, por el método de HPLC



En la **figura 3.2.** Muestra que del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma UNSCH-LGBV, Por el método HPLC; resulto 29 accesiones con un promedio de: 0.1% de saponina (presentan mayor frecuencia), consideradas como quinuas dulces. Que representa el 41.43% del total de germoplasma evaluada y son: A21; A25; A46; A172; A173; A175; A176; A14; A53; A76; A81; A123; A126; A138; A139; A140; A141; A144; A147; A154; A155; A156; A166; A69; A80; A24; A167; A168; A86. Resulto 11 accesiones con un promedio de: 0.30% de saponinas, consideradas como quinuas amargas. Que representa 15.71% del total de germoplasma evaluada y son: A39; A62; A136; A118; A148; A20; A137; A35; A143; A134; A70. Resulto 14 accesiones que contienen un promedio de: 0.5% de saponina, consideradas quinuas amargas. Que representa 20.20% del total de germoplasma evaluada y son: A68; A67; A157, A128; A142; A149; A61; A98; A40; A32; A130; A54; A60; A47. Resulto 8 accesiones que contienen un promedio de: 0.7% de saponina, consideradas quinuas amargas. Que

representa 11.43% del total de germoplasma evaluada y son: A117, A30; A153; A57; A127; A23; A41; A170. También resulto 7 accesiones que contienen un promedio de: 0.89% de saponina, consideradas quinuas amargas. Que representa 10% del total de germoplasma evaluada y son: A7; A115; A162; A1; A31; A120; A174. Y finalmente Resulto 1 accesión que contiene un promedio de: 1.29% de saponina, considerada la quinua de mayor amargor, que representa 1.43% del total de germoplasma evaluada y es: A5.

En el Grafico, el grupo de 29 accesiones de quinua contienen un promedio: 0.10% de saponinas, son consideradas como de sabor dulce y estas son: A21; A25; A46; A172; A173; A175; A176; A14; A53; A76; A81; A123; A126; A138; A139; A140; A141; A144; A147; A154; A155; A156; A166; A69; A80; A24; A167; A168; A86. Por otro lado, las 41 accesiones que contienen desde 0.3% a 1.29%, considerados de sabor amargo y estas son: A39; A62; A136; A118; A148; A20; A137; A35; A143; A134; A70; A68; A67; A157, A128; A142; A149; A61; A98; A40; A32; A130; A54; A60; A47; A117, A30; A153; A57; A127; A23; A41; A170; A7; A115; A162; A1; A31; A120; A174 y A5.

El método (HPLC) es un procedimiento analítico de mayor precisión, comparado con el método tradicional (Espuma); que muestra un mayor rango de variación. Como mencionan; Monje y Raffaillac, 2006; Lozano *et al.*, 2012 y Guzmán *et al.*, (2013) consideran la espectrofotometría como un buen y preciso método para determinar la cantidad de saponinas en quinua. Para una mayor identificación del porcentaje del contenido de saponinas de cada una de las accesiones por el Método HPLC. Se encuentra en el (anexo 8).

Guglú (2007) el contenido de saponinas varía entre 0-3% en granos secos, aunque se ha reportado variedades con contenidos de saponina de hasta 4%. Granos muy amargos se clasifican entre 1- 3% granos de contenido medio entre 0.1 y 1% y variedades dulces de 0.0 a 0.15 %, Al comparar con nuestro trabajo de investigación, se encuentra dentro del rango obtenido que varía desde 0 a 1.29%.

Apaza V. *et al*, (2013) determinaron el contenido de saponina en las variedades de quinua: Roja Pasankalla, Blanca Junín, Amarilla Marangani, Negra Collana, Negra Ayrampo y de otras quinuas comerciales. 0.00%, 3%, 7%, 0%, 0.02%; respectivamente. Por el método HPLC. Al comparar con nuestro trabajo de investigación, se encuentra un

grupo dentro del rango obtenido que varía desde 0 a 1.29%. el resto está encima del rango, debido a que las muestras evaluadas por Apaza fueron provenientes de Puno, por el cual podría influir el medio ambiente en el contenido de Saponinas y otros compuestos bioactivos.

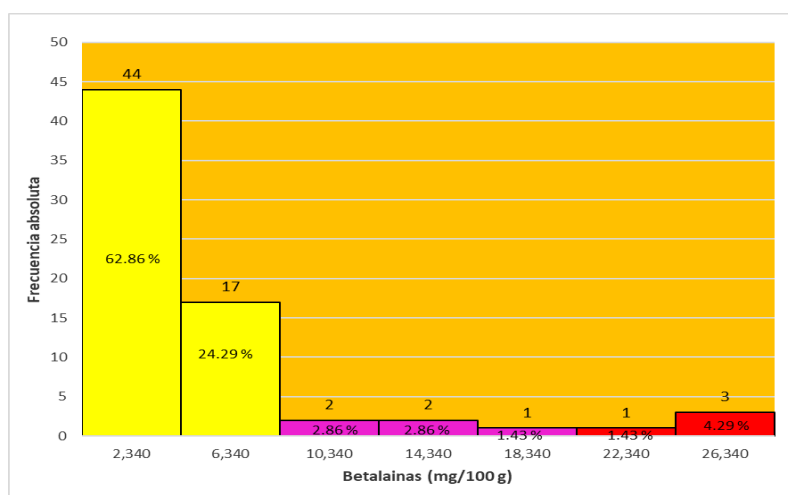
Telleria et al (1978) en su investigación titulada “Evaluación química y biológica de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.), influencia de la extracción de las saponinas por tratamiento térmico” demostraron que:

Las variedades de quinua sajama (1.7%) y blanca (1.9%) presentan menor concentración de saponina que las variedades amarillas (2.3%) y coloreada (2.8%). Estos valores se obtuvieron después de lavar la quinua a 50°C, donde se removi6 un 75 a 80 % de la saponina. Según Ruales and Fair (1992) las saponinas de la quinua son gluc6sidos triterpenoidales, localizadas en el pericarpio de las semillas y solubles en metanol y agua. Al comparar con nuestro trabajo de investigación, se encuentra dentro del rango obtenido que varía desde 0 a 1.29%. (p. 74)

Determinación del contenido de Betalainas por el método HPLC (mg/100g)

Figura 2

Histograma de frecuencia del contenido de betalainas en el germoplasma UNSCH-LGBV, por el método de HPLC



En la figura 2. Muestra que del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma UNSCH-LGBV, Por el método HPLC; resulto 44 accesiones con un promedio de: 2.34 mg/100 gr de betalainas, consideradas como quinuas de colores claros. Que representa 62.86% del total de germoplasma evaluada y son: A157; A14; A154; A140; A156; A138; A139; A68; A32; A126; A123; A80; A155; A172; A173; A142; A46; A144; A175;

A162; A148; A153; A78; A39; A24; A25; A60; A40; A62; A35; A149; A21; A76; A31; A69; A118; A53; A30; A128; A7; A130; A134; A5; A166. Resulto 17 accesiones con un promedio de: 6.340 mg/100 gr de betalainas, consideradas quinuas de colores claros. Que representa 24.29% del total de germoplasma evaluada y son: A86; A67; A57; A98; A120; A20; A41; A54; A70; A47; A117; A23; A174; A1; A61; A115; A167. Resulto 2 accesiones con un promedio de: 10.340 mg/100 gr de betalainas, consideradas quinuas de colores ligeramente pigmentadas. Que representa 2.86% del total de germoplasma evaluada y son: A176 y A137. Resulto 2 Accesiones con un promedio de: 14.340 mg/100g de betalainas, consideradas quinuas de colores ligeramente pigmentadas. Que representa 2.86% del total de germoplasma evaluada y son: A168 y A170. Resulto 1 accesión con un promedio de: 18.340 mg/100g de betalainas, consideradas quinuas de colores intensas. Que representa 1.43% del total de germoplasma evaluada y es: A136. Resulto 1 accesión con un promedio de: 22.340 mg/100g de betalainas, consideradas quinuas de colores intensos. Que representa 1.43% del total del germoplasma evaluada y es: A127 y finalmente resultado 3 accesiones con un promedio de: 26.340 mg/100g de betalainas , consideradas quinuas de colores intensos. Que representa 4.29% del total del germoplasma evaluada y son: A141; A143 y A147.

las quinuas de grano de colores intensos que poseen altos contenidos de betalainas. Estos muestran colores amarillos, negros, rosados, moradas y rojos. Este método HPLC, es un procedimiento analítico de mayor precisión que muestra un mayor rango de variación. El contenido de betalainas es muy variable ya que la quinua tiene presente mayor cantidad en la cascara, en comparación con los frutos como la tuna, pitajaya y en la raíz como la betarraga. Para una mayor identificación de la cantidad del contenido de betalainas de cada una de las accesiones por el Método HPLC. Se encuentra en el (anexo 9).

Según Aguilar *et al.*, (2017) reportan en cascara de quinua de colores, proveniente de Puno. Desde 96 mg/100 g hasta 201.01 mg/100g del contenido de betalainas. Efectuado con el método de extracción asistida por ultrasonido. Comparado con los resultados de nuestro trabajo de investigación se obtuvimos menores valores, teniendo valores desde 0 a 26.344 mg/100 g. El análisis de nuestro trabajo de investigación, fue efectuado en grano de quinua, con el método de HPLC. Esta diferencia se debe a que, en nuestro caso, el análisis se realizó en grano entero, en cambio lo efectuado por Aguilar *et al.*, (2017), fue realizado en cascara de quinua de colores; en esta parte se encuentra la mayor cantidad de pigmento y usó el método de extracción asistida por ultrasonido.

Según Vidaurri *et al.*, (2017) obtuvo valores en quinua de colores con cascara, mediante el método Abderrahim *et al.*, 2015; en quinua Roja Pasankalla: 0.13 mg/100 g y en Negra Collana: 0.17 mg/100 g. En comparación con los obtenidos en el presente trabajo de investigación guardan una estrecha relación con una parte del grupo de accesiones consideradas granos bajos en contenido de betalainas (que están en el rango de 2.340 mg/100 g). Esta diferencia se debe a que el análisis, en nuestro trabajo de investigación se realizó en 70 accesiones y por el método de HPLC, en cambio lo efectuado por Vidaurri *et al.*, (2017), fue solo en 2 variedades por el método de (Abderrahim *et al.*, 2015).

Ortiz (2010) al realizar la extracción de betalainas y determinación antioxidante de raíz de *Beta vulgaris* "betarraga", fruto de *Opuntia ficus indica* L. "tuna" y flores de *Amaranthus caudatus* L. "kiwicha" en la región Ayacucho llegando a los siguientes resultados, que las tres plantas contienen betalainas caracterizados como betacianinas y betaxantinas, en cantidades de 14.9 mg/100g; 23.7 mg/100g y 3.8 mg/100g de respectivamente. Comparado con los resultados de nuestro trabajo de investigación se obtuvieron valores dentro del rango, obteniendo valores en nuestro trabajo de investigación desde 0 a 26.344 mg/100 g. del cual deducimos que estas betalainas de las quinuas que poseen similares o mayores a los que posee la betarraga, Kiwicha y tuna. Un cierto grupo de las accesiones, poseen gran potencial para la industrialización y obtención de colorantes naturales para la gastronomía, agroindustria e industria farmacéutica.

Los resultados obtenidos se deben a la cantidad de pigmentos que posee algunas accesiones, ya sea en mayor o menor grado, el contenido de betalainas está asociado directamente a la coloración del perisperma del grano de quinua (cascara del grano de quinua). Es decir, las accesiones con colores más intensos poseen mayor contenido de betalainas y las accesiones que posee colores claros poseen menor o ausencia de betalainas. Las betalainas están conformadas por dos tipos las de coloración roja-violeta denominadas betacianinas y de coloración amarilla las betaxantinas, las accesiones evaluadas poseen distintos tonos de coloración desde blancos, blanco sucio, blanco opaco, marron, negro, crema, amarillo, rosado tenue, rosado, anaranjado y la morada purpura. Que al realizar el comparativo, los que poseen mayor contenido de betalainas son las de coloración: anaranjado, morado, amarillo y crema en ese orden respectivamente. Como menciona el autor Gallardo y *et al.*, (1996) el color de las hojas y frutos de las Chenopodiaceas, es variable dependiendo de los genotipos, se han observado pigmentos rojos, púrpuras, amarillos, que están constituidos por betalainas, tanto del tipo,

betacianinas (rojo- violeta) y betaxantinas (amarillas). En nuestro caso coincide lo afirmado por Gallardo, y la cuantificación de betalainas totales es la suma de betacianinas (rojo-violeta) más las betaxantinas (amarillas), porque poseen los mismos componentes y funciones.

CONCLUSIONES

1. La variedad Roja de Pasankalla (T_2) y Amarilla de Marangani (T_3) son las de mayor rendimiento de peso de grano por panoja sin diferencia estadística entre ellos tomando valores de 66.80 y 63.95 gr respectivamente. La variedad Negra Ayrampo es la de menor peso de grano por panoja. El rango de variación va de 66.80 a 49.88 gr para las variedades indicadas anteriormente.

El cultivar Roja de Pasankalla (T_2) muestra superioridad en el rendimiento de grano de quinua superando estadísticamente a las demás variedades con un valor de 6628.30 kg. ha⁻¹. Los cultivares Amarilla Marangani (T_3) y Blanca de Junín (T_1) sin diferencia estadística entre ellos son las variedades con segunda prioridad en el rendimiento de grano, tomando valores de 6084.08 y 5933.88 kg. ha⁻¹ respectivamente.

2. Del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma de quinua: UNSCH-LGBV, mediante el método Espuma, obtuvimos; 23 accesiones que contienen un promedio de: 0.022% de saponina; 19 accesiones que contienen un promedio de: 0.066% de saponinas, los 2 grupos considerados como quinuas dulces. Obtuvimos también 12 accesiones que contienen un promedio de: 0.111% de saponinas; 3 accesiones que contienen un promedio de: 0.155% de saponina; ambos considerados como quinuas semidulces. Finalmente obtuvimos 7 accesiones que contienen un promedio de: 0.199% de saponina; 2 accesiones que contienen un promedio de: 0.244% de saponina y 4 accesiones que contienen un promedio de: 0.288%. estos últimos 3 grupos considerados como quinuas amargas.

Del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma UNSCH-LGBV, mediante el método HPLC; 29 accesiones contienen un promedio de: 0.10% de saponinas; estas consideradas como quinuas dulces; 11 accesiones que contienen un promedio de: 0.3% de saponinas; 14 accesiones que contienen un promedio de 0.5% de saponinas; 8 accesiones que contienen un promedio de: 0.7% de saponinas; 7 accesiones que contienen un promedio de: 0.89% de saponina y 1 accesión que contiene un promedio de 1.29%. todo este segundo grupo de: 41 accesiones son, consideradas quinuas

amargas. Este método es un procedimiento analítico de mayor precisión, comparado con el método tradicional; que muestra un mayor rango de variación. Por ello solo tenemos 2 grupos de quinua en el contenido de saponina (dulces y amargas).

Del total de 70 accesiones evaluadas del germoplasma UNSCH-LGBV, mediante el método de HPLC, para determinar el contenido de betalainas. 44 accesiones contienen un promedio de: 2.340 mg /100 gr de betalainas; 17 accesiones que contienen un promedio de: 6.340 mg /100 g de betalainas. estos 2 grupos de 61 accesiones, son consideradas como quinas de colores claros. También existe 2 accesiones que contienen un promedio de: 10.340 mg/100 g de betalainas; 2 accesiones que contienen un promedio de: 14.340 mg/100 g de betalainas; 1 accesión que contiene un promedio de: 18.340 mg/100g de betalainas. Estos 3 grupos de 5 accesiones son: considerados como quinas de colores intermedios. Finalmente existe 1 accesión que contiene un promedio de: 22.340 mg/100g de betalainas y 3 accesiones que contienen un promedio de: 26.340 mg/100g de betalainas, estos 2 últimos grupos, de 4 accesiones son considerados de grano de colores intensos que poseen un alto contenido de betalainas.

REFERENCIAS

- ABDERRAHIM, F; HUANATICO, E; SEGURA, R; ARRIBAS, S; GONZALEZ, M. C; Y CONDEZO-HOYOS L. (2015). Physical features, phenolic compounds, betalains and total antioxidant capacity of coloured quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) from Peruvian Altiplano. Food Chem.; 183: 83–90.
- AGUILAR; S.J.; TUESTA, W; MAMANI, M. NAVARRO, W. (2017). Obtención de colorante de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) y su estabilización mediante encapsulamiento por atomización en maltodextrosa
- AMIGUERO, L. (2014). Selección y Evaluación de poblaciones de variedades de quinua de grano blanco (*Chenopodium quinoa* Willd.) Canaán 2756.5 msnm, tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo.
- APAZA, V. *et al* (2013). Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Lima Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, 79 p.

- BARBOZA, C. (2016). Caracterización y selección de 36 poblaciones de quinua de grano amarillo (*Chenopodium quinoa* Willd), tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo, UNSCH-Ayacucho.
- BAUTISTA, R. (2015). Niveles de gallinaza en el rendimiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Manallasacc 3580 msnm - Chiara – Ayacucho Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- CALZADA, B. (1970). Métodos estadísticos para la investigación editorial jurídica. Lima – Perú
- CHOQUECAHUA, A. (2011). Caracterización y selección de poblaciones varietales de quinua grano blanco (*Chenopodium quinoa*, Willd.). Canaán 2735 msnm. Ayacucho.
- DELGADO-VARGAS, F., A. R. JIMÉNEZ Y O. PAREDES-LÓPEZ. (2000). Natural Pigments: Carotenoids, Anthocyanins and Betalains-Characteristics, Biosynthesis, Processing, and Stability. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 40(3):173-289.
- FERNÁNDEZ, T. (1986). Comparativo de rendimiento de seis variedades y dos líneas de quinua, (*Chenopodium quinoa* Willd.), Allpachaka a 3600 msnm. Tesis, Ing. Agrónomo – UNSCH, Ayacucho, Perú
- GALLARDO, M; PEDRO, F. y GONZALES, J. (1996) Efecto del ClNa sobre el contenido de betalainas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). En: XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. Actas. 20-21 marzo. Mendoza, Argentina. Pp. 284-285
- HUANCAHUARI, E. (1996). Caracterización y evaluación del rendimiento de 14 cultivares de quinua en Canaán a 2750 msnm. Ayacucho 1996.
- LESCANO, J. (1994). Genética y mejoramiento de cultivos alto andinos. 1er.edicion en: lilloa, 45(1-2), 108–118. Recuperado a partir de: <http://www.lillo.org.ar/journals/index.php/lilloa/article/view/468>
- MEJIA, M. (2012). Niveles de abonamiento orgánico y sintético para optimizar el uso de nutrientes en el rendimiento de quinua (*chenopodium quinoa* Willd.), Chontaca (3,500 msnm) - Ayacucho [Tesis, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2039>
- MONJE, C; Y ARKO, A. y RAFFAILLAC, J. (2006). Determinación de saponina total en Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Método Espectrofotométrico. Memoria IV Congreso Nacional de la asociación boliviana de protección vegetal. Bolivia. Páginas 1-7

- MOROTE, (2014). Rendimiento de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en tres densidades de plantas bajo sistema de labranza mínima. Canaán 2750 msnm Ayacucho. tesis para obtener el título de ingeniero agrónomo, UNSCH-Ayacucho.
- MUJICA, A. (1983). Selección de variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Chapingo, México. Tesis Maestro en Ciencias. Centro de Genética, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- MUJICA, A. (1993). "Cultivo de Quinua". Instituto Nacional de Investigación Agraria. Serie Manual N° 11. Lima – Perú
- MUJICA, A. (1993). Selección de variedades de quinua, (*Chenopodium quinoa* Willd.), Tesis M.Sc., UAC, Chapingo, México
- NIETO, C. y SORIA, M. (1991). "Procesamiento de la quinua en el Ecuador". Seminario Taller. Quito
- NORMA TECNICA PERUANA DE QUINUA. NTP 205.062-2014, R.021-2009/INDECOPI-CNB.publicada 2014-07-12, II Edicion.
- ORTIZ, M. (2010). Extracción de betalainas y determinación de la actividad antioxidante de raíz de *Beta vulgaris* L. "betarraga", fruto *Opuntia ficus indica* L. Mill. "tuna" y flores de *Amaranthus caudatus* L. "Kiwicha". Ayacucho.
- ROSAS, G (2015). Evaluación agronómica de diez variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) bajo dos sistemas de cultivo en la Unión-Leticia, Tarma. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. UNA la Molina, Lima
- RUALES J. y FAIR B.M, (1992). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). An important andean food crop. DAN, University of Lund, Sweeden. IIT, EPN. Quito, Ecuador. 26 p. Disponible en: <http://laquinua.blogspot.com/2007/06/determinación-del-contenido-de-saponina.html>. Consultado el: 26/10/2014
- RUALES. J. (1992). Development of an infant food from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Technological aspects and nutritional consequences. Dissertation University of Lund, Sweeden. pp. 13-43.
- SUMAYA-MARTÍNEZ M. T., S. CRUZ-JAIME, E. MADRIGAL-SANTILLÁN, J. D. GARCÍA-PAREDES, R. CARIÑO-CORTÉS, N. CRUZ-CANSINO, C. VALADEZ-VEGA, L. MARTÍNEZ-CÁRDENAS AND E. ALANÍS-GARCÍA. (2011) Betalain, acid ascorbic, phenolic contents and antioxidant properties of purple, red, yellow and white cactus pears. International Journal of Molecular Sciences 12:6452-6468

- TELLERIA, M.L.; SGARBIERI, V.C. y AMAYA, J. (1978). Evaluación química y biológica de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.), influencia de la extracción de las saponinas por tratamiento térmico.
- URBANO, R (2019). Instalacion de un sistema de fertirriego por goteo y efecto del ácido húmico en el rendimiento de quinua negra (*Chenopodium quinoa* W.) en Canaan, 2735 msnm-Ayacucho.
- VALDEZ, J. (2015). Caracterización fisicoquímica, funcional-tecnológica y sensorial de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) Universidad Nacional Agraria La Molina -Lima, Repositorio -BAN