



Valoración de las cualidades nutricionales de germinados de cinco variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo condiciones atemperadas en el Centro Experimental Cota

Valuation of the nutritional qualities of sprouts of five varieties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under tempered conditions in the Experimental Center Cota Cota

Israel Huayllas Alfaro, Alejandro Bonifacio Flore y Medardo Wilfredo Blanco

RESUMEN:

En la actualidad poca es la información que se tiene de los germinados en granos Andinos. Más allá de su escasa producción y comercialización. El presente trabajo tiene como intención identificar la variedad de germinado de quinua con mejor aporte nutricional y características físicas de desarrollo, determinando la mejor densidad de producción entre las variedades: Blanquita, Intinayra, Kurmi, Jacha Grano y Phisanq'alla. De esta manera contribuir con información de la producción de los germinados como una alternativa de diversificación de los usos de la quinua. De los resultados, observamos que el contenido en hierro y vitamina C incrementan en los germinados según la variedad. En características físicas: el mejor promedio de peso Blanquita con un promedio de 65.72 g con la densidad 2 (30g/144cm²). El promedio de longitud de cotiledón, las mejores variedades fueron Phisanq'alla con promedio de 23.77 mm y Kurmi con 23.15 mm. El mejor promedio en la longitud de radícula es Jacha Grano con una media de 32.6 mm y Blanquita con un promedio de 29.62 mm. Ambos con la densidad 1 (15g/144cm²). Las pruebas de degustación reportan calificaciones entre rangos dulce (8-10) y normal (5-7) para las variedades Phisanq'alla, Jacha Grano y kurmi.

PALABRAS CLAVE:

Germinados, nutrición, producción, diversificación.

ABSTRACT:

Currently there is only little information available on sprouts in Andean grains. Beyond its scarce production and marketing. The present work intends to identify the quinoa germinated variety with the best nutritional contribution and physical characteristics of development, determining the best production density among the varieties: Blanquita, Intinayra, Kurmi, Jacha Grano and Phisanq'alla. In this way contribute with information on the production of sprouts as an alternative for diversification of the uses of quinoa. From the results, we observe that the iron and vitamin C content increases in the sprouts according to variety. In physical characteristics: the best average in fresh weight was the sprout of Blanquita with an average of 65.72 g with density 2 (30g/144cm²). For the average cotyledon length, the best varieties were Phisanq'alla with an average of 23.77 mm and Kurmi with 23.15 mm. The best average radicle length is Jacha Grano with an average of 32.6 mm and Blanquita with an average of 29.62 mm. Both with density 1 (15g/144cm²). Tasting tests report scores between sweet (8-10) and normal (5-7) ranges for the varieties Phisanq'alla, Jacha Grano and kurmi.

KEYWORDS:

Sprouts, nutrition, production, diversification.

AUTORES:

Israel Huayllas Alfaro: Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. isrrach@googlemail.com

Alejandro Bonifacio Flores: Investigador principal Centro de Investigación K'iphak'iphani. Viacha y Docente Facultad de Agronomía, UMSA. bonifloresflores@gmail.com

Medardo Wilfredo Blanco: Docente Investigador. Estación Experimental Patacamaya. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. angorabol@hotmail.com

Recibido: 25/11/19. **Aprobado:** 07/02/20.
DOI: <https://doi.org/10.53287/ijm7983po40s>



INTRODUCCIÓN

La quinua, es una especie nativa del altiplano andino que viene siendo cultivada desde hace cientos de años, principalmente por las culturas andinas Aymara y quechua para su consumo y comercialización, hoy la producción

de quinua en el altiplano es realizada por pequeñas familias productoras no organizadas y asociaciones de productores como la Asociación Nacional de Productores de Quinua (ANAPQUI), y la Asociación de Productores de Quinua Salinas (APQUISA) entre otros. Los germinados o también conocidos como brotes,

son alimentos vivos y frescos con grandes cantidades de enzimas, minerales, oligoelementos y vitaminas, los cuales se encuentran en todo el germinado y son fáciles de asimilar por el organismo. Hoy en día existe más interés por los germinados que se consumen en grandes cantidades en otros países y que podríamos producir en nuestro país, para poder ofrecer alimentos de calidad a la población, de esta manera aumentar la diversidad de alimentos disponibles para el consumidor en los mercados populares y en la producción actual del Centro Experimental Cota Cota, de Facultad de Agronomía perteneciente a la UMSA.

Se ha requerido información del productor como del consumidor información necesaria para la producción y el aporte nutricional que ofrece este producto, buscando la variedad más efectiva en desarrollo y contenido nutricional para su propagación y consumo, proporcionando información sobre este grano andino de gran importancia a nivel mundial, como lo es la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), de esta manera apreciar las variedades estudiadas, y promocionar una nueva forma de consumo y comercialización de este grano.

Localización

Se llevó a cabo en el Centro Experimental Cota Cota perteneciente a la facultad de agronomía UMSA., en la zona de Cota Cota de la provincia Murillo del departamento de La Paz. Cota Cota, geográficamente se encuentra ubicada a 16°32'04" de latitud Sud y longitud 68°03'44" Oeste, a una altitud de 3445 m.s.n.m., distante a 15 km de la ciudad de La Paz. (IGM. 2005)

Materiales

- **Material genético:** Variedades de quinua: Jacha Grano, Blanquita, Intinayra, Kurmi, Phisanq'alla.
- **Material de gabinete:** Computadora, Cámara fotográfica, Material de escritorio.

- **Materiales:** Agua destilada, 2 bidones de 25 litros, 12 marcos de aluminio, 4 metros de tela milimétrica, un hidrómetro, termómetro, 2 recipientes de plástico, vernier, atomizador, una balanza analítica, vitrina de germinación (1 m x 1.20 m x 0.60 m), bandeja del germinado (12 cm x 12 cm x 4 cm) o ancestral.

Descripción del diagrama de flujo



Figura 1. Diagrama de flujo.

Lote de semillas

En el presente trabajo de investigación se utilizó cinco variedades de quinua, liberadas por la Fundación PROINPA: Blanquita, Intinayra, Kurmi, Jacha Grano y Phisanq'alla.

Limpieza y desinfección del grano

Se eliminó impurezas presentes en el lote de semillas tales como piedrillas, y rastrojos de materia orgánica, para luego desinfectar los granos en un envase con alcohol al 75 % durante 3 segundos.

Pesado

Se pesó el lote de semillas según la variedad densidad correspondiente a cada tratamiento.

Tratamiento de saponinas

Para eliminar las saponinas presentes en los granos de quinua, se lavó los granos de quinua en cinco oportunidades cambiando el agua de esta manera eliminar la espuma característica de las saponinas.

Hidratación

Se procedió a la hidratación de los granos de quinua por un tiempo de media hora.

Siembra

La siembra de las semillas se realizó en bandejas de plastoformo con una superficie de 12 cm x 12 cm, sobre papel absorbente humedecido con agua.

Riego

La hidratación se la realizó antes de la siembra, el tiempo de la hidratación del grano fue de media hora con agua, posterior a ello el riego fue una vez cada 12 horas.

Levantamiento de datos

La toma de datos como temperatura, humedad relativa y otros, se realizó al instante de la siembra, a las 24 horas después de la siembra y a las 48 horas para la cosecha del lote de germinados.

Cosecha

La cosecha o colección del lote de germinados se realizó entre las 48 horas de iniciada la siembra, para su embolsado y pesado.

Muestreo

A las 48 horas después de la siembra durante la cosecha del lote del germinado se procedió a la toma de muestras representativas (300 g de cada variedad), para el análisis bromatológico. Este análisis se realizó en el laboratorio de INLASA (Instituto Nacional de Laboratorios de Salud), dependiente del

Ministerio de Salud. Y el tiempo dependió de la institución que fue de 15 días hábiles.

Evaluación

A la conclusión de la toma de datos se procedió al análisis estadístico con ayuda del programa InfoStat, también se recurrió a la comparación del contenido nutricional entre grano seco de quinua versus germinado de quinua y la degustación de los germinados por parte de Bolivia Gourmet.

Ensayos

- **Primer Ensayo:** este ensayo duró un tiempo de 48 a 96 horas desde la siembra hasta la germinación ajustando: temperatura, humedad u otros inconvenientes estructurales del germinador.
- **Segundo Ensayo:** en este ensayo se verificó que los ajustes fueron efectivos y no se encontró ningún inconveniente para realizar el ensayo final.
- **Ensayo final o desarrollo del estudio:** duró 60 horas desde el preparado de los materiales, siembra, riego y cosecha de los germinados, observando como los factores de estudios a evaluar fueron a influenciar las variables en observación realizando un seguimiento con la toma de datos para su posterior evaluación.

Diseño experimental

Los datos que se obtuvieron durante el proceso de la germinación sus características físicas del germinando en las cinco variedades de quinua, para su análisis utilizando el diseño simple completamente al azar con arreglo bifactorial con tres repeticiones.

Factores en estudio

Factor V: Variedades de quinua.

- v1 = Jacha Grano.
- v2 = Blanquita.

- v3 = Kurmi.
- v4 = Intinaira.
- v5 = Phisanq'alla.

Factor D: Densidad de propagación por bandeja (12cm x 12cm).

- d1 = 15 g de semilla por bandeja.
- d2 = 30 g de semilla por bandeja.

RESULTADOS

Análisis de la varianza longitud de la radícula

Los resultados obtenidos con el ANVA empleando el programa estadístico InfoStat. Para la variable longitud de radícula, podemos observar en el cuadro1, que al 0.05 % de probabilidad estadística presenta diferencias altamente significativas entre variedades; en densidad igualmente encontramos diferencias significativas estadísticamente y en la interacción de la variedad con la densidad no hubo diferencias significativas. El coeficiente de variación es de 5.11%, lo que nos indica la confiabilidad de los datos estudiados y que el manejo de las unidades experimentales fue realizado correctamente.

Tabla 1. Resultados del análisis ANVA para la longitud de radícula.

F.V	SC	GL	CM	F	p-Valor
Variedad	119,58	4	29,89	36,64	<0,0001
Densidad	8,11	1	8,11	9,94	0,0050
Var * Den	1,78	4	0,44	0,54	0,7048
Error	16,32	20	0,82		
Total	145,79	29			
CV	5,11				

La tabla 1, reporta que las diferencias observadas en longitud de radícula para las fuentes de variación variedad y densidad, son altamente significativos, en cambio las diferencias observadas en longitud de raíz para la interacción de los factores variedad y densidad

no ha demostrado significación estadística, lo que quiere decir que no muestra influencia alguna sobre la longitud de la radícula de los granos de quinua, por lo cual podemos asumir; que los niveles de cada factor actúan de manera independiente para la variable longitud de radícula.

Comparación de longitud de radícula de las cinco variedades de quinua

En la tabla 2, se reporta los datos obtenidos de la prueba Duncan, donde vemos la comparación de medias analizadas para la variable longitud de radícula.

Tabla 2. Comparación de promedios en la longitud de radícula para la variable variedad.

Variedad	Medias (mm)	
Jacha Grano	32,60	A
Blanquita	29,62	B
Phisan'qalla	28,42	C
Intinayra	27,30	D
Kurmi	27,17	D

En la prueba Duncan se observa la confirmación de cuatro grupos de promedios similares, las variedades con mejores resultados son: Jacha Grano con un promedio de 32,60 mm le sigue Blanquita con un promedio de 29,62 mm que es significativamente diferente al de Jacha Grano. Las variedades Intinayra y Kurmi conforman el cuarto grupo con promedios similares y reportan la menor longitud en esta variable de estudio (longitud de entre 27,17 y 27,30 mm).

Comparación de las dos densidades de siembra y su efecto en la longitud de radícula

En la tabla 3, presenta el efecto de las densidades de siembra en el desarrollo del germinado y su influencia en la longitud de radícula.

Tabla 3. Densidades de siembra y su efecto en la longitud de radícula.

Densidad (g)	Promedios (mm)	Prueba Duncan
1 = 15	29,54	A
2 = 30	28,50	B

Con los datos proporcionados de la prueba Duncan, observamos que la Densidad 1 = 15g/144cm², el germinado de quinua a esta densidad proporciona un mejor desarrollo de la radícula, en comparación a la Densidad 2 = 30g/144cm², la cual reporta menor crecimiento. Por lo cual asumimos que: a menor densidad de siembra el grano desarrolla mejor la radícula, que cuando la semilla se encuentra en densidades más saturadas de siembra.

Análisis de varianza longitud de cotiledón de las cinco variedades de quinua

La tabla 4 muestra los resultados del análisis de la varianza, para la variable longitud de cotiledón, donde observamos que al 0.05 % de probabilidad estadística presenta diferencias altamente significativas entre densidades, entre variedades igualmente encontramos diferencia significativa, pero en la interacción de la variedad con la densidad no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variación es de 7.42%, lo que nos indica la confiabilidad de los datos y que hubo un buen manejo de las unidades experimentales.

Tabla 4. Resultados del análisis ANVA para la variable longitud de Cotiledón.

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Variedad	37,51	4	9,38	3,40	0,0281
Densidad	42,25	1	42,25	15,32	0,0009
Vari * Den	7,60	4	1,90	0,69	0,6079
Error	55,15	20	2,76		
Total	142,51	29			
CV	7,42				

Podemos observar que la interacción de la variedad y densidad no son significativos estadísticamente, por lo que no hay influencia alguna sobre la longitud del cotiledón en la germinación de las semillas de quinua de las variedades, puesto que los niveles de cada factor actúan de manera independiente.

Comparación de los promedios estadísticos en la longitud del cotiledón de las cinco variedades de quinua

En la tabla 5, presenta los resultados del análisis estadístico con prueba Duncan, estos datos pertenecen a la comparación de medias analizadas para la variable longitud de cotiledón.

Tabla 5. Comparación de promedios en la longitud del cotiledón para la variable variedad.

Variedad	Promedios (mm)	Prueba Duncan
Phisanq'alla	23,77	A
Kurmi	23,15	A
Jacha Grano	22,78	A
Intinayra	21,32	B
Blanquita	20,82	C

Los resultados reportan la comparación de medias en el promedio de la longitud de cotiledón, las variedades con mejores longitudes son: Phisanq'alla con una media de 23,77 mm, Kurmi con una media de 23,15 y Jacha Grano con 22,78 mm. En cambio, las variedades Intinayra y Blanquita son las que reportan la menor longitud en esta variable de estudio sin encontrar diferencia significativa entre las dos últimas variedades.

Comparación del efecto de dos densidades de producción en la longitud de cotiledón

En la tabla 6, reporta el efecto de las densidades de siembra en el desarrollo del germinado y su influencia en la longitud del cotiledón.

Tabla 6. Efecto de dos densidades de producción en la longitud de cotiledón.

Densidad (g)	Promedios (mm)	Prueba Duncan
1= 15	23,55	A
2= 30	21,18	B

Con los resultados de la prueba Duncan, observamos que la Densidad 15g/14cm² el germinado de quinua a esta densidad reporta un mejor desarrollo de cotiledón al igual que en los resultados para longitud de radícula, en comparación a la Densidad 2 = 30g/144cm² esta reporta menor crecimiento. Por lo que a menor densidad de siembra la semilla de quinua desarrolla mejor el cotiledón, que cuando la semilla se encuentra en densidades más saturadas de siembra.

Peso fresco del germinado

Análisis de la varianza del peso fresco del germinado

La tabla 7, presenta los resultados del análisis de varianza, para la variable peso fresco del germinado, donde observamos que existe diferencias altamente significativas; al igual que entre densidades. Encontramos también diferencia significativa en la interacción de la variedad con la densidad. El coeficiente de variación es de 5.28%, lo que nos indica la confiabilidad de los datos estudiados y que el manejo de las unidades experimentales fue realizado correctamente.

Tabla 7. Análisis de la varianza del peso fresco del germinado.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Variedad	276,90	4	69,23	36,47	<0,0001
Densidad	1728,24	1	1728,24	910,40	<0,0001
Var * Den	28,19	4	7,05	3,71	0,0204
Error	37,97	20	1,90		
Total	2071,30	29			
CV	5,28				

En la tabla 7 podemos observar que la interacción de los factores variedad y densidad ha demostrado que existe una influencia sobre el peso fresco del germinado en los granos de quinua de cada variedad, por lo cual podemos asumir; que los niveles de cada factor actúan de manera influenciada dependiendo de la densidad con la que se trabaje, aportando un mejor peso a la variedad según su densidad.

Comparación de medias del peso fresco total del germinado de las cinco variedades

La tabla 8 presenta los resultados del análisis estadístico con prueba Duncan, de la comparación de medias, de los promedios analizados para la variable Peso fresco del germinado en las cinco variedades.

Tabla 8. Comparación de promedios del peso fresco del germinado para la variable variedades.

Variedad	Promedios (g)	Prueba Duncan
Blanquita	65,72	A
Phisanq'alla	61,12	B
Jacha Grano	59,90	B
Intinayra	59,58	B
Kurmi	56,33	C

Los datos presentados en la tabla 8, muestran la comparación de promedios entre variedades. El mejor promedio en el peso fresco del germinado corresponde a Blanquita con una media de 65.72 g y las variedades Phisanq'alla, Jacha Grano e Intinayra no reportan diferencia estadística entre ellas y están con un promedio entre 59.58 y 61.12 g. La variedad Kurmi es la que reporta el menor peso de germinado, con tan solo 56.33 g.

Comparación del efecto en el peso fresco en dos densidades de siembra

La tabla 9, presenta los resultados de la prueba Duncan, donde presenta diferencias

notables entre pesos, encontrando el efecto de las densidades de siembra en el desarrollo del germinado y su influencia en la variable de estudio peso fresco del germinado.

Tabla 9. Efecto de dos densidades de producción en el peso fresco total.

Densidad (g)	Promedios (g)	Prueba Duncan
2 = 30	68,12	A
1 = 15	52,94	B

Con los datos reportados por el análisis estadístico observamos que la Densidad 2 = 30g/144cm², proporciona un mejor desarrollo del germinado alcanzando un mayor peso en comparación a la Densidad 1 = 15g/144cm², esta reporta menor peso del germinado. Por lo cual asumimos que: a menor densidad de siembra el grano desarrolla menor peso, que cuando la semilla se encuentra a una densidad de 30g/144cm².

Comparación del peso de cinco variedades a dos densidades de siembra

Para la variable peso fresco del germinado, la tabla 13 reporta al 0.05 % de probabilidad estadística diferencia estadística significativa en la interacción de la variedad con la densidad.

Tabla 10. Interacción variedad * densidad en el peso del germinado prueba Duncan.

Variedad	Densidad(g/144 cm ²)	Promedio (g)	
Blanquita	2 = 30	74,03	A
Phisanq'alla	2 = 30	69,83	B
Intinayra	2 = 30	67,57	B C
Jacha Grano	2 = 30	66,03	C
Kurmi	2 = 30	63,13	D
Blanquita	1 = 15	57,40	E
Jacha Grano	1 = 15	53,77	F
Phisanq'alla	1 = 15	52,40	F
Intinayra	1 = 15	51,60	F G
Kurmi	1 = 15	49,53	G

El coeficiente de variación es de 5.28%, lo que nos indica la confiabilidad de los datos estudiados y que el manejo de las unidades experimentales fue realizado cuidadosamente.

Para una mejor interpretación de los datos podemos diferenciar tres combinaciones:

- **Combinación 1;** los grupos con peores resultados en relación con el peso fresco del germinado se encuentran dentro de los grupos e, f, g, presentan un peso similar entre sí y corresponden a la Densidad 1.
- **Combinación 2;** Los grupos con medianos resultados en referencia al peso del germinado están dentro de los grupos d, c, b, estos reportan valores de peso entre los 57.4 – 68.7 g/bandeja, lo cual nos indican que sus valores comparados entre si no tienen diferencia significativa, y corresponden a la Densidad 2.
- **Combinación 3;** a esta combinación, corresponde solo un grupo y es el (a) con solo una variedad “Blanquita”, esta variedad se diferencia notoriamente de los otros valores correspondientes a los otros grupos, en relación con el peso fresco de germinado, podemos asumir que es la variedad con mejor desarrollo y ganancia de peso y la mejor densidad de siembra en el estudio realizado.

Valoración de las cualidades nutricionales de los germinados de quinua

Contenido nutricional del grano de quinua

La tabla 11 presenta el valor nutricional de nuestras cinco variedades de quinua en estudio, es una extracción de una publicación realizada por el IICA, y nos ayuda a comparar y evaluar las diferencias nutricionales entre grano y germinado de quinua.

Valoración de las cualidades nutricionales de germinados de cinco variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo condiciones atemperadas en el Centro Experimental Cota Cota.

Tabla 11. Valor nutricional de cinco variedades de grano de quinua.

VARIEDAD	PROTEÍNA (%)	CALCIO(mg/100 g)	HIERRRO(mg/100 g)	VITAMINA C(mg/100 g)
JACHA GRANO	13.0	102,5	3,2	0,35
BLANQUITA	14.5	101	3,14	1,01
INTINAIRA	14.3	76,3	2,37	0,21
KURMI	16.0	96	3	0,06
PHISANQALLA	13.1	66	2,23	0,31

Fuente: Producción y mercado de la quinua en Bolivia IICA (2015).

El análisis bromatológico realizado por el IICA el año 2015 muestra que al igual que otros cereales andinos la quinua como grano tiene un alto contenido de proteína. Ahora bien, en las variedades de nuestro estudio la proteína es de un 13.1% a un 16%, si bien la proteína tiene valores considerables vemos que las vitaminas reportan niveles bajos, lo mismo podemos observar en el hierro y calcio.

Valoración y diferencias nutricionales del germinado y grano de quinua

La tabla 12, reporta el resultado del análisis bromatológico realizado, donde encontraremos el contenido en proteína, minerales y vitamina C de cada variedad.

Tabla 12. Valor nutricional del germinado de quinua.

VARIEDAD	PROTEÍNA (%)	CALCIO (mg/ 100 g)	FOSFORO (mg/ 100 g)	HIERRRO (mg/100 g)	VITAMINA C (mg/ 100 g)
JACHA GRANO	7,51	49,99	176,86	7,47	3,
BLANQUITA	6,24	43,73	210,56	5,13	3,5
INTINAIRA	9,03	37,5	191,78	5,26	3,6
KURMI	7,68	87,49	274,6	5,26	3,7
PHISANQALLA	7,57	68,72	237,3	6,92	5,8

El resultado del análisis en comparación con las tablas 11 y 12 nos muestra como los niveles de proteína de las cinco variedades de quinua decrecen de 13.1 a 16 % en grano de quinua, a unos 6.24 a 9.03% en germinados de quinua, esto debido a la activación de enzimas que van a transformar las proteínas en aminoácidos esenciales y los dispondrán a las periferias en los meristemos apicales de la raíz y el hipocótilo siendo las regiones de los cotiledones y la raíz, las que más aminoácidos esenciales disponen en sus tejidos y células para la elongación del germinado.

De la misma manera observamos como el contenido nutricional aumenta en las cinco variedades como: hierro y vitamina C, duplicando sus valores en los germinados según la variedad: en grano seco de quinua 2.23 a 3.2 mg/100 g de hierro y vitamina C de 0.06 a 1.01 mg/100 g en comparación con los valores de los germinados de quinua que reportan en hierro 5.13 a 7.47 mg/100 g y en vitamina C de 3.6 a 5.85 mg/100 g.

“Los granos germinados son más ricos en vitaminas A, B, y E (vitamina de la fertilidad), calcio, potasio, magnesio en oligoelementos, en hierro, selenio y zinc” (Gómez, 2008, citado por Chancusig, 2013).

Durante el proceso de germinación, en cereales, por ejemplo, las reservas de nutrientes principalmente almidón y cuerpos proteicos son convertidos en compuestos básicos como azúcares simples y aminoácidos que son transportados y oxidados para suplir el crecimiento y la elongación del embrión. (Taiz., Zeiger 2006)

Las proteínas de reserva son hidrolizadas a aminoácidos por proteinasas, En los cereales y otras gramíneas, las proteínas de reserva se encuentran en forma de cuerpos proteicos en la capa de aleurona y en menor cantidad, en el endospermo. (Marissa 2013)

Evaluación de la degustación de los germinados de quinua

Apreciación y calificación del aspecto visual y presentación

La presentación del producto fue un parámetro de calificación consensuado con el centro gastronómico Bolivia Gourmet, a cargo de la degustación de los germinados.

El producto se presentó en su forma de comercialización para la correspondiente calificación; siendo estas: bandejas de plásticoformo con medidas de 12 x 12 cm, que contenían los germinados de quinua y selladas con filme de plástico transparente que permiten apreciar el producto. La degustación la realizaron 8 personas entendidas en el ámbito gastronómico y perteneciente a Bolivia Gourmet bajo la dirección del director del Chef Oscar Mora.

La calificación fue ponderada en rangos del 1 – 10 siendo los rangos: No apetecible 1-3, Aceptable 4-7, Muy apetecible 8-10.

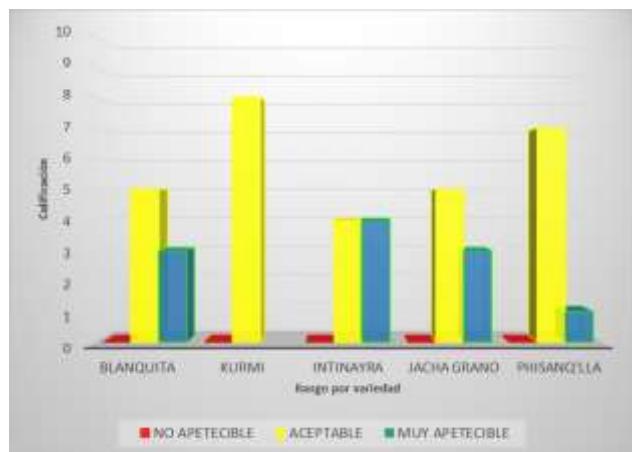


Figura 1. Evaluación de la presentación del producto Bolivia Gourmet.

En la figura 2, vemos que ninguna de las variedades obtuvo la calificación de no aceptable, lo que nos indica que las presentaciones de las 5 variedades están entre aceptable y muy apetecible. La variedad con

mejor calificación fue la Intinayra con 4 votos aceptables y 4 muy apetecible diferenciándose de las demás calificaciones. Las demás variedades se mantienen en los rangos aceptable y muy apetecible. Lo que nos indica que la presentación y aspecto visual del producto son adecuados para su comercialización y atractivos para su compra.

Degustación de los germinados

La calificación fue ponderada en rangos del 1 – 10 siendo los rangos:

- Muy amarga 1 - 2
- Amarga 3 - 4
- Normal 5 - 7
- Dulce 8 - 10

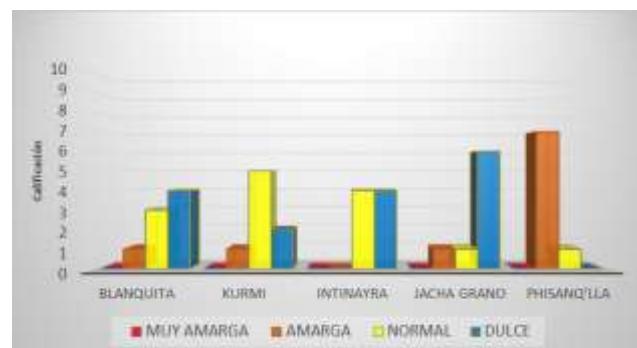


Figura 2. Degustación de germinados de quinua Bolivia Gourmet.

Como vemos en la figura 3, ninguno de las variedades de quinua alcanza los rangos de calificación Muy amarga, la variedad mejor calificada fue la Intinayra con cuatro votos que indican tiene un sabor Normal y cuatro votos para la calificación Dulce. Así también la variedad Jacha Grano fue bien calificada con seis votos que indican es Dulce.

Las variedades Blanquita y Kurmi están en rangos de calificación entre Normal y Dulce, siendo la variedad Phisanq'alla calificada como Amarga pero no Muy amarga.

Estos resultados están relacionados al tratamiento de las variedades en la de

saponificación de cada una en el lavado realizado. Ya que el sabor amargo en los germinados y grano de quinua es por la presencia de saponina que contienen cada variedad a distintas cantidades. El tratamiento de saponificación en el lavado fue el mismo que fue realizado a cada una de las variedades de la misma forma.

Las saponinas se encuentran en el pericarpio del grano de quinua y es responsable del sabor amargo se encuentran en mayor porción en las variedades amargas, el alcaloide es utilizado por sus propiedades detergentes, espuma y características acidas (Mamani F. 2016).

Análisis beneficio costo de la producción de germinados

Para realizar los costos de producción se tomaron en cuenta los siguientes precios:

- Jornal mano de obra 200 Bs prorratoeado en horas de trabajo para la producción de 100 bandejas.
- El costo de la cámara de germinación de 1.400 Bs prorratoeado por cada ciclo de producción de 100 bandejas de germinados semanales por dos años tiempo de vida útil del germinador.
- Costo de litro de agua de EPSAS y su tratamiento posterior para la producción de germinados para 100 bandejas.
- Bandejas de plásticas para la producción y comercialización del germinado de 45 Bs las 100 unidades.
- Rollo de papel celofán para las 100 bandejas de 17 Bs.
- El quilo de semilla certificada por PROINPA. de 30 Bs/kg.

El análisis de cada densidad considera la producción de 100 unidades o bandejas de germinados de quinua utilizando:

- Densidad 1.0 - 1.5 kg de semilla para 100 bandejas de 15 g/bandeja,
- Densidad 2.0 – 3.0 kg de semilla para 100 bandejas de 30 g/bandeja.

Las bandejas de producción y de su comercialización tienen una medida de 12 x 12 cm en superficie de 144 cm². El precio de la bandeja de germinado de quinua para la densidad de 15 g es de 5 Bs y para la densidad de 30 g es de 9 Bs en los mercados.

Tabla 13. Análisis del rendimiento de producción para 100 bandejas de germinados de quinua.

DENSIDAD	RENDIMIENTO BRUTO (BANDEJAS)	MERMA (%)	RENDIMIENTO NETO (BANDEJAS)	RENDIMIENTO NETO (Bs/BANDEJA)	VALOR DE PRODUCCIÓN 100 BANDEJAS
1	100	3	97	5	485
2	100	6	94	9	846

Para realizar el análisis beneficio costo se consideró el factor de densidades, y no el de variedades, porque observamos que cada uno independientemente de la variedad alcanza precios similares en su comercialización en los mercados populares, por lo tanto, el costo es analizado por densidad de siembra.

Tabla 14. Análisis beneficio costo para una producción de 100 bandejas de germinados de quinua semanales.

DENSIDAD	VALOR DE PRODUCCIÓN (Bs)	COSTO DE PRODUCCIÓN (Bs)	UTILIDAD NETA (Bs)	BENEFICIO COSTO
1	485	273,34	211,66	0,774346967
2	846	322,85	523,15	1,620412

La tabla 14. reporta que la Densidad 1 brinda una utilidad neta menor que la Densidad 2 ya que los pesos de germinado fresco que alcanzan cada densidad son distintos, el precio en

el mercado de los germinados por bandeja varía en cuanto al peso, al igual que la mayoría del precio de las hortalizas según su comercialización.

La producción de germinados de quinua alcanza un mejor beneficio costo con la densidad 2 y por lo tanto una utilidad neta mayor y mejor para su producción y comercialización.

CONCLUSIONES

Para el objetivo: Identificar la variedad de germinado con mejor aporte nutricional y características físicas de desarrollo, de cinco variedades de quinua. Dividiremos en dos secciones: características físicas de desarrollo y aporte nutricional.

Características físicas de desarrollo y densidad de siembra

Los resultados obtenidos a lo largo del estudio, y su correspondiente evaluación nos dan como resultado; que la mejor variedad en cuanto a desarrollo radicular a las 48 horas del germinado es la variedad Jacha Grano con una longitud de 32 mm y Blanquita con una longitud radicular de 29.7 mm siendo estas dos variedades de entre las cinco, las más representativas en la variable de estudio longitud de radícula. La mejor densidad de siembra fue la densidad 1 (15 g/bandeja el área de la bandeja de 144 cm²), lo que nos indica que a menor densidad la radícula se desarrolla mejor.

De las cinco variedades de quinua en estudio, en cuanto a la variable longitud de cotiledón, las mejores variedades en desarrollo del cotiledón son la variedad Phisanq'alla con una longitud de 23.70 mm y la variedad Kurmi con un largo de cotiledón de 23.15 mm, siendo estas variedades las que resaltan entre las demás, en esta variable de estudio. La mejor densidad de siembra para alcanzar los mejores desarrollos en longitud de cotiledón fue la densidad 1(15g de semilla por bandeja “área de la bandeja de 144

cm²”), lo que nos indica que a menor densidad de siembra el cotiledón se desarrolla mejor.

Los mejores pesos en promedio de germinado fresco por bandejas fueron de las variedades Blanquita con una media de 65.7 g/bandeja de germinado y la variedad Kurmi con una media de 61.12 g/bandeja de germinado. En esta variable la densidad de siembra que mejor resultado muestra en el peso del germinado es la densidad 2(30 gramos por bandeja “el área de bandeja de 144 cm²”), nos revela que en la variable peso del germinado, a mayor densidad el germinado alcanza un mejor peso.

Aporte nutricional

Si bien la quinua en comparación con otros granos andinos y cereales populares tiene mejores bondades en cuanto a nutrición, “proteínas, minerales y aminoácidos”, el aporte nutricional en comparación con el germinado de quinua tiene las siguientes características

En proteína como grano de quinua tiene valores entre el 13 – 16% los valores

En minerales como fosforo y hierro, son bajos, así mismo los valores de la vitamina C son aún más bajos.

Los germinados de quinua en proteína presentan valores que alcanzan los 7 y 9%.

Los valores para los minerales fósforo y hierro aumentan significativamente a través de la absorción de agua durante el proceso de germinación.

Si bien observamos que las proteínas decrecen en los germinados estas se metabolizan en aminoácidos más sencillos de asimilar, formando otras estructuras como la vitamina C, cuales valores se duplican en los germinados de quinua hasta en más de un 100%.

Degustación

Según bibliografía, la presencia de las saponinas en el grano de quinua le da una característica amarga, si bien las saponinas en cantidades adecuadas pueden ser medicinales para los animales y seres humanos, también podrían ser perjudiciales en grandes cantidades.

El tratamiento realizado para eliminar las saponinas mediante el lavado de los granos y evitar el sabor amargo en los germinados de quinua ha sido efectivo en algunas variedades como la Blanquita, Intinayra, Jacha Grano, puesto que en la degustación no se ha presenciado el sabor amargo característico de las saponinas, siendo las variedades recomendadas para su comercialización. Mientras que las dos otras variedades de quinua Kurmi, Phisanq'alla, presentan un sabor amargo que muestran aun un cierto contenido de saponinas, sabor que podría perjudicar su aceptación en el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bosque, H., Narciso A.; Kalam, A.; Valenzuela, E. y Estigarribia, E. (2013). Adaptaciones morfológicas y fisiológicas de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), factores abióticos adversos. En: Manual Técnico Producción de la Quinua en el Altiplano Boliviano. Documento técnico final en conmemoración del Año Internacional de la Quinua 2013. Facultad de Agronomía-UMSA. La Paz, Bolivia. 82p., editado por: Del Castillo, C., Bosque, H.
- Bonifacio, A., (2013). Variedades de quinua por regiones y semillas. En: Manual técnico; Producción de quinua en el altiplano de Bolivia UMSA., editado por: Del Castillo, C., Bosque, H., Bonifacio, A.
- Calanai, U., (2003). Estudio para la densidad y variedad para la producción de germinado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Universidad Católica Boliviana “San Pablo” Unidad Académica Campesina Tiahuanaco. Carrera de Ingeniería Agronómica. La Paz, Bolivia. 56 p.
- Chancusig, S. (2013). Incidencia de la harina de quinua germinada (*Chenopodium quinoa* Willd.) en las propiedades nutricionales del fideo, Universidad Técnica de Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambiental Ibarra-Ecuador 30 p.
- Cornejo, G. (1976). Hojas de quinua (*Chenopodium quinoa* W.), fuente de proteína. Convención Internacional de Quenopodiáceas, 2da. Potosí, Bolivia. IICA. Informes y conferencias, Cursos y Reuniones, Nº 96, La Paz. Bolivia.
- Criado, C. (2009). Vitaminas y antioxidantes, Universidad Autónoma de Madrid Dep., de medicina, Hospital Puerto de hierro Majadahonda, Madrid, España. 13 p.
- Cruz, N., (2017). Valoración de las cualidades nutricionales de germinados de tres variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen.) bajo dos condiciones de laboratorio de la Estación Experimental de Choquenaira. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 51-56 p.
- Dizes, J. Y A. Bonifacio. (1992). Estudio en microscopía electrónica de la morfología de los órganos de la quínoa (*Chenopodium quinoa* W.) y de la cañahua (*Chenopodium pallidicaule* A.) en relación con la resistencia a la sequía. In: D. Morales y J. Vacher (eds.). Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. La Paz, Bolivia. p. 69-74.
- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2011). La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria

- mundial. Oficina Regional para América Latina y el Cribre. Santiago, Chile. 58p.
- Fortún, J., (1993). Reeducación alimentaria y ambiental para la producción. Instituto nacional de arqueología de Bolivia, Plan internacional altiplano, Misión técnica holandesa.
- IGM., (2005). Instituto Geográfico Militar. Manual de Manejo de Sistema de Información Geográfica. 100 p.
- Lovesio, C. (2006). Medicina intensiva. Buenos Aires, Argentina. 1 p.
- Mamani Reynoso, F. (2016). Conservación de la biodiversidad genética de la quinua y cañahua en el Altiplano Norte y Centro del departamento de La Paz. Bolivia. 156 p.
- Mamani, F., Echenique, M., (2013). Análisis de los granos de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) dentro las accesiones del germoplasma de la Facultad de Agronomía – UMSA. En: Manual Técnico Producción de la Quinua en el Altiplano Boliviano. Documento técnico final en conmemoración del Año Internacional de la Quinua 2013. Facultad de Agronomía- UMSA. La Paz, Bolivia. 82p., editado por: Del Castillo, C., Bosque, H.
- Marissa, M. (2013). Germinación de semilla, departamento de biología Madrid 11 p.
- Mujica, A., Jacobsen, S., (1999). Origen y descripción de la quinua (en línea). Consultado 28 de abril. 2019.: <http://www.buenastareas.com/ensayos/aponina-dequinua/1565556.html>
- Ortega, L.M. (1992). Usos y valor nutritivo de los cultivos andinos. INIA. PICA. Puno. Perú pp. 23 -120
- Pérez, F. (2002). Germinación y dormición de semillas, Material Vegetal de Reproducción, Conservación y Tratamiento Madrid 184 p.
- Racines, A., (2011). Investigaciones de los germinados de lenteja, quinua, Zanahoria, mostaza y su aplicación a la gastronomía actual, Universidad Tecnología Equinoccial, Facultad de Turismo y Preservación Ambiental, Hotelería y Gastronomía, Ecuador 19 p.
- Rojas, F., (2018). Catálogo de plantas (Basada en la nueva calificación de plantas Sistema APG IV (2016)). La Paz, Bolivia.
- Taiz, L., Zeiger, E. (2006). Plant physiology. 2nd ed. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, EEUU. 764 pp.