



Revista Científica I+D Aswan Science

Página Web de la Revista: <http://www.revistascience.enterprisesadeg.org.pe>

DOI: <https://doi.org/10.51892/rcidas.v1i1.1>

Estudio del contenido de humedad y el color de panoja como indicador del tiempo adecuado de cosecha de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Study of the moisture content and the color of panicle as an indicator of the adequate harvest time of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Estudo do teor de umidade e da cor da panícula como um indicador da época de colheita adequada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Percy Arapa Carcasi^{1*}

¹Investigador independiente, Puno - Perú

RESUMEN

El objetivo del estudio es determinar el momento adecuado de cosecha de la quinua considerando a la humedad del grano y al color de la panoja como parámetro de control de la cosecha y al diámetro como parámetro de calidad que no se debe afectar, la cosecha de la quinua es considerada un proceso importante y de este proceso depende la calidad del grano de quinua, en la actualidad la determinación del instante adecuado de cosecha de la quinua se realiza en forma empírica considerando parámetros como el estado pastoso del grano, el cambio de color de las hojas de la quinua o su resistencia a la presión con las uñas al grano, para determinar la humedad del grano se utilizó la metodología de análisis termo gravimétrico y la determinación del diámetro y color de la panoja durante la madurez fisiológica se utilizó la metodología del análisis digital de imágenes. La cosecha de la quinua se debe realizar cuando los granos de quinua han alcanzado una humedad del 20 % con un diámetro de 2.00 milímetros y un espacio de color CIELAB en Luminosidad (78), Cromo (20.10) y Tono (84.29) de la panoja de quinua para la variedad Salcedo INIA y un diámetro de 1.8 milímetros con un espacio de color CIELAB en Luminosidad (72), Cromo (17.80) y Tono (51.84) de la panoja de quinua para la variedad Kankolla.

Palabra Claves: Calidad, Diámetro, Espacio de color, Imagen, Madurez fisiológica

ABSTRACT

The objective of the study is to determine the appropriate time to harvest the quinoa considering the moisture of the grain and the color of the panicle as a parameter to control the harvest and

* Autor para correspondencia
percyarapa@gmail.com

HISTORIA DEL ARTÍCULO:

Recibido: 17 agosto 2020

Revisado 24 setiembre 2020

Aceptado 09 octubre 2020

Publicación en línea: 22 diciembre 2020



La revista científica I+D aswan science de [Enterprise Sadeg](http://www.revistascience.enterprisesadeg.org.pe) publica artículos y se distribuyen bajo una [licencia de Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

the diameter as a quality parameter that should not be affected, the harvest of the Quinoa is considered an important process and the quality of the quinoa grain depends on this process, at present the determination of the appropriate moment of harvest of quinoa is carried out empirically considering parameters such as the pasty state of the grain, the change in color of the quinoa leaves or their resistance to pressure with the nails to the grain, to determine the humidity of the grain, the thermogravimetric analysis methodology was used and the determination of the diameter and color of the panicle during physiological maturity was used the methodology of digital image analysis. The quinoa harvest must be carried out when the quinoa grains have reached a humidity of 20% with a diameter of 2.00 millimeters and a CIELAB color space in Luminosity (78), Chroma (20.10) and Tone (84.29) of the panicle. of quinoa for the Salcedo INIA variety and a diameter of 1.8 millimeters with a CIELAB color space in Luminosity (72), Chroma (17.80) and Tone (51.84) of the panicle of quinoa for the Kankolla variety

Keywords: Quality, Quality, Diameter, Color space, Image, Physiological maturity

RESUMO

O objetivo do estudo é determinar o momento adequado para a colheita da quinoa considerando a umidade do grão e a cor da panícula como parâmetro de controle da colheita e o diâmetro como parâmetro de qualidade que não deve ser afetado, a colheita da A quinoa é considerada um processo importante e a qualidade do grão da quinua depende deste processo, atualmente a determinação do momento adequado de colheita da quinua é realizada empiricamente considerando parâmetros como o estado pastoso do grão, a mudança de cor da quinoa. as folhas da quinua ou sua resistência à pressão com os pregos ao grão, para determinar a umidade do grão, foi utilizada a metodologia de análise termogravimétrica e a determinação do diâmetro e cor da panícula durante a maturação fisiológica foi utilizada a metodologia de análise digital de imagens. A colheita da quinua deve ser realizada quando os grãos da quinua atingirem uma umidade de 20% com um diâmetro de 2,00 milímetros e um espaço de cor CIELAB em Luminosidade (78), Croma (20,10) e Tom (84,29) da panícula. de quinoa para a variedade Salcedo INIA e um diâmetro de 1,8 milímetros com um espaço de cor CIELAB em Luminosidade (72), Croma (17,80) e Tom (51,84) da panícula de quinua para a variedade Kankolla.

Palavras-chave: Qualidade, Diâmetro, Espaço de cor, Imagem, Maturidade fisiológica

1. Introducción

La cosecha de quinua debe realizarse en forma oportuna para evitar pérdidas por factores ambientales y el ataque de aves que afectan a la calidad del grano, debido a estos factores la quinua es considerado como un cultivo delicado (Flores et al., 2010) la cosecha de quinua se realiza cuando ha alcanzado su madurez fisiológica entre los 160 a 180 días después de la siembra y entre el 14 al 16 % humedad, esta fase se reconoce cuando las hojas inferiores se torna amarillenta a su vez el fruto de la quinua presenta resistencia a la presión con las uñas (Huillca, 2019; Veas & Cortés, 2018; Mendoza, 2013), el proceso de cosecha de la quinua se inicia con la siega, continuando con el secado, trillado, venteo, limpieza, clasificación y finalmente el almacenamiento, siendo el secado un factor importante la

humedad para la trilla (Soto, Rojas, Saravia, & Marconi, 2004) y el proceso de pos cosecha inicia desde que el cultivo alcanza la madurez fisiológica y termina cuando es recepciona por el usuario en esta fase se debe mantener la calidad del grano de quinua (J. R. Campos & Campos, 2019).

Los cereales se cosechan entre el 20 - 30 % de humedad y se almacena entre el 12 - 14 % de humedad (Food and Agriculture Organization, 1993), la humedad es un factor crítico e incrementa las perdidas y afecta la calidad de la quinua con un alto contenido de humedad puede quedar sin trillar la panoja de quinua y si esta es muy seca esta se desprende espontáneamente de la panoja (Benavides, Rodríguez, Sánchez, & Jurado, 2019), el nivel de humedad del grano depende con que humedad se realizó la siega

de la quinua, después de la trilla se realiza el secado en esta etapa la humedad se encuentra en forma líquida en el interior de la célula y en forma gaseosa en los espacios intercelulares (Agrobanco, 2012).

El color permite evaluar la calidad siendo un parámetro crítico en la industria alimentaria a los métodos tradicionales (colorimétricos o espectrofotómetros) hoy en día se ha sumado el uso imágenes digitales con el procesamiento en software que permiten extraer la información requerida (Vásquez, 2015), el color en los alimentos utilizan tradicionalmente el espacio de Color CIELAB (estrictamente CIE 1976 L*a*b*), debido a que el consumidor percibe como primer aspecto al color es considerado como una característica de la calidad (Sandro & Viviana, 2015), según (Mujica et al., 2004 como se cito en Palao, Canaza, & Beltrán, 2019) los colores de la quinua varían de acuerdo al ecotipo, fase de desarrollo y nutrientes dando colores vistosos y permanentes. por lo expuesto en los párrafos anteriores el objetivo del estudio es determinar el momento adecuado para la cosecha de la quinua considerando a la humedad del grano y color de panoja como parámetro de control de la cosecha de la quinua y al diámetro como parámetro de calidad que no se debe afectar.

2. Métodos y materiales

2.1. Cosecha de quinua

La cosecha de quinua se realizó el año 2019 en la distrito de Cabana, provincia de San Román, departamento de Puno - Perú con coordenadas geográficas latitud 15° 39' 4" S, longitud 70° 19' 14" W (Instituto Nacional Geográfico del Perú, 2020), cosechándose dos variedad de quinua la variedad Salcedo INIA y la variedad Kankolla, la toma de muestras para el estudio se inició a partir de 140 días después de la siembra y termino los 160 días después de la siembra, el muestreo se realizó en forma inter diaria utilizando la metodología de muestreo al azar sistemático en el campo de cultivo, el tamaño de muestra está constituido por una panoja de quinua y

el proceso de trillado de la panoja se realizó en forma manual.

2.2. Contenido de humedad y diámetro del grano de quinua

El contenido de humedad de los granos de quinua se determinó por el método de análisis termo gravimétrico en el laboratorio de la empresa Innova Alimentos EIRL, el instrumento utilizado es el analizador de humedad marca AND modelo MX-50 con una resolución 0.001 gramos con un indicador de humedad 0.01%. Para determinar el diámetro del grano de quinua se utilizó la metodología de Análisis Digital de Imágenes (ADI) descrito por Arapa & Padrón (2015) que consiste en determinar el largo (A), ancho (L) y espesor (E) del grano de quinua mediante la toma de imágenes con una cámara digital y posterior procesamiento en un software de edición de imágenes. La toma de imágenes se realizó con una cámara digital modelo B9501, esta imagen se transfirió a un ordenador y el procesamiento de imágenes se realizó en el software PHOTO-PAINT, el diámetro (De) del grano de quinua se determinó utilizando la ecuación 1 (Cervilla et al., 2012, como se citó en Arcaya, 2018).

$$De = (A * L * E)^{1/3} \quad (1)$$

2.3. Color de la panoja de quinua

Para determinar el color de la panoja durante la madurez fisiológica de la quinua se utilizó la metodología ADI descrita por (Padrón, 2009; Arapa & Padrón, 2015) que consiste en determinar el espacio de color L* (luminosidad), a* (coordenadas rojo/verde; + a indica rojo y - a indica verde), b* (coordenadas amarillo/azul; +b indica amarillo y - b indica azul), el croma (C*) y el tono (h°) de la panoja de quinua mediante la toma de imágenes con una cámara digital y posterior procesamiento de imágenes en un software de edición de imágenes. La toma de imagen se realizó con una cámara digital modelo B9501 y el procesamiento de imágenes se realizó en el software Photoshop, la toma de imágenes y posterior procesamiento de imágenes se realizó al inicio de la madurez fisiológica, a la mitad y

al final de la etapa de madurez fisiológica, el cromo y el tono se determinó utilizando las ecuaciones 2 y 3 (Dussán, Hurtado, & Camacho, 2019), para determinar la diferencia global de color (ΔE) en el espacio de color se utilizó la metodología planteada por (Talens, 2018) y se utilizó la ecuación 4.

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (2)$$

$$h^\circ = \text{Tag}^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (3)$$

$$\Delta E = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2} \quad (4)$$

2.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el software IBM SPSS Statistics, para determinar la homogeneidad en las dos

variedades de quinua Salcedo INIA y Kancolla se utilizó la prueba de Levene y con la prueba de *t* student se determinó si existe una variación en los parámetros de control del contenido de humedad y diámetro del grano de quinua y finalmente se elaboró el diagrama de cajas para observar la variación del contenido de humedad y diámetro de grano de quinua.

3. Resultados y discusiones

3.1. Contenido de humedad y diámetro del grano de quinua

El contenido de humedad y el diámetro de los granos de quinua de las variedades Kankolla y Salcedo INIA se detallan en la tabla N° 01.

Tabla N° 01:

Contenido de humedad y diámetro de los granos de quinua en función de los días de siembra variedad Salcedo INIA y Kankolla

Salcedo INIA			Kankolla		
Días de cosecha	Humedad (%)	Diámetro (mm)	Días de cosecha	Humedad (%)	Diámetro (mm)
140	25	1.4	140	28	1.2
142	24	1.5	142	26	1.3
144	23	1.6	144	25	1.4
146	22	1.7	146	23	1.5
148	22	1.9	148	22	1.6
150	20	2.0	150	21	1.7
152	20	2.0	152	21	1.7
154	18	2.0	154	20	1.8
156	16	2.0	156	18	1.8
158	14	2.0	158	16	1.8
160	14	2.0	160	14	1.8

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos por (Vilche et al., 2003, como se citó Mujica et al., 2006) en el que se determinó las propiedades físicas del grano de quinua con un diámetro promedio de 1.889 milímetros y un rango en humedad de entre 4.6 al 25.8 %. Según Campos (2018) en el proceso de trillado de la quinua variedad Salcedo INIA encontró un 12.17 %

de humedad y un diámetro de partícula de 1.4 milímetros. El estudio realizado por Meyhuay (1997) indican que la siega de la quinua se realiza cuando la planta a alcanzado la madurez fisiológica aproximadamente al 30 % de humedad. Según (Calla & Cortez, 2011 como se citó en Palomino & Chagua, 2014) indica que la

cosecha se inicia cuando la humedad del grano esta entre el 18 - 22 % se produce la madurez fisiológica y al momento de cosecha la humedad del grano de quinua llega al 14 %, contrastando los resultados indicados anteriormente con los resultados obtenidos en el estudio que se detallan en la tabla N° 01 estos se encuentran dentro del rango de estudio. En la tabla N° 02 muestra los resultados de la prueba de Levene con un valor p-valor > 0.05 haciendo notar que hay

homogeneidad entre las muestras de quinua variedad Kankolla y la variedad Salcedo INIA. En relación al contenido de humedad y diámetro la prueba de t Student descrito en la tabla N° 02 se observa un valor de $p < 0.05$ para el diámetro de quinua lo cual indica que hay una variación entre las variedades de quinua, respecto al contenido de humedad el valor de $p > 0.05$ lo que no indica que no hay diferencias entre las variedades de quinua.

Tabla N° 02:

Análisis de variación del contenido de humedad y diámetro del grano de quinua

	Prueba de Levene		t	Prueba T para la igualdad de medias			
	F	p - valor		Grados de libertad	p	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia
Diámetro	0.205	0.655	-2.358	20	0.029	-0.22727	0.09638
Humedad	0.005	0.947	0.843	20	0.409	1.45455	1.72632

Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 01 se muestra el diagrama de cajas donde se observa que el contenido de humedad tiene una mayor dispersión datos en la variedad Kankolla en relación a la

variedad Salcedo INIA con respecto al diámetro se observa la aglomeración de datos en el diámetro máximo en las variedades Kankolla y Salcedo INIA

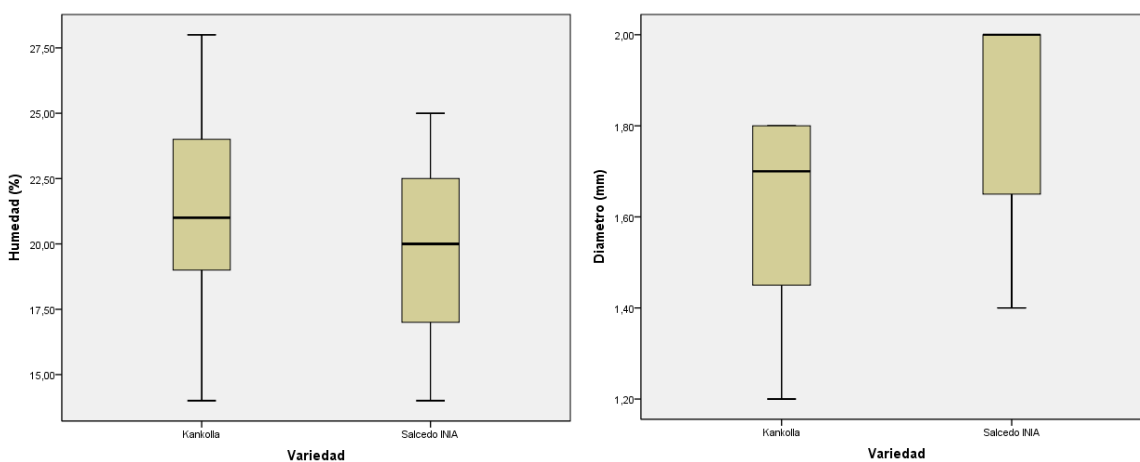


Figura N° 01:

Gráfica de cajas para el contenido de humedad (izquierdo) y diámetro de quinua (derecho) en las variedades Kankolla y Salcedo INIA

3.2. Color de la panoja de quinua

La información respecto al color de la panoja de la quinua en la actualidad solo se detalla colores primarios como los descritos por Apaza, Cáceres, Estrada, & Pinedo (2013) para la variedad Kankolla color de panoja en floración rojo, color de la panoja en la cosecha rojo e intensidad de color de la panoja en la cosecha claro y para la variedad

Salcedo INIA color de la panoja en la floración verde, color de la panoja en la madurez fisiológica blanca e intensidad de color de la panoja en la madurez fisiológica tenue o los descritos por León, Morales, Ruf, Zurita, & Alfaro (2018) como panoja de color verde, amarillo o rojo, contrastando estos resultados con la figura N° 02 se observa que la panoja de quinua consta de un espacio de

color el cual varía durante el proceso de madurez fisiológica.



Figura 02:

Espacio del color de la panoja de quinua durante el periodo de madurez fisiológica en las variedades Kankolla (izquierdo) y Salcedo INIA (derecho)

En la Tabla N° 03 se detalla el espacio de color CIELAB (L^* , a^* y b^*), la croma y el tono

durante la madurez fisiológica de la quinua de las variedades Kankolla y Salcedo INIA

Tabla N° 03:

Espacio de color de la panoja y grano de quinua de las variedades Kankolla y Salcedo INIA

Variedad	Madurez fisiológica	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
Kankolla	Inicio	57	18	6	18.97	18.43
	Medio	72	11	14	17.80	51.84
	Final	70	9	19	21.02	54.65
Salcedo INIA	Fruto	79	5	19	19.65	75.26
	Inicio	76	1	23	23.02	87.51
	Medio	78	2	20	20.10	84.29
	Final	73	1	20	20.02	87.14
	Fruto	70	1	22	22.02	87.40

Fuente: Elaboración propia

El valor de ΔE durante la madurez fisiológica de la quinua variedad Kankolla es 20.46 siendo este valor ($\Delta E > \pm 5$ perceptible) y en la variedad Salcedo INIA el valor de ΔE es 4.24 no estando este valor ($\Delta E > \pm 3$ pequeña) por lo cual la variación del color

durante la madurez fisiológica es perceptible, existiendo la posibilidad de calcular el momento adecuado de la cosecha de quinua considerando la variación del espacio de color de la panoja de quinua.

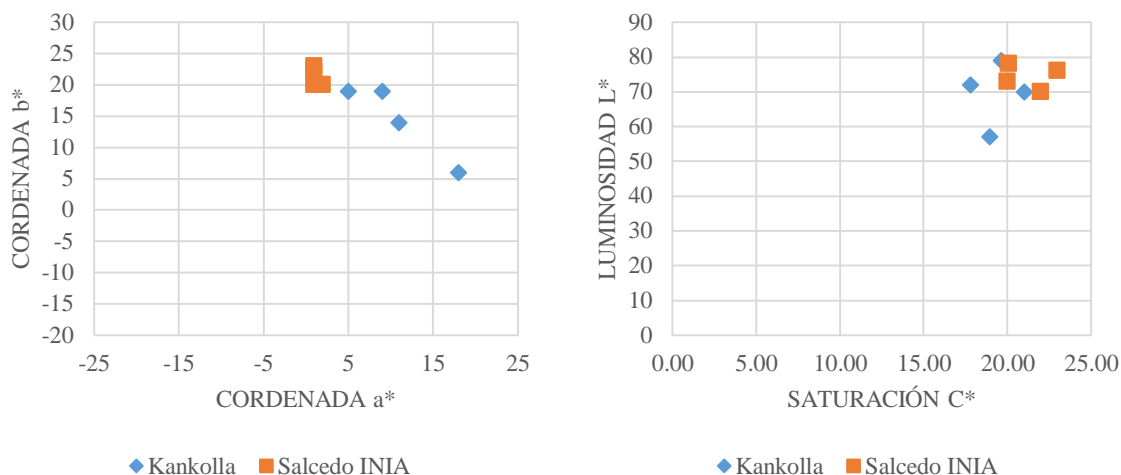


Figura N°03:

Espacio de color CIELAB lado izquierdo (b^* vs a^*) y lado derecho (L^* vs C^*)

El espacio de color encontrado en el grano de quinua por Macavilca (2019) para la quinua comercial de color blanco utilizando la metodología de colorimetría triestimulo (CR-400) establece valores de L^* (82.09), a^* (2.35), b^* (17.77), C^* (17.92) y h° (82.46), y por el método de colorimetría espectrofotométrica establece valores de L^* (80.89), a^* (0.94), b^* (18.59), C^* (17.63) y h° (87.11) otro resultado sobre el espacio de color son los valores obtenidos por Oliva, Duque, & García (2018) por el método espectrofotométrica el cual establece valores de L^* (63.07), a^* (3.17), b^* (19.87), contrastando los resultados que se observa en la figura N° 03 los valores b^* y a^* se encuentran en la misma zona por lo cual hay una probabilidad de establecer como un parámetro de calidad sin considerar la metodología utilizada para determinar el color del grano de quinua.

4. Conclusiones

Se concluye que la cosecha de quinua se debe realizar a la mitad de la madurez fisiológica el momento ideal para la cosecha de quinua se debe considerar los siguientes parámetros humedad del grano 20 % con un diámetro de 2.00 milímetros y un espacio de color CIELAB en Luminosidad (78), Cromo (20.10) y Tono (84.29) de la panoja de quinua para la variedad Salcedo INIA y un diámetro de 1.8 milímetros con un espacio de

color CIELAB en Luminosidad (72), Cromo (17.80) y Tono (51.84) de la panoja de quinua para la variedad Kankolla.

5. Bibliografía

- Agrobanco. (2012). Revista Técnica Agropecuaria 7. Agrobanco, 20. Retrieved from www.agrobanco.com.pe
- Apaza, V., Cáceres, G., Estrada, R., & Pinedo, R. (2013). *Catálogo de Variedades Comerciales de Quinua en Perú*.
- Arapa, P., & Padrón, C. A. (2015). Determinación de características físicas en semillas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) mediante procesamiento digital de imágenes. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 5(2), 148–165. Retrieved from <https://sites.google.com/site/1rvcta/v5-n2-2014/r4>
- Arcaya, J. A. (2018). *Determinación de la calidad física y fisiológica de semillas de tres variedades de quinua (Chenopodium quinoa willd) de color*. Universidad Nacional del Altiplano. Universidad Nacional del Altiplano. Retrieved from http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8999/Arcaya_Chagua_Jhon_Alexis.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Benavides, R., Rodríguez, I., Sánchez, C., & Jurado, N. (2019). Evaluación de las actividades poscosecha y caracterización de la quinua en diferentes municipios de cundinamarca. In *VII congreso mundial de la quinua y otros granos andinos* (p.

- 16). Iquique, Chile. Retrieved from <http://www.indap.gob.cl/docs/default-source/vii-congreso-quinua/ejes-tematicos/sistemas-productivos-tecnología-e-innovación/actividades-de-poscosecha-de-quinua-cundinamarca-colombia.pdf>
- Campos, J. J. (2018). *Maximización de la reducción de saponina en escarificado de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) por abrasión aplicando superficie de respuesta*. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Campos, J. R., & Campos, R. (2019). *Sustitución de la fertilización inorgánica (Chenopodium quinoa Willd.) en la provincia de Acobamba - Huancavelica 2017*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Dussán, S., Hurtado, D.-L., & Camacho, J.-H. (2019). Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de las Harinas de Quinua y Chontaduro. *Información Tecnológica*, 30(5), 3–10. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000500003>
- Flores, J. V., Chilquillo, M. D., Cusiato, G. E., Pujaico, G., Alanya, Y. E., Chávez, V., ... Risco, A. (2010). *Tecnología productiva de la quinua*. Solid OPD.
- Food and Agriculture Organization. (1993). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. (Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Ed.), FAO.
- Huillca, M. H. (2019). *Comparativo de rendimiento de grano, caracterización botánica, comportamiento fenológico y contenido de saponina de 11 líneas promisorias de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow) bajo condiciones del centro agronómico K'ayra - Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Instituto Nacional Geográfico del Perú. (2020). Nomenclator Geográfico del Perú. Retrieved October 1, 2020, from <https://www.ign.gob.pe/NomenclatorDigital/detalle.php?id=212491>
- León, P., Morales, A., Ruf, K., Zurita, A., & Alfaro, C. (2018). *Catálogo de Variedades Locales de Quínoa: Zona centro sur de Chile*. Retrieved from http://www.inia.cl/recursosgeneticos/m anual_quinoa.pdf
- Macavilca, E. A. (2019). *Relación de la capacidad antioxidante total y color de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) medido por colorimetría y espectrofotometría de reflectancia difusa*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Retrieved from <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2962/TJESUS ZAPATA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mendoza, V. del P. (2013). *Comparativo de accesiones de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones de costa central (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Meyhuay, M. (1997). *Quinua: Operaciones de Poscosecha*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-ar364s.pdf>
- Mujica, A., Ortiz, R., Bonifacio, A., Saravia, R., Corredor, G., & Romero, A. (2006). *Informe Final. Proyecto Quinua: Cultivo multipropósito para los países andinos*. Lima, Peru.
- Oliva, M. M., Duque, A. L., & García, L. S. (2018). Caracterización fisicoquímica del cereal y almidón de Quinua *Chenopodium quinoa*. *Revista ION*, 31(1), 25–29. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018004>
- Padrón, C. A. (2009). Sistema de Visión Computarizada y Herramientas de Diseño Gráfico Para la Obtención de Imágenes de Muestras de Alimentos Segmentadas y Promediadas en Coordenadas CIE-L*a*B*. *Agronomía Costarricense*, 33(2), 283–301. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43613279012>
- Palao, L. A., Canaza, A. W., & Beltrán, P. A. (2019). Producción agroecológica de ecotipos de quinua de colores (*Chenopodium quinoa Willd.*) con microorganismos eficaces. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(3), 173–181. Retrieved from <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v21n3/a03v21n3.pdf>
- Palomino, L. L., & Chagua, G. S. (2014). *Estudio comparativo de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en quinua (Chenopodium quinoa) expandida de tres variedades provenientes del departamento de Junín*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Sandro, M., & Viviana, O. (2015). *Medición*

de color de alimentos en el espacio CIELAB a partir de imágenes. *3ras Jornadas ITE-Facultad de Ingeniería*, 115(1900), 6. Retrieved from <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/47868>

Soto, J. L., Rojas, W., Saravia, R., & Marconi, J. L. (2004). Experiencias en técnicas de cosecha y poscosecha en el cultivo de quinua en Bolivia. *Revista de Agroecología*, 17–19. Retrieved from <http://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol20n3.pdf>

Talens, P. (2018). Descripción del color en el espacio Ciel*a*b*. Retrieved October 8, 2020, from <https://riunet.upv.es/handle/10251/102415>

Vásquez, A. (2015). *Estimación de las coordenadas CIEL*a*b* en concentrados de tomate utilizando imágenes digitales*. Universidad Nacional de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. [https://doi.org/10.1016/S0969-4765\(09\)70134-1](https://doi.org/10.1016/S0969-4765(09)70134-1)

Veas, E., & Cortés, H. (2018). *Manual del cultivo de la Quinua. Cultivo ancestral como una alternativa eficiente para la adaptación de la agricultura al cambio climático*. Ceaza; Inia. La Serena, Chile.