

## LA PÉRDIDA DE GRANO EN CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) EL ANTES Y EL DESPUÉS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA

### GRAIN LOSS OF CAÑAHUA BEFORE AND AFTER PHYSIOLOGICAL MATURITY (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

Mario Coarite<sup>1</sup>, Wilmer Macuchapi<sup>1</sup>, Carmen del Castillo<sup>2</sup>, Juan Pablo Rodriguez<sup>2</sup>, Rubén Trigo<sup>3</sup>  
Hugo Bosque<sup>3</sup> y Justina Condori<sup>4</sup>

#### RESUMEN

La cañahua es considerada importante en la dieta alimentaria, en comparación a otros cultivos y productos andinos que Bolivia produce; además ofrece características de gran valor, como la tolerancia a bajas temperaturas y sobre todo que los granos están libres de saponina, pero su principal problema durante la producción es la pérdida de granos, lo cual demuestra que es una especie en proceso de domesticación. La investigación se realizó en la Comunidad Villa Patarani. Se ha determinado la pérdida de granos antes de la madurez fisiológica (cosecha) por planta, empleando colectores y/o trampas de colecta de granos caídos. Además durante la cosecha (después de la madurez fisiológica) se ha determinado la pérdida de granos entre tres métodos de cosecha: arranque, hoz y tijera de podar, y entre seis cultivares sembradas en dos diferentes fechas. Antes de la madurez fisiológica, la fecha de siembra influyó en la pérdida de granos. En la primera fecha se registró una mayor pérdida de granos (2,91%) que en la segunda (1,36%). En cuanto a los métodos de cosecha, el método de arrancado tuvo mayor pérdida de granos (2,60%), seguido por el método con hoz (1,67%) y la cosecha con tijera de podar (1,53%) que fue el método con menor pérdida de granos. A pesar de este último resultado, este no es un método muy utilizado por los productores. Durante la cosecha, los cultivares de hábito de crecimiento de tipo lasta Illimani y Kullaca obtuvieron mayor pérdida de granos (2,31 y 2,17%), mientras que en el cultivar tipo lasta Umacutama la pérdida fue menor (1,96%).

**Palabras claves:** Cañahua, desgrane, seguridad alimentaria, Altiplano Central.

#### ABSTRACT

Cañahua is considered important in the diet, compared to other Andean crops and products that Bolivia produces; besides it offers characteristics of great value, such us tolerance to low temperatures and above all that the grains are saponin-free. However, its main problem during the production is the loss of grains, which shows that it is a species in process of domestication. This research was conducted in Villa Patarani Community. Loss of grains per plant was determined before physiological maturity (pre-harvest) using collectors and/or traps for collecting fallen grains. Also grain loss during harvest (after physiological maturity) was determined and compared between three harvest methods: hand picking, sickle and pruning shears, and between six cultivars sowed in two different dates. Before physiological maturity, the date of sowing influenced the loss of grains. The loss of grains was greater in the first date (2.91%) than in the second (1.36%). Regarding harvesting methods, the method of picking had greater grain loss (2.60%), followed by the sickle method (1.67%) and the harvest with pruning shears (1.53%) which was the method with lowest loss of grains. Despite this last result, this method is not widely used by producers. During harvest, the cultivars Illimani and Kullaca showed higher grain losses (2.31 and 2.17%), whereas Umacutama cultivar showed lower losses (1.96%). During harvest, the cultivars Illimani and Kullaca had higher grain losses of 2.31 and 2.17%, while in Umacutama the loss was lower (1.96%).

**Key words:** Cañahua, grain loss, food security, Center Altiplano

<sup>1</sup>Asistentes de Investigación. Proyecto LATINCROP. coarite.mario\_b@hotmail.com

<sup>2</sup> Investigadores asociados al proyecto LATINCROP.

<sup>3</sup>Coordinadores del proyecto LATINCROP

<sup>4</sup>Técnico investigadora del proyecto LATINCROP

## INTRODUCCIÓN

Los granos andinos cultivados en el Altiplano de Bolivia han despertado el interés mundial y son requeridos por los países industrializados, a pesar que desde muchos años atrás se los consideraba como alimento de las familias campesinas. Se lo cultiva en condiciones climáticas y ecológicas más adversas del mundo soportando temperaturas bajas de hasta -3°C, en altitudes desde 3000 a 4300 msnm, que además es un cultivo que no ha tenido mayor difusión fuera del Altiplano boliviano (Tapia, 1997).

El valor nutritivo de los granos y su tolerancia a bajas temperaturas hacen de ella un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria, para sistemas de producción de alto riesgo como es el Altiplano, que además tiene carácter familiar, manejado de forma tradicional, produciendo en escalas menores para abastecer el autoconsumo y una pequeña parte destinado al comercio de ferias locales.

La pérdida de granos (desgrane o dehiscencia) antes de la madurez fisiológica, es uno de los principales problemas en la producción de cañahua, que muestra a esta Amarantacea (antes Chenopodiaceae), como una especie semi-domesticada (Rodríguez *et al.*, 2012). Esta característica hace que el productor no pueda elegir este cultivo para la producción en superficies extensas. La investigación en el cultivo de cañahua es de mucha importancia, sobre todo en el mecanismo de desgrane en variedades nativas, variedades locales, líneas accesiones y variedades mejoradas.

El desgrane es una de las características principales de especies semi-domesticadas cultivadas. La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) (localmente conocido como cañahua, cañihua o Kañawa), sigue siendo una especie de cultivo semi-domesticada con respecto a rasgo de dehiscencia, que comienza poco después de la floración hasta la madurez fisiológica, si este aspecto no se toma en cuenta, la pérdida de granos puede llegar hasta un 30% durante la antesis y antes de la cosecha (Rodríguez *et al.*, 2012).

Es un cultivo que está en proceso de domesticación, pudiendo tener mayores pérdidas causadas por las granizadas que ocurren en el mes de marzo, pudiendo occasionar pérdidas hasta un 80% (Tapia, 1997). Pudiéndose atribuir la pérdida de granos por su hábito de crecimiento, desarrollo morfológico y la cobertura por unidad expuesta a las granizadas y lluvias, donde los de tipo lasta son más susceptibles

que los de tipo saihua (Rodríguez, 2007). Así mismo es muy importante conocer el momento oportuno de la cosecha, si se la realiza antes de la madurez fisiológica se corre el riesgo de fermentación de las plantas produciendo el oscurecimiento del grano, pero si se la realiza después de la madurez fisiológica se produce fácilmente el desgrane (Cossio, 1995).

La cosecha de granos se realiza con diferentes tipos de herramientas, según la región y el cultivo, con respecto la cosecha con hoz, ésta se emplea en superficies pequeñas o terrenos accidentados con mucha pendiente, bajo condiciones que económica y técnicamente no permiten el empleo de maquinaria (Obrador, 1984). Tradicionalmente los productores de cañahua que siembran parcelas pequeñas arrancan las plantas con las raíces, lo que trae como consecuencia que el grano esté mezclado a la tierra procedente de las raíces, desmejorando la presentación y calidad del grano (Apaza, 2010). Además los métodos de cosecha con tijeras de podar y hoz se emplean más tiempo en la cosecha que con la desbrozadora (Rodríguez, 2007). Después de la cosecha muchos productores, aun realizan el secado colocando en gavillas o parvas pequeñas sobre la superficie del suelo, hasta que los granos tengan la humedad adecuada (12-14%).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en la Comunidad Villa Patarani, Municipio Patacamaya, Provincia Aroma. La Comunidad se encuentra geográficamente ubicado a 17° 15' de LS y 68° 00' LO, situado al Sudeste del departamento de La Paz, a una altitud de 3814 msnm.

El material vegetal empleado fueron cuatro cultivares de cañahua del tipo lasta a) Illimani, b) Kullaca, c) Warikunca d) Umacutama y dos del tipo saihua e) L-300 y f) Ak'apuya. Para el trabajo de investigación se tomaron en cuenta los siguientes modelos estadísticos: En la evaluación de la pérdida de granos antes de la madurez fisiológica y pérdida de granos durante el secado se empleó el modelo Bloques al Azar con arreglo en parcelas divididas (Calzada, 1982 y Little Hills, 1995); (parcela principal - factor A y en la sub-parcela los cultivares de cañahua - factor B).

La pérdida de grano durante la cosecha (arranque de la planta, hoz y tijera de podar), fueron evaluadas bajo el modelo de bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas (Reyes, 1999). El factor A (fechas de siembra), el factor B (métodos de cosecha) y el factor C (cultivares de cañahua).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La preparación del terreno experimental se realizó en una parcela en descanso “puruma” en el mes de septiembre, aprovechando la humedad de las primeras lluvias, de forma mecánica con un tractor a una profundidad de 25 cm a 30 cm. La siembra se realizó en dos fechas, el 3 de diciembre y el 27 de diciembre de 2014, a una densidad de 6 kg ha<sup>-1</sup> con una distancia entre surcos de 0,7 m y la disposición de semillas a chorro continuo.

Durante el periodo de crecimiento y desarrollo de la cañahua, no se presentaron heladas que afectarán al cultivo. La precipitación acumulada durante el ciclo del cultivo de cañahua fue de 327,6 mm. Este valor se encuentra dentro del rango de requerimiento del

cultivo de cañahua de 250 a 600 mm de precipitación pluvial anual (Bonifacio y Dizes, 1991).

### Pérdida de granos antes de la madurez fisiológica

Las pérdidas de grano antes de la madurez fisiológica en los seis cultivares, se evaluaron pesando los granos caídos y recolectados de las trampas colectoras de granos (Figura 1), instalados en cada tratamiento con una planta representativa, estas trampas fueron instaladas a los 80 días después de la siembra (DDS) para la primera fecha de siembra y 56 días después de la siembra (DDS) para la segunda fecha de siembra, las trampas fueron instaladas hasta el momento de la cosecha, la recolección se realizó con una frecuencia de 4 días.



Figura 1. Instalación de las trampas/colectores de granos, de acuerdo a la forma de crecimiento: A) lasta, B) sahua.

La Tabla 1, presenta la prueba de significancia estadística de Duncan, entre los seis cultivares, agrupando en seis grupos, donde en el primer grupo (a) conformado por el cultivar Illimani presentó mayor pérdida de granos por planta antes de la madurez fisiológica alcanzando en promedio 0,50 g (4,01%) (el porcentaje de pérdida de granos está en función de su rendimiento de cada cultivar). El cultivar L-300 segundo grupo (b) registró una pérdida de 0,21

g (2,45%), los cultivares Ak'apuya y Kullaca (bc), estadísticamente iguales en las pérdida de granos por planta antes de la madurez fisiológica en un 0,18 y 0,31 g (2,35% y 2,30%, respectivamente). Así mismo el cultivar Warikunca (cd) registró una pérdida de granos por planta de 0,12 g (1,02%) por planta. Por último el cultivar Umacutama (D) registro 0,01 g (0,68%) una menor pérdida en comparación con los demás cultivares.

Tabla 1. Comparación de pérdida de granos antes de la cosecha entre los cultivares de cañahua sembradas en dos fechas.

Símbolo	Cultivar	Pérdida de granos						Duncan ( $\alpha = 0,05$ )	
		F1		F2		Promedio			
		%	g	%	g	%	g		
CV1	Illimani	6,74	0,86	1,28	0,15	4,01	0,50	a	
CV2	L-300	2,40	0,20	2,49	0,21	2,45	0,21	b	
CV4	Ak'apuya	2,91	0,22	1,78	0,13	2,35	0,18	c	
CV3	Kullaca	3,21	0,46	1,39	0,16	2,30	0,31	bc	
CV5	Warikunca	1,52	0,20	0,53	0,05	1,02	0,12	cd	
CV6	Umacutama	0,69	0,01	0,66	0,01	0,68	0,01	d	

La comparación de pérdida de granos en los seis cultivares de cañahua, sembradas en dos fechas distintas, permite identificar que los cultivares Illimani, Ak'apuya, Kullaca y Warikunca de hábito de crecimiento de tipo lasta, excepto Ak'apuya de tipo sahua, alcanzaron mayor pérdida de granos por planta en la primera fecha de siembra, siendo estos de 0,86 g, 0,22 g, 0,46 g y 0,20 g, respectivamente (6,74%, 2,91%, 3,21% y 1,52%). Mientras que el cultivar L-300 alcanzó la mayor pérdida de granos por planta en la segunda fecha de siembra con 0,21 g (2,49%). Y el cultivar Umacutama de hábito de crecimiento de tipo sahua, alcanzó similar pérdida de granos en la primera y segunda fecha de siembra con 0,01 g por planta.

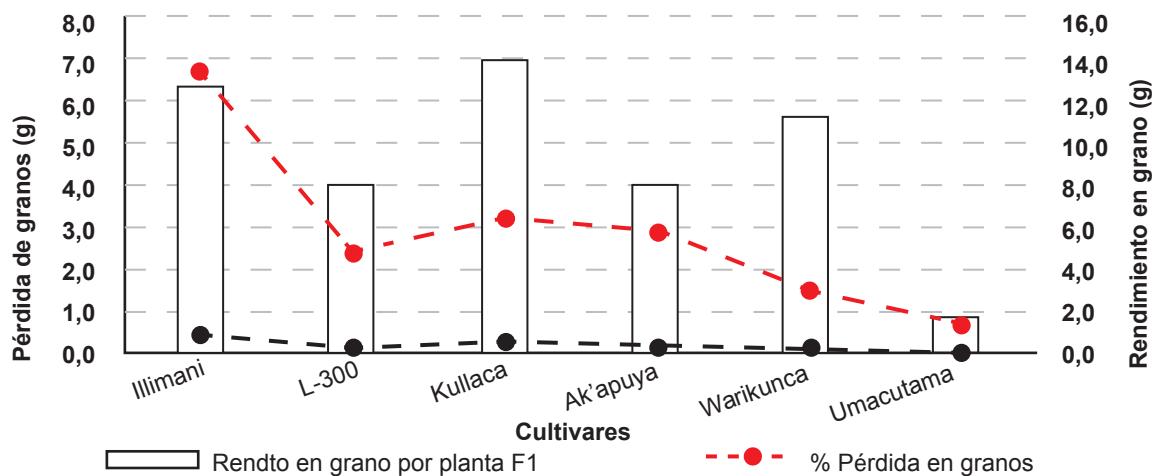


Figura 2. Pérdida de granos y rendimiento en grano respecto a los cultivares de cañahua de la primera fecha de siembra.

El porcentaje de pérdida de granos respecto al rendimiento en grano por planta de los seis cultivares, en la segunda fecha de siembra, donde para los cultivares L-300, Ak'apuya y Umacutama, la pérdida de granos afectó de manera pronunciada

### Relación de pérdida de granos y rendimiento de grano por planta

Las fluctuaciones en las pérdidas de grano antes de la cosecha que afectan al rendimiento en grano se pueden atribuir a la maduración heterogénea de los granos en la planta. En cuanto a las diferencias con relación a la madurez fisiológica se pueden atribuir a características propias genéticas de cada cultivar.

La Figura 2, presenta el porcentaje de pérdida de granos respecto al rendimiento en grano por planta de seis cultivares, en la primera fecha de siembra, se puede observar que los cultivares Illimani, L-300, Ak'apuya y Umacutama sufrieron mayor influencia en su rendimiento en grano por planta. Mientras que para los cultivares Kullaca y Warikunca la pérdida de granos afectó en menor porcentaje a su rendimiento en grano.

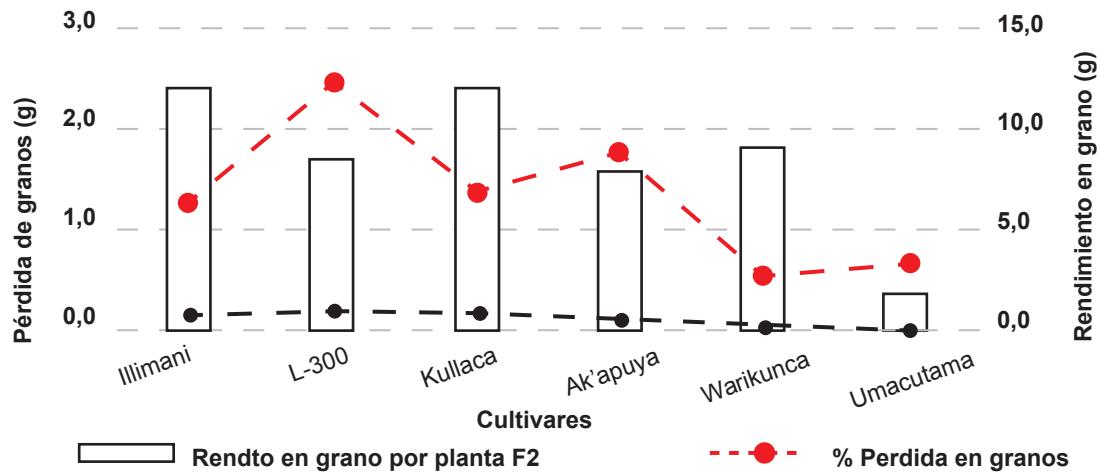


Figura 3. Pérdida de granos y rendimiento en grano respecto a los cultivares de cañahua de la segunda fecha de siembra.

en su rendimiento en grano por planta. Mientras que los cultivares Illimani, Kullaca y Warikunca fueron afectados regularmente por la pérdida de granos en sus rendimientos se muestra en el Figura 3.

## Pérdida de granos durante la cosecha

La cosecha se realizó cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica, a las primeras horas de la mañana, aprovechando el rocío matinal para evitar pérdida de granos al momento de la cosecha. Para la cosecha se han empleado tres métodos de cosecha: arranque, hoz y tijera de podar, con el fin de evaluar la pérdida de granos en la cañahua.

El método de cosecha tradicional por arrancado que conforma el primer grupo (a), presenta una mayor

pérdida de granos alcanzando un promedio de 2,60 % equivalente a  $10,53 \text{ kg ha}^{-1}$ , esto se debe a que al momento de la cosecha, el arrancado de las plantas se realiza de una forma rápida y brusca. Mientras que el segundo grupo (b) conformado por el método de hoz, la misma alcanzó una pérdida de granos en promedio de  $8,59 \text{ kg ha}^{-1}$  (1,67 %). En cambio el método de cosecha aplicado con tijera de podar (c) obtuvo una pérdida de granos en peso a  $5,51 \text{ kg ha}^{-1}$  (1,53 %) (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de pérdida de granos en cañahua entre tres métodos de cosecha.

Método de cosecha	Pérdida de granos						Duncan ( $\alpha = 0,05$ )
	F1		F2		Promedio		
	$\text{kg ha}^{-1}$	%	$\text{kg ha}^{-1}$	%	$\text{kg ha}^{-1}$	%	
Arranque	10,16	2,4	10,90	2,79	10,53	2,60	a
Hoz	8,12	1,55	9,07	1,79	8,59	1,67	b
Tijera de podar	5,76	1,29	5,27	1,76	5,51	1,53	c

Por el método “arrancado” que consiste en arrancar del suelo toda la planta incluyendo la raíz, se produce mayor pérdida de granos en la segunda fecha de siembra alcanzando a  $10,90 \text{ kg ha}^{-1}$  (2,79%). Este método es muy utilizado por muchas familias en las comunidades del Altiplano, principalmente cuando las plantas de cañahua son de pequeña altura a causa de la sequía o anegamiento. Mediante el método con “hoz” se alcanza una pérdida de granos en la segunda fecha de siembra con un  $9,07 \text{ kg ha}^{-1}$  (1,79%), que también es un método utilizado por los productores de cañahua. Por último, la cosecha con tijera de podar, considerado como un método no muy utilizado por los productores del Altiplano, alcanza una menor pérdida de granos en promedio en comparación con los otros métodos. También se pierde granos durante la primera fecha de siembra alcanzando  $5,76 \text{ kg ha}^{-1}$  (1,29%).

La Tabla 3, reporta cuatro grupos con diferencias de medias que estadísticamente diferentes. Los cultivares Illimani y Kullaca (a) alcanzaron las

mayores pérdidas de granos durante la cosecha con un promedio  $12,93$  y  $12,68 \text{ kg ha}^{-1}$  (2,31% y 2,17%), respecto a su rendimiento total en grano. Es necesario señalar que estos cultivares son de crecimiento de tipo lasta, pudiendo ser la causa del mayor desgrane por tener mayor ramificación y cobertura en el suelo. El segundo grupo (b) conformado por el cultivar Warikunca, que al momento de la cosecha alcanzó una pérdida promedio de  $8,03 \text{ kg ha}^{-1}$  (1,93%), tiene un hábito de crecimiento de tipo lasta. Los cultivares Ak’apuya y L-300 (c), estadísticamente son iguales, alcanzando una pérdida en promedio de  $6,38$  y  $5,96 \text{ kg ha}^{-1}$  (1,69% y 1,28%), son cultivares de hábito de crecimiento de tipo sahua, con ramificaciones concentradas y alturas superiores a los demás cultivares. Por último, Umacutama (d) es el cultivar que presento menor pérdida de granos, alcanzando un promedio de  $3,30 \text{ kg ha}^{-1}$  (1,96%), al que se le atribuye la menor pérdida de granos, por el menor desarrollo de planta, cultivar de hábito de crecimiento de tipo lasta.

Tabla 3. Comparación de pérdida de granos entre cultivares de cañahua sembradas en dos fechas

Símbolo	Cultivar	Pérdida de granos						Duncan ( $\alpha = 0,05$ )
		F1		F2		Promedio		
			$\text{kg ha}^{-1}$	%	$\text{kg ha}^{-1}$	%	$\text{kg ha}^{-1}$	%
CV1	Illimani	13,13	1,98	12,73	2,65	12,93	2,31	a
CV3	Kullaca	12,97	2,01	12,38	2,33	12,68	2,17	a
CV5	Warikunca	7,34	1,71	8,72	2,15	8,03	1,93	b
CV4	Ak’apuya	4,86	1,44	7,90	1,93	6,38	1,69	c
CV2	L - 300	6,40	1,27	5,52	1,30	5,96	1,28	c
CV6	Umacutama	3,37	1,62	3,23	2,31	3,30	1,96	d

Los cultivares Illimani, Kullaca y L-300 alcanzaron mayor pérdida de granos en la primera fecha de siembra con 13,13 kg ha<sup>-1</sup>, 12,97 kg ha<sup>-1</sup> y 6,40 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente equivalentes a 1,98%, 2,01% y 1,27%. Mientras que los cultivares Ak'apuya y Warikunca tuvieron mayor pérdida de granos en la segunda fecha de siembra alcanzando un 7,90 kg ha<sup>-1</sup> y 8,72 kg ha<sup>-1</sup> (1,93% y 2,15%, respectivamente) y por último el cultivar Umacutama alcanzó similares pérdidas de granos en la primera y segunda fecha de siembra con un promedio equivalente a 3,30 kg ha<sup>-1</sup> (1,96%).

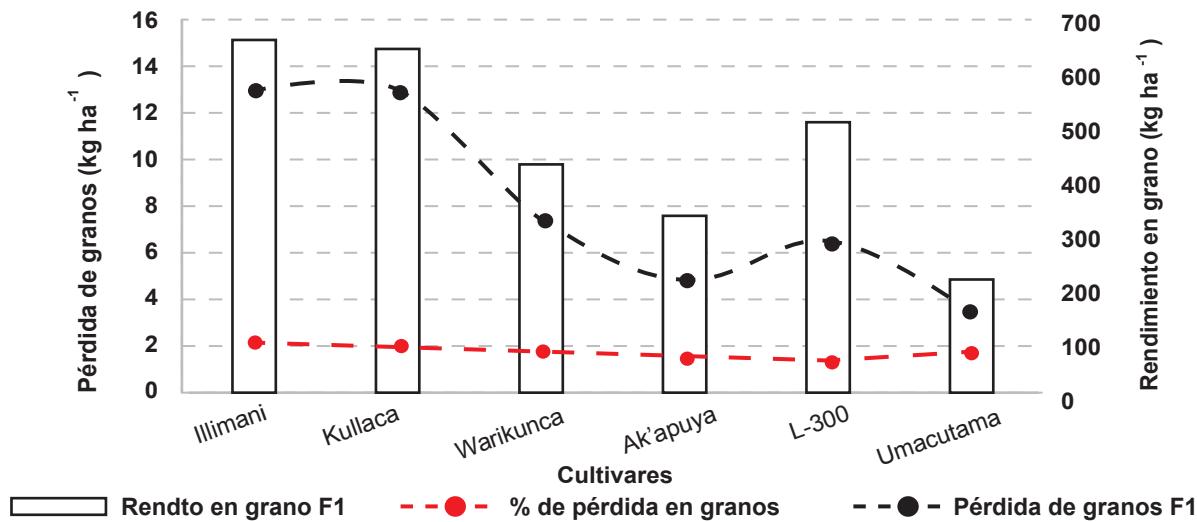


Figura 4. Pérdida de granos frente al rendimiento en grano respecto a los seis cultivares de cañahua sembradas en la primera fecha.

La Figura 5, muestra la pérdida de granos en la segunda fecha de siembra, respecto a los seis cultivares de cañahua, donde los cultivares Illimani, Kullaca, Warikunca y Umacutama en peso alcanzaron una pérdida de granos de 12,73; 12,38; 8,72 y 3,23 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, sin embargo la pérdida de granos expresados en porcentajes son similares con 2,65%, 2,33%, 2,15% y 2,31%. Por otro lado

#### Relación de pérdida de granos y rendimiento en grano respecto a los cultivares de cañahua.

La Figura 4, muestra que en la primera fecha de siembra, los cultivares de tipo lasta Illimani, Kullaca, Warikunca y Umacutama alcanzaron pérdidas de granos de 13,13 kg ha<sup>-1</sup>, 12,97 kg ha<sup>-1</sup>, 7,34 kg ha<sup>-1</sup> y 3,37 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, equivalente a 1,98%, 2,01%, 1,71% y 1,62%, respectivamente. Mientras que los cultivares de tipo sahua, Ak'apuya y L-300 en peso alcanzaron una pérdida de granos de 4,86 kg ha<sup>-1</sup> y 6,40 kg ha<sup>-1</sup> que equivale a 1,44% y 1,27%, respectivamente.

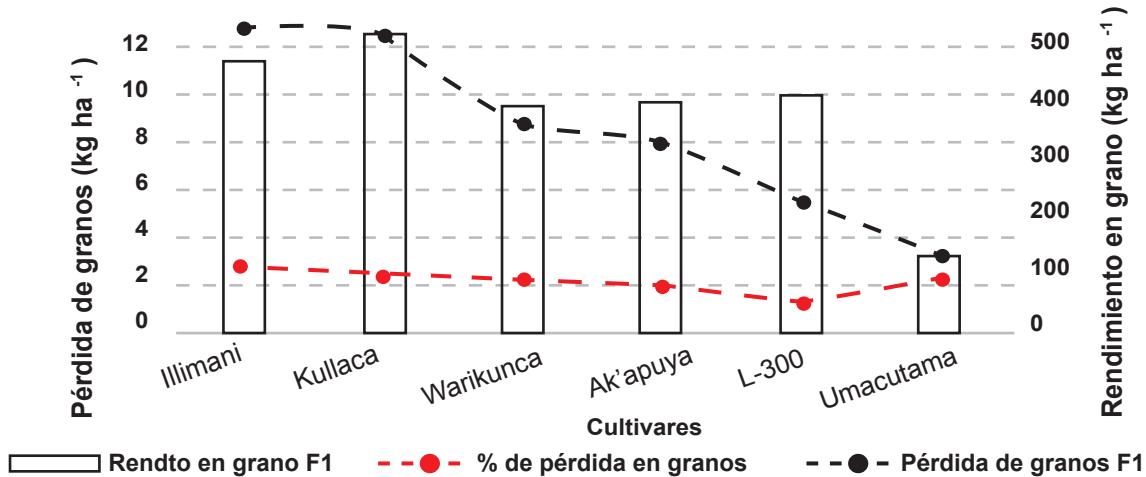


Figura 5. Pérdida de granos frente al rendimiento en grano respecto a los seis cultivares de cañahua en la segunda fecha de siembra.

los cultivares Ak'apuya y L-300 en peso alcanzaron pérdidas de granos durante la cosecha en 7,90 y 5,52 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, que equivalen a 1,93 y 1,30% frente a su rendimiento en grano.

La pérdida de granos se registró más en aquellos cultívares que alcanzaron bajos rendimientos, como el cultivar Umacutama en relación a los cultívares que llegaron a alcanzar rendimientos superiores.

### Pérdida de granos durante el proceso de secado.

Para la evaluación de pérdidas del grano durante el proceso de secado en seis cultivares de cañahua, primero se tendió yute sobre la superficie del suelo, en ella se procedió con el secado de las muestras extraídas de cada tratamiento. Luego los granos fueron recogidos, se realizó su respectivo pesaje y se expresó el resultado en kilogramos por hectárea.

La Tabla 4, muestra que la pérdida de granos durante el secado de los seis cultivares conformó tres grupos

con diferencias significativas. El cultivar Kullaca (a) alcanzó mayor pérdida de granos durante el proceso de secado alcanzando un promedio de 41,03 kg ha<sup>-1</sup> (6,97%), seguido por los cultivares Illimani, Warikunca, Ak'apuya y L-300 (b) con una pérdida de granos en promedio de 33,59; 32,40; 31,23 y 30,82 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (5,87; 7,77, 8,37 y 6,63%). Por último el cultivar Umacutama (c) obtuvo menor pérdida de granos durante el proceso de secado en comparación con los otros cultivares alcanzando un promedio de 13,98 kg ha<sup>-1</sup> (8,03 %).

Tabla 4. Comparación de pérdidas de grano de los cultivares, durante el proceso de secado sembradas en dos fechas.

Símbolo	Cultivar	Pérdida de granos durante el secado						Duncan ( $\alpha = 0,05$ )	
		F1		F2		Promedio			
		kg ha <sup>-1</sup>	%	kg ha <sup>-1</sup>	%	kg ha <sup>-1</sup>	%		
CV3	Kullaca	37,96	5,88	44,09	8,29	41,03	6,97	a	
CV1	Illimani	35,21	5,30	31,97	6,66	33,59	5,87	b	
CV5	Warikunca	29,18	6,81	35,62	8,79	32,40	7,77	b	
CV4	Ak'apuya	26,51	7,86	35,95	8,78	31,23	8,37	b	
CV2	L-300	30,21	5,98	31,43	7,39	30,82	6,63	b	
CV6	Umacutama	13,28	6,36	14,67	10,51	13,98	8,03	c	

La pérdida de granos de los seis cultivares de cañahua sembradas en dos fechas (Figura 6), en la primera fecha de siembra el cultivar Illimani alcanzó mayor pérdida de granos con un 35,21 kg ha<sup>-1</sup> (5,30%) en función a su rendimiento en grano. Mientras que los cultivares Kullaca, Warikunca, Ak'apuya, L-300 y

Umacutama alcanzaron mayor pérdida de granos, en la segunda fecha de siembra con 44,09 kg ha<sup>-1</sup>, 35,62 kg ha<sup>-1</sup>, 35,95 kg ha<sup>-1</sup>, 31,43 kg ha<sup>-1</sup> y 14,67 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, equivalente a 8,29%, 8,79%, 8,78%, 7,39% y 10,51%, de su rendimiento total.

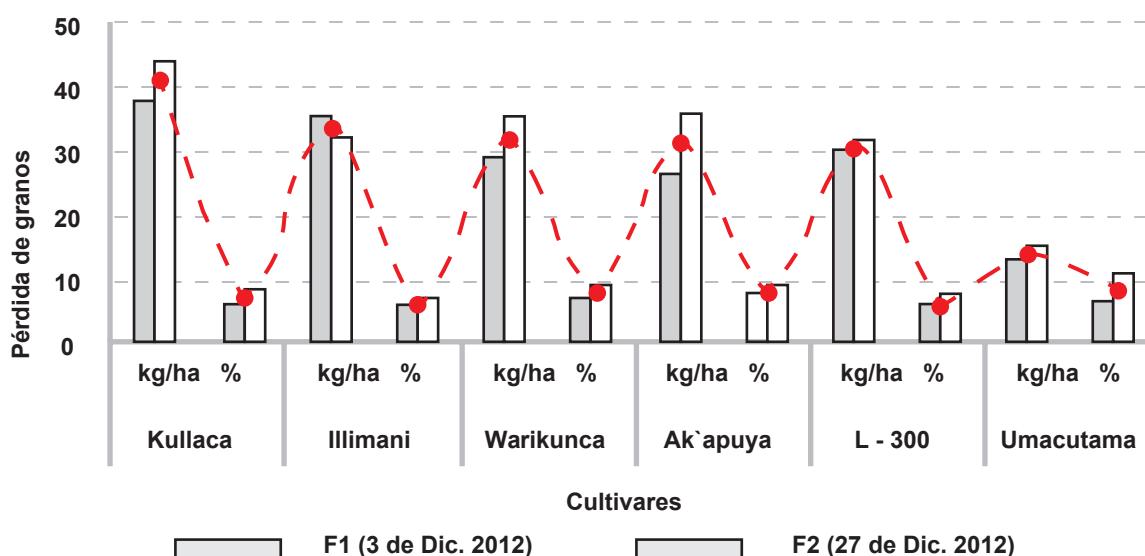


Figura 6. Pérdida de granos durante el secado en seis cultivares de cañahua, sembradas en dos fechas de estudio

### Relación de pérdida de granos durante el proceso de secado y rendimiento en grano en seis cultivares de cañahua.

La Figura 7, presenta las pérdidas de granos durante el proceso de secado frente al rendimiento en grano en seis cultivares de cañahua, sembradas durante la primera fecha. Los cultivares Kullaca, Illimani y L-300 en peso alcanzaron mayores pérdidas de 37,96 kg ha<sup>-1</sup>, 35,21 kg ha<sup>-1</sup> y 30,21 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (5,88%, 5,30% y 5,98%), donde estos mismos cultivares alcanzaron mayores rendimientos, pero igualmente son afectados regularmente por la pérdida

de granos durante el proceso de secado. Por otro lado los cultivares Warikunca y Ak'apuya alcanzan pérdida de granos de 29,18 kg ha<sup>-1</sup> y 26,51 kg ha<sup>-1</sup> (6,81% y 7,86%), que afectan a su rendimiento, porque estos cultivares alcanzan rendimientos medios. Por último el cultivar Umacutama en peso alcanza la menor pérdida de granos de 13,28 kg ha<sup>-1</sup>, a comparación de los otros cultivares, que expresado en por ciento representa 6,36%, donde este cultivar se ve afectado mucho por la pérdida de granos, porque obtiene menor rendimiento a comparación de los demás cultivares.

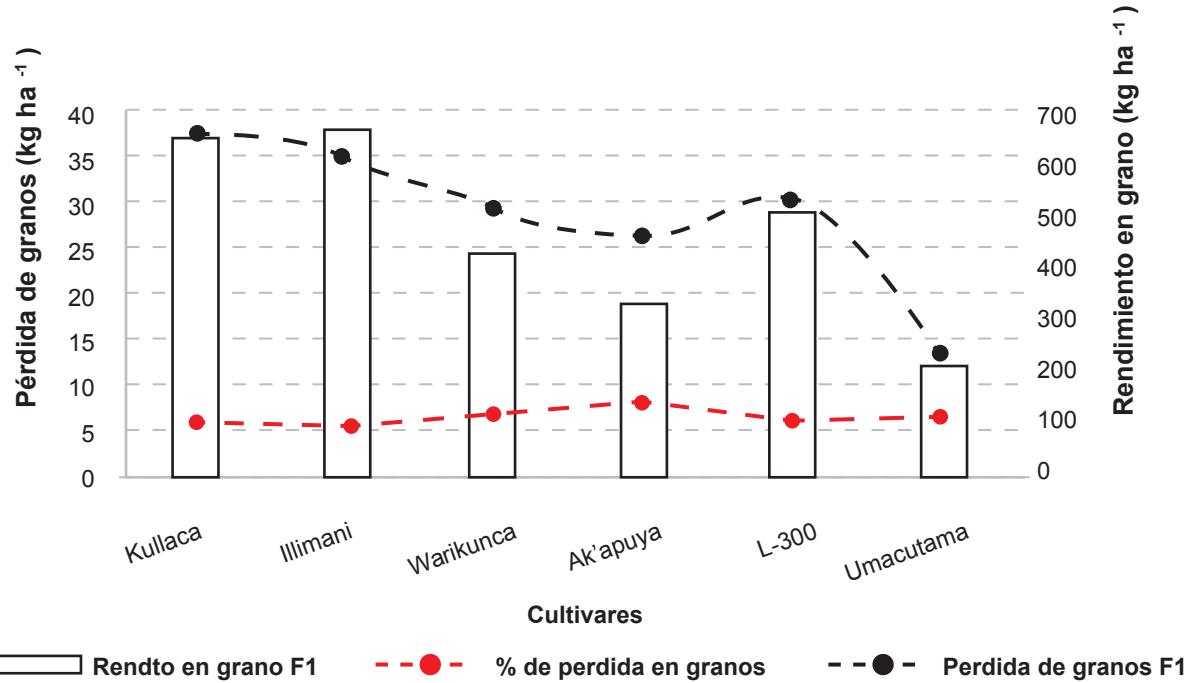


Figura 7. Pérdida de granos y rendimiento en grano en seis cultivares de cañahua de la primera fecha de siembra.

La pérdida de granos durante el proceso de secado frente al rendimiento en grano en relación a los seis cultivares de cañahua, sembradas durante la segunda fecha, donde se observa que el cultivar Kullaca alcanza mayor pérdida de granos de 44,09 kg ha<sup>-1</sup>, en relación a su rendimiento la pérdida de granos alcanza en un 8,29%. Mientras que los cultivares Illimani, Warikunca, Ak'apuya y L-300 sufren pérdida de granos durante el procesado de secado alcanzando 31,97 kg ha<sup>-1</sup>, 35,62 kg ha<sup>-1</sup>, 35,95 kg ha<sup>-1</sup> y 31,43 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, donde estas

pérdidas expresadas en relación a sus rendimientos son regularmente afectados en la reducción de su rendimiento en grano en un 6,66%, 8,79%, 8,78% y 7,39% respectivamente. Y el cultivar Umacutama pierde 14,67 kg ha<sup>-1</sup>, menor en comparación con los demás cultivares, pero es el cultivar que obtiene menor rendimiento en grano, por lo tanto la pérdida de granos en relación a su rendimiento afecta de gran manera en un 10,51%, mayor pérdida que los demás cultivares de cañahua (Figura 8).

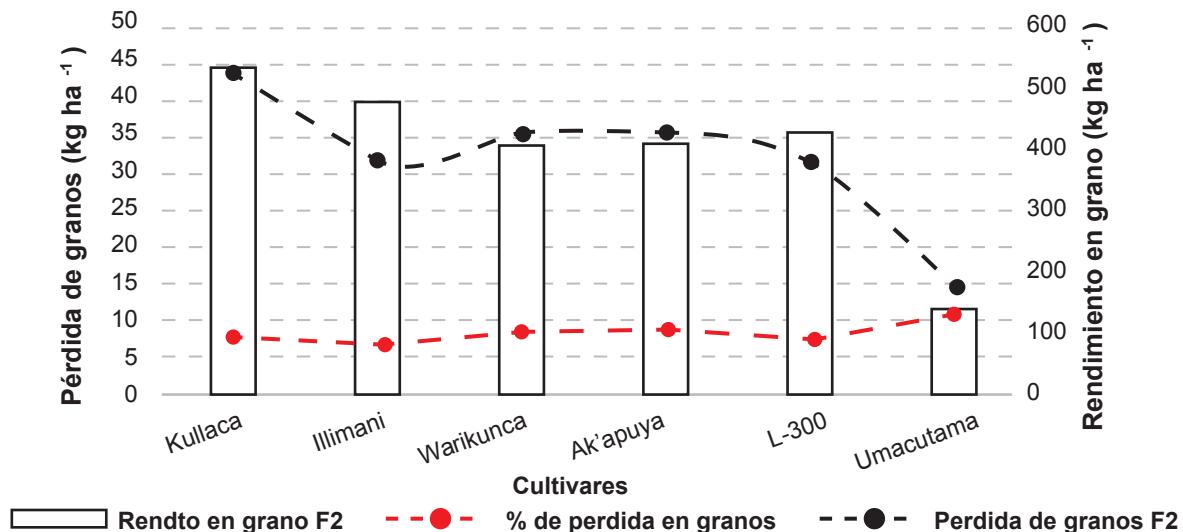


Figura 8. Pérdida de granos y rendimiento en grano de los seis cultivares de cañahua en la segunda fecha de siembra.

## CONCLUSIONES

Antes de la madurez fisiológica, las fechas de siembra influyeron en la pérdida de granos en los seis cultivares de cañahua. En la primera fecha de siembra se alcanzó mayor pérdida de granos en un promedio 0,33 gramos por planta (2,91% de su rendimiento esperado), mientras que en la segunda fecha de siembra se llegó a perder un 0,12 gramos por planta (1,36%).

Los cultivares Illimani, Akapuya, Kullaca y Warikunca, alcanzaron una mayor pérdida de granos en la primera fecha de siembra y los cultivares L-300 y Umacutama obtuvieron pérdidas similares en las dos fechas de siembra.

El cultivar illimani de hábito de crecimiento de tipo lasta reportó la mayor pérdida de granos alcanzando en un 4,01% con respecto a su rendimiento, seguido por el cultivar L-300 de tipo saihua en un 2,45%. Por otra parte los cultivares Akapuya de tipo saihua y Kullaca de tipo lasta alcanzaron pérdidas de granos en un 2,35 y 2,30 % respectivamente. Así mismo el cultivar Warikunca de tipo lasta también obtuvo pérdida de granos antes de la madurez fisiológica en 1,12% por planta. Por último el cultivar Umacutama es quien obtuvo la menor pérdida de granos por planta de 0,68%.

Se han empleado tres métodos de cosecha, el método arrancado tuvo mayor pérdida de granos con un 10,53 kg ha⁻¹, lo que representa el 2,60% del rendimiento en grano, que además por este método se encontró mayor cantidad de impurezas. El método

con hoz alcanzó una pérdida de 8,59 kg ha⁻¹ que equivale a 1,67%; la cosecha con tijera de podar es el método con la que se alcanzó menor pérdida de granos a comparación de los demás métodos de cosecha, con un 5,51 kg ha⁻¹ equivalente a 1,53% de su rendimiento en grano, pero a pesar de este resultado, el método no es con frecuencia usado por los productores.

En la cosecha, aplicando los tres métodos de arranque, hoz y tijera de podar, los cultivares de hábito de crecimiento de tipo lasta Illimani y Kullaca obtuvieron mayor pérdida de granos de 12,93 y 12,68 kg ha⁻¹ respectivamente (2,31 y 2,17%), en relación a su rendimiento en grano. Mientras que el cultivar Umacutama de tipo lasta quien obtuvo menor pérdida de granos 3,30 kg ha⁻¹ equivalente a 1,96% en relación a los demás cultivares.

Durante el proceso de secado, el cultivar Kullaca de tipo lasta es quien obtuvo la mayor pérdida de granos alcanzando 41,03 kg ha⁻¹ que equivale 6,97% de su rendimiento, mientras que los cultivares Illimani, Warikunca, Akapuya y L-300, los primeros dos de tipo lasta y los dos últimos de tipo saihua, alcanzaron una pérdida de granos de 33,59 kg ha⁻¹, 32,40 kg ha⁻¹, 31,23 kg ha⁻¹ y 30,82 kg ha⁻¹ respectivamente. Umacutama es el cultivar que llegó a perder menor cantidad de granos durante el secado alcanzando el 13,98 kg ha⁻¹ que equivale a 8,03% con respecto a su rendimiento. Asimismo cabe señalar que entre las fechas de siembra no hubo diferencias significativas de pérdida de granos en los seis cultivares de cañahua.

## BIBLIOGRAFÍA

- Apaza, V. 2010. Manejo y Mejoramiento de kañiwa. IFAD, INIA. Puno – Perú. p. 76.
- Bonifacio, A. y J. Dizes, 1991. Actas del VII congreso internacional sobre cultivos andinos. ORSTON - IBTA. La Paz, Bolivia. pp. 69-74.
- Calzada J., B., 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Universidad Agraria. La Molina. 4 ed. Editorial JURÍDICA. Lima, Perú 640 p.
- Cossio, T. J. 1995. Memorias del seminario sobre investigación, producción y comercialización de la quinua: cosecha. La Paz, Bolivia. 80 p.
- Little, Hills, J., 1995. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 2da reimpresión. Ed. Trillas. México DF, México. 270 p.
- Obrador, R. J., 1984. Cosecha de granos: trigo, maíz, fréjol y soya. FAO. Santiago, Chile. 59 p.
- Reyes, P., 1999. Diseño de experimentos aplicados: Agronomía, Biología, Química, Industria y Ciencias Sociales. 3º Ed. Editorial Trillas. México. 348 p.

Rodríguez, M. 2007. Evaluación de las pérdidas de grano y grado de impurezas en cuatro métodos de cosecha de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Comunidad de Quipaquipani, Viacha. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 110 p.

Rodríguez, J.P., Sørensen, M., Andreasen, C., Orting, B., Pinto, M., Bonifacio, A., Bosque, H., Jacobsen, S.-E. 2012. Rasgos de desgrane en *Chenopodium pallidicaule* como un atributo de semi-domesticación.

Tapia 1997. Cultivos sub explotados y su Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. pp. 52 - 57.

Artículo recibido en: 6 de julio del 2016

Manejado por: Comité Editorial

Aceptado en: 24 de octubre del 2016