

**SELECCIÓN POR PRECOCIDAD DE QAÑAWA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) Y  
EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LÍNEAS PROMISORIAS EN KIPHAKIPHANI,  
VIACHA**

**AUTOR:** Mariel Bonifacio Callisaya [mariel.b.c.f.11@gmail.com](mailto:mariel.b.c.f.11@gmail.com).

**ASESOR DE TESIS:** Ing. Ph.D Alejandro Bonifacio Flores [abonifacio@umsa.bo](mailto:abonifacio@umsa.bo)

**FECHA DE DEFENSA DE LA TESIS:** 22 de junio, 2022

**NOMBRE DE LA UNIVERSIDAD:** Universidad Mayor de San Andrés

**RESUMEN**

Con la finalidad de seleccionar genotipos precoces de qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) se ha sembrado 30 genotipos Saiwa y 52 Last'a., mientras que la evaluación agronómica se realizó en 10 líneas promisorias (5 Saiwa y 5 Last'a) establecido en un diseño de bloque al azar con cuatro repeticiones. Los días transcurridos desde la siembra a madurez fueron registrados para determinar la precocidad y con los datos obtenidos se ha elaborado la distribución de frecuencias, seleccionando genotipos precoces y calculando el diferencial de selección (DS). En el ensayo de líneas, se registró la altura de planta, diámetro de follaje, rendimiento, índice de cosecha (IC) y peso hectolítrico del grano. Los genotipos de qañawa Saiwa maduraron entre 142 y 158 días y las Last'a entre 132 y 145 días en los que se seleccionaron genotipos precoces. En las líneas promisorias, la altura de planta, diámetro de follaje, IC y rendimiento presentaron diferencias estadísticas significativas para líneas. Las Saiwa alcanzaron mayor altura que las Last'a, pero las Last'a fueron superiores en diámetro de follaje y rendimiento. El peso hectolítrico del grano fue similar entre líneas. En conclusión, en las Saiwa se seleccionó genotipos precoces de 145 días con 5 días DS y en Last'a los de 136 días a la madurez con 6 días de DS. Entre las líneas promisorias, las Saiwa fueron superiores en altura de planta que las Last'a, pero el diámetro foliar y rendimiento fueron mayores en Last'a; por lo que para fines de selección por precocidad y rendimiento el grupo Last'a se debe considerar como fuente genética en el mejoramiento de la qañawa.

**Palabras clave:** *Chenopodium pallidicaule*, selección, precocidad, diferencial de selección, rendimiento.

## 1. INTRODUCCIÓN

La qañawa, qañawi o qañiwa (*Chenopodium palliducaule* Aellen) es una especie nativa de los Andes Altos entre Bolivia y Perú que se cultiva en pequeñas áreas y cuyo producto (grano) cumple rol importante en la seguridad alimentaria de los pobladores que viven en el altiplano ubicado entre 3800 y 4200 msnm. El cultivo presenta características sobresalientes por tolerancia a heladas y al granizo que son factores abióticos adversos frecuentes en el altiplano. Su tolerancia a sequía está dada por la precocidad que confiere la capacidad de escape de la sequía; por lo que se constituye en el cultivo indicado para afrontar el cambio climático que tiene consecuencias negativas para otros cultivos del altiplano.

Repo-Carrasco et al. (2003) y Tapia y Fries (2007), mencionan que la qañawa contiene niveles altos de nutrientes debido a la presencia de aminoácidos esenciales y minerales tales como hierro y zinc.

A pesar de sus bondades agronómicas de la planta y calidad nutritiva de su grano, la qañawa es un cultivo marginal en un sistema de producción de subsistencia (Gade, 1970). El principal problema del cultivo de qañawa es la dehiscencia del grano, mientras que el escaso consumo es la poca diversificación en usos del producto (Tapia y Fries (2007, Apaza, 2010).

Las características agronómicas de la planta que limitan el cultivo a mayor escala son el hábito ramificado de la planta que en el mejor de casos alcanza a 50 cm de altura con maduración heterogénea en la misma parcela y en la misma planta, los mismos que dificultan programar la época de cosecha. La dehiscencia del grano a la madurez se traduce en pérdidas en el rendimiento, siendo este carácter el más crítico en el cultivo de qañawa. Por otra parte, la falta de tecnología de cosecha y trilla, así como el reducido consumo en la población urbana y suburbana atribuible a la falta de productos con valor agregado y uso diversificado, conduce a una menor demanda en el mercado. Estos y otros factores desalientan a los productores a cultivar en mayor escala.

La qañawa es un cultivo que no ha merecido la atención en las políticas nacionales de desarrollo rural y económico (Tapia y Fries, 2007 y Mamani 2020), siendo relegado a un segundo plano o llevado al olvido por los tomadores de decisión. Por tanto, los resultados de investigación en la qañawa son escasas, por lo que la mayor parte del conocimiento

sobre este cultivo se encuentra en el saber local y se transmite de generación a generación por vía oral y mediante la práctica de manejo del cultivo en campo.

A diferencia de la quinua, el mejoramiento genético de la qañawa se encuentra en sus inicios. Los métodos de selección aplicables en qañawa son la selección masal e individual (Apaza, 2010); Bonifacio (2018) sugirió los métodos de selección masal, individual y combinada cuando se emplea material genético consistente en poblaciones nativas o etnovariedades, mientras que para material segregante proveniente de cruzamientos y mutación sugiere la selección uniseminal ajustada, conducción masiva de segregantes y el método del Pedigrí.

La selección es uno de los métodos más empleado en mejoramiento de plantas, pudiendo calcularse el diferencial de selección como un criterio de avance en los objetivos del mejoramiento. El diferencial de selección (DS) se expresa como la diferencia entre la media de la población base ( $M_0$ ) y la media de los individuos seleccionados ( $M_s$ ).

En el Altiplano la variabilidad climática siempre ha sido el fenómeno natural común, sin embargo, el cambio climático es muy evidente en las últimas décadas especialmente en el altiplano. La variabilidad y cambio climático juntos configuran un contexto desfavorable y complejo para la agricultura del altiplano (sequía, heladas, granizo, viento). La qañawa por ser tolerante a heladas y granizo y por su adaptación a mayores altitudes que la quinua, es el cultivo promisorio para afrontar los efectos adversos derivados del cambio climático. Otra ventaja de la qañawa es el grano libre de saponina, por lo que no requiere de mayores volúmenes de agua para el beneficiado en comparación con la quinua amarga que requiere de varios lavados para remover la saponina previo al consumo. El agua será el elemento más limitante como efecto del calentamiento global (UN Water, 2019), donde los procesos industriales o artesanales que empleen menor cantidad de agua serán apreciadas como parte de las medidas de adaptación al cambio climático.

El grano de qañawa al no tener saponina, no requiere mayor cantidad de agua para la obtención del grano listo para el consumo, favoreciendo así al cuidado del agua en un contexto con menor disponibilidad de agua dulce impuesto por el calentamiento global.

El Centro de Investigación Kiphakihani maneja una colección de trabajo que incluye variedades nativas o etno-variedades y genotipos que son fuente de material genético para su aprovechamiento en la obtención de variedades.

Con las consideraciones anteriores, se ha planteado desarrollar el trabajo de selección por precocidad y evaluación agronómica de qañawa Saiwa y Last'a.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Seleccionar genotipos de qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) según precocidad y evaluar líneas promisorias por caracteres agronómicos en Kiphakiphani, Viacha.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Seleccionar genotipos de qañawa Saiwa y Last'a según precocidad
- Evaluar líneas promisorias por caracteres agronómicos

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se ha desarrollado en los predios del Centro de Investigación Kiphakiphani perteneciente a la Fundación PROINPA (Promoción e Investigación de Productos Andinos) que está ubicada entre las comunidades de Choquenaira y Charahuayto en el municipio de Viacha de la provincia Ingavi del departamento de La Paz: Las coordenadas geográficas son, Latitud Sur 16° 40' 29.98" y Longitud Oeste 68° 17' 58.15" (Paucara, 2016) y a una altura de 3840 mnm.

En la investigación se ha empleado dos grupos de material genético:

- a) Material genético para la selección integrada por 30 genotipos Saiwa y 52 tipo Last'a, y
- b) Líneas promisorias para la evaluación agronómica con 5 líneas del morfotipo Saiwa y 5 del tipo Last'a.

Para la selección y determinar el diferencial de selección, el material genético del grupo Saiwa y Last'a fue sembrado en bloques de selección diferenciados, siguiendo el orden correlativo en surcos simples de 3 m de longitud y con 50 cm de distancia entre surcos.

El diferencial de selección se ha determinado mediante la diferencia de media de la población y la media de los genotipos seleccionados (Ipinza, 1998);

$$S = Ms - Mo$$

S: Diferencial de selección

Mo: Media de población base u original

Ms: Media de la población seleccionada.

La precocidad del material genético fue determinada mediante el número de días transcurrido desde la siembra hasta la fase de madurez fisiológica (más del 50% de la población en madurez) en cada genotipo.

Para la selección por precocidad se elaboró la curva de distribución de frecuencias subdividiendo la amplitud de variación en precocidad en siete clases. En la curva de frecuencias, se ha identificado los genotipos que han alcanzado la madurez en menor número de días respecto a la media, es decir, en extremo inferior de la curva (cola izquierda).

Para la evaluación agronómica se estableció un ensayo con 10 líneas (5 Last'a y 5 Saiwa) en un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones.

La altura de planta se registró en nueve fechas de lectura desde la ramificación hasta la madurez del cultivo midiendo desde el cuello de la planta hasta el ápice del tallo principal a intervalo de 10 días. El diámetro de follaje se registró en los mismos periodos y tomando como el promedio del diámetro mayor y diámetro menor (cm) del follaje.

El índice de cosecha fue determinado mediante la relación del rendimiento económico y rendimiento biológico de la parte aérea de la planta, es decir el peso del grano sobre el peso seco de la planta cosechada (peso seco). La fórmula empleada fue la siguiente:

$$I.C. = PG/PPI$$

I.C. = Índice de cosecha

PPI = Peso de planta

El rendimiento de grano fue registrado en base al peso (kg) del grano entero (grano cubierto por el perigonio) obtenido de la parcela útil (m<sup>2</sup>) de cada unidad experimental y luego transformado a kg por hectárea.

El peso hectolítrico del grano fue determinado empleando grano entero, es decir cubierto por el perigonio, registrando el peso de la muestra de grano (g) que ocupa un volumen (cc) que luego fue transformado a unidades de kg/100 litros o hectolitro (kg/Hl). La fórmula empleada fue la siguiente:

$$PHI = P/V$$

PHI = Peso hectolítrico

P = Peso (kg)

V = Volumen (100 l)

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Selección y diferencial de selección

El grupo de genotipos Saiwa ha alcanzado la madurez entre 142 y 159 días desde la siembra hasta la madurez fisiológica. Al interior de estos valores extremos, se conformaron siete grupos con sus frecuencias correspondiente a cada intervalo de clase (Figura 1).

Lo genotipos seleccionados fueron los dos grupos de mayor precocidad claramente diferenciada en la distribución de frecuencia. Los valores obtenidos fueron los siguientes:

Media de la población = 151 días

Media de la selección = 145 días

Diferencial selección = 6 días

Presión de selección = 16.6 %

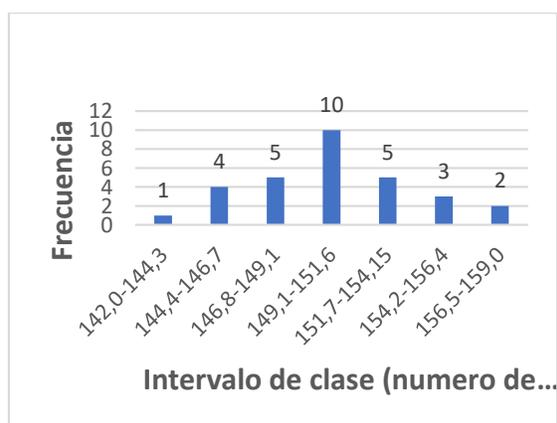


Figura 1. Distribución de frecuencias para días a madurez (Morfotipo Saiwa)

Las diferencias por precocidad del morfotipo Last'a se encuentra en la figura 2 con valores extremos entre 132 y 149 días a la madurez cuya media es de 141.11 días, pero la moda se encuentra entre 142 y 144 días determinando una curva inclinada hacia la derecha.

De la figura 2 que representa la frecuencia de distribución con respecto a los días a madurez del tipo Last'a, se puede extraer la siguiente información sobre el diferencial de selección para días a madurez para el carácter precocidad:

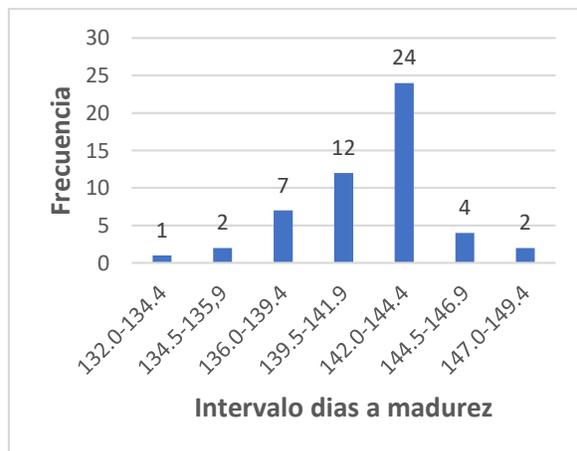
Media de la población =141.11 días

Media de la selección=136.0 días

Diferencial selección= 5.115 días

Presión de selección=19.2%.

Paucara (2016), ha evaluado líneas precoces de qañawa, identificando líneas precoces que maduraban en 143 días desde la siembra hasta la cosecha.



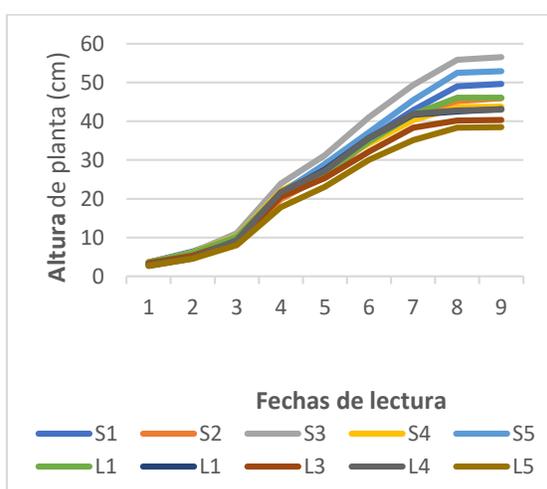
**Figura 2. Distribución de frecuencias para días a madurez (Morfotipo Last'a)**

En la figura 2 se puede constatar que los genotipos del grupo Last'a son más precoces que los del tipo Saiwa, lo cual es muy interesante para fines de mejoramiento para precocidad.

Considerando los días a madurez de los dos grupos de qañawa Last'a y Saiwa, se evidencia diferencias en el rango de precocidad. Los genotipos del tipo Saiwa alcanza la madurez entre 142 y 159 días, mientras que los tipos Last'a completan la madurez entre 132 y 149 días después de la siembra. Lo anterior muestra que los genotipos más precoces se encuentran en las Last'a, por tanto, la selección por este carácter debe concentrarse en este grupo de plantas.

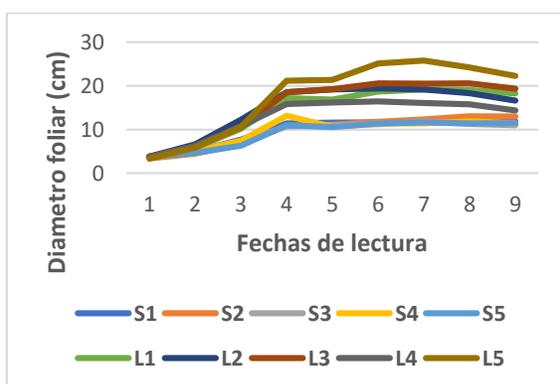
## 4.2. Evaluación agronómica de líneas promisorias

La altura de planta alcanzada por las líneas de qañawa en el transcurso del ciclo productivo, permitió obtener la curva de crecimiento muy similar a la curva sigmoidea típica del crecimiento vegetal. En las primeras etapas de desarrollo, se observó ligeras diferencias entre las líneas, luego diferenciándose en forma gradual entre líneas para las diferentes fechas de lectura, alcanzando una clara diferenciación a la madurez fisiológica. Se evidencia que las mayores alturas alcanzadas a la madurez, corresponden a los morfotipos Saiwa, es decir que estos son más altas que los del tipo Last'a.



**Figura 3. Altura de planta de 10 líneas en nueve fechas de lectura**

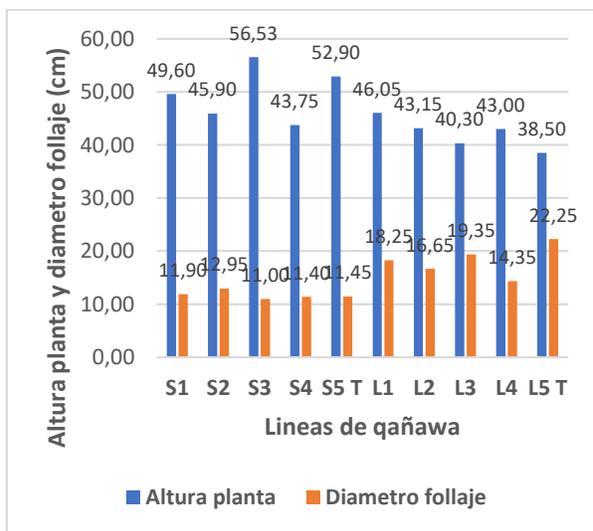
El incremento en diámetro de follaje presenta un comportamiento particular, observándose similar diámetro en las primeras etapas del desarrollo, un ascenso rápido en etapa de ramificación, una tendencia hacia la constante en etapa reproductiva y un ligero descenso del diámetro foliar en la madurez (Figura 4).



**Figura 4. Curva del incremento del diámetro de follaje de 10 líneas en nueve fechas**

## de lectura

En la figura 4 se puede observar que las líneas de qañawa tipo Last'a alcanzaron mayor diámetro de follaje, lo cual coincide con el hábito de crecimiento de los diferentes morfotipos. Los valores máximos alcanzado en diámetro foliar se mantienen constantes en los morfotipos Saiwa, en cambio, en las Last'a, el diámetro foliar disminuye ligeramente a la madurez. El examen cuidadoso sobre este comportamiento permitió evidenciar que los tipos Saiwa presentan ramas abiertas en fase vegetativa y las ramas tienden a acercarse al tallo principal mediante una ligera curvatura de las ramas, por lo que el diámetro foliar disminuye a la madurez.



**Figura 5. Representación gráfica de altura de planta y diámetro de follaje (cm) de 10 líneas de qañawa (Saiwa y Last'a)**

En la figura 5 se puede observar que las líneas de qañawa Saiwa alcanzan mayores alturas, mientras que las de tipo Last'a son de menor altura. Con respecto al diámetro de follaje, las de tipo Last'a alcanzaron mayor diámetro de follaje, lo cual coincide con el hábito de crecimiento de los diferentes morfotipos. Chambi (2017), al evaluar 36 accesiones del Banco de Germoplasma de Qañawa ha reportado el diámetro de cobertura foliar 26.6 cm y 34,6 cm para las accesiones del tipo Saiwa y Last'a respectivamente. Arteaga (1996), al caracterizar las accesiones del Banco de Germoplasma en Patacamaya reportó 2.10 cm para tipo Saiwa y 39.10 cm para Last'a. El rendimiento de grano es mayor en el morfotipo Last'a en razón de la mayor cobertura foliar que tiene la plantas (Chambi, 2017).

El análisis de varianza para altura de planta y diámetro de follaje muestran que las diferencias observadas entre bloques estadísticamente son diferentes, lo que significa que

la heterogeneidad del suelo u otro factor ambiental ha influido sobre la altura de planta de las líneas de qañawa, resultando en una buena decisión el haber optado por el bloqueo.

Las diferencias altamente significativas a nivel estadístico fueron constatadas para la altura de planta y diámetro de follaje de las líneas, significando que al menos una de las líneas es distinta al resto del material evaluado.

**Cuadro 1. Cuadrados medio del análisis de varianza (altura de planta y diámetro follaje)**

Fuente de variación	g.l.	CM Altura	CM Follaje
Bloque	3	52,71 *	15,27 **
Línea	9	125,45**	62,47 **
Error Experimental	27	13,20	2,92
Total	39		
C.V. %		7.98	11.43

**Cuadro 2. Prueba de Duncan (Alfa=0,05) para altura de planta a madurez fisiológica**

Línea	Medias	Duncan
S3	56,53	A
S5 T	52,90	AB
S1	49,60	BC
L1	46,05	CD
S2	45,90	CD
S4	43,75	DE
L2	43,15	DE
L4	43,00	DE
L3	40,30	DE
L5 T	38,50	E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

La prueba de Duncan permitió conformar cinco grupos de medias similares, destacándose la línea S3 como la más alta y diferente al resto de las líneas (56.53 cm). La línea L5 (Illimani) resultó con menor altura de planta a la madurez fisiológica (38.50 cm). Por otra parte, se observa una cierta tendencia de mayor altura en las Saiwa y menor altura en Last'a. Esta diferencia en altura a favor del tipo Saiwa podría conducir a seleccionar preferentemente por este carácter considerando la facilidad de cosecha que ofrece la planta alta.

Ticona (2005), al evaluar el efecto de la biofertilización en ecotipos de qañawa registró la altura promedio de 55.6 cm en el ecotipo Saiwa y 54.1 cm en el ecotipo Last'a.

**Cuadro 3. Prueba de Duncan (Alfa=0,05) para diámetro de follaje a la madurez**

Línea	Medias	Duncan	Promedio (cm)
L5	22,25	A	Last'a = 18,17
L3	19,35	B	
L1	18,25	BC	
L2	16,65	CD	
L4	14,35	DE	
S2	12,95	EF	Saiwa = 11, 74
S1	11,90	EF	
S5	11,45	F	
S4	11,40	F	
S3	11.00	F	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

La prueba de comparación de rango múltiple de Duncan permitió evidenciar seis grupos con medias similares, siendo la línea L5 (Illimani) que es de morfotipo Last'a, la variedad de mayor amplitud de diámetro foliar y le siguen las líneas del mismo tipo Last'a. En cambio, las líneas S3, S4 y S5 que son de tipo Saiwa fueron las de menor diámetro de follaje y le siguen las otras líneas del mismo morfotipo (Saiwa). El promedio del diámetro de follaje en el morfotipo Last'a es de 18.17 cm y el diámetro foliar del morfotipo Saiwa es 11.74 cm. De lo anterior se confirma las diferencias entre los de hábito con ramas abiertas frente a los de hábito con ramas concentradas al tallo principal, lo cual determina diferencias en el diámetro de cobertura foliar. La connotación práctica de este resultado, puede tener relación con la densidad de planta por área que puede ser adoptado, prefiriéndose tener poblaciones más densas con el tipo Saiwa y densidades bajas con el tipo Last'a.

**Cuadro 4. Cuadrados medio del análisis de varianza (índice de cosecha y rendimiento)**

Fuente de variación	g.l.	CM I.C.	CM kg/ha
Bloque	3	0.00093ns	19109.2 ns
Línea	9	0.0031 **	269388.64*
Error Experimental	27	0.00068	105820.08
Total	39		
C.V. %		7.87	13.69

En el cuadro 4, se encuentra el resultado del análisis de varianza para índice de cosecha y

el rendimiento, donde se evidencia que las diferencias observadas para bloques no son estadísticamente significativas, o sea que las diferencias son atribuibles a factores del azar. En cambio, las diferencias observadas entre líneas son altamente significativas, lo cual muestra que el índice de cosecha y el rendimiento son diferentes al menos en una de las líneas evaluadas.

El coeficiente de variación que es del 8.71 % y 13.69 % representan que los datos fueron manejados adecuadamente y por tanto se consideran confiables.

**Cuadro 5. Prueba de Duncan (Alfa=0,05) para índice de cosecha (parcela útil)**

Línea	Índice de cosecha	Duncan
L5	0,38	A
L4	0.36	AB
L3	0,36	AB
L1	0,35	AB
L2	0.33	BC
S4	0.33	BC
S5	0,32	BC
S1	0,31	C
S3	0,30	C
S2	0.30	C

En el cuadro 5 se muestra los resultados de la prueba de comparación de rango múltiple de Duncan, donde se evidencia tres grupos conformados que tienen medias similares. La línea L5 que es de tipo Last'a se destaca con mayor índice de cosecha (0.38), le siguen otras líneas del tipo Last'a. Las líneas S2, S3 y S1 del grupo Saiwa son las que tienen menor valor para el índice de cosecha (0.30 a 0.31), deduciéndose que las Saiwas no son muy eficientes para captar a plenitud la luz solar debido a su menor cobertura foliar. González (2010) ha reportado el índice de cosecha de 0.3.

**Cuadro 6. Prueba de Duncan para rendimiento de grano (kg/ha)**

Línea	Medias	Duncan
L2	2777,75	A
L4	2688,50	AB
L5	2581,25	ABC
L3	2396,75	ABCD
S4	2395,50	ABCD
S3	2353,25	ABCD
L1	2327,75	ABCD
S5	2231,75	BCD
S1	2075,00	CD
S2	1940,25	D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes*

En el cuadro 6, la prueba de Duncan permite visualizar 5 grupos de medias similares, donde la línea que dio origen a la variedad Qañawiri se encuentra en el primer grupo de líneas sobresalientes con 2777.75 kg/ha. El rendimiento más bajo corresponde a la qañawa Saiwa S-5 con 1940.25 kg/ha.

En general, se observa que el rendimiento es mayor en las líneas del tipo Last'a (2554,4 kg/ha) y es menor en los de tipo Saiwa (2199,15 kg/ha). La implicancia de este resultado podría conducir a seleccionar plantas del tipo Last'a cuando el rendimiento sea el principal objetivo.

Tancara (2020) en un ensayo de evaluación del efecto del estiércol de llama en qañawa, obtuvo rendimientos estadísticamente diferentes para los niveles de 2 t/ha, 1 t/ha y Testigo de 3.049 kg/ha, 2147 kg/ha y 597 kg/ha respectivamente.

Los rendimientos de ensayos experimentales generalmente son altos porque los datos provienen de muestras tomadas de parcela útil donde la densidad de plantas es homogénea y el área de muestreo bien determinada; mientras que en condiciones de siembra en parcela de producción comercial la densidad de plantas y las áreas de la parcela presenta irregularidades que se traducen en menores rendimientos en relación a datos experimentales. Para tener una relación entre del rendimiento experimental con el rendimiento comercial se requiere determinar un factor de corrección que podría ayudar a estimar el rendimiento en condiciones del predio del productor.

Con respecto al rendimiento experimental con aplicación de fertilizantes líquidos, Ticona (2005) reportó rendimientos de 2677.5 kg/ha y 2495.0 kg/ha con Biol y Fertisol respectivamente, en cambio para el Vigortop registró 2253.8 kg/ha y para el testigo 2230 kg/ha.

**Cuadro 7. Cuadrados medios del análisis de varianza para peso hectolitrico (grano entero)**

<b>Fuente de variación</b>	<b>g.l.</b>	<b>Entero.</b>
Bloque	3	1.09 ns
Línea	9	13.14ns
Error	27	11.46
Experimental		
Total	39	
C.V. %		5.46

Según el cuadro 7, las diferencias en peso hectolitrico del grano entero, no son estadísticamente diferentes, por lo que se puede asumir que son similares.

**Cuadro 8. Valores promedio del peso hectolítrico (PH) de grano entero**

Línea	Entero	Saiwa	Last'a
S1	62,00	62,00	
S2	63,50	63,50	
S3	65,00	65,00	
S4	60,50	60,50	
S5	63,25	63,25	
L1	60,50		60,50
L2	63,25		63,25
L3	59,75		59,75
L4	59,75		59,75
L5	62,75		62,75
Media	62,025	62,5	61,200
D.S.	1,89	1,69	1,68
Mín.	59,75	60,50	59,75
Máx.	65,00	65,00	63,25

Según los valores promedio presentados en el cuadro 6, se ve que el promedio del peso hectolítrico del grano cubierto por el perigonio es 62.025 kg/Hl, el valor mínimo fue de 59.75 kg/Hl y máximo de 65.00 kg/Hl. Si analizamos por separado el peso hectolítrico según los hábitos de crecimiento, se tiene que el tipo Saiwa tiene la media de 62,50 kg/Hl y el tipo Last'a 61,20 kg/Hl, lo que conduciría a sostener que los tipos Saiwa producen granos relativamente más pesados.

Chambi (2017), reportó valores de peso volumétrico (g/cm<sup>3</sup>) para el grano de 36 accesiones del banco de germoplasma de qañawa. Los datos transformados a unidades de kg/Hl (peso hectolítrico) y sometidos al análisis de estadística descriptiva dieron como resultado el valor promedio de 62.3 kg/Hl, desviación estándar de 5 unidades, valor máximo de 72 y mínimo de 48 kg/Hl.

## **5. CONCLUSIONES**

El grupo de genotipos Saiwa ha alcanzado la madurez entre 142 y 159 días desde la siembra hasta la madurez fisiológica, de los cuales se han seleccionados los subgrupos de genotipos más precoces con 145 días a la madurez y 6 días de diferencial de selección

Las diferencias por precocidad del morfotipo Last'a se encuentra entre los valores extremos de 132 y 149, de los cuales se ha seleccionados los más precoces 136 días promedio a madurez 5 días de diferencial de selección.

Entre los dos morfotipos, los genotipos más precoces se encuentran en el grupo Last'a y los tardíos en el tipo Saiwa, por lo que para seleccionar genotipos precoces se debe acudir al tipo Last'a.

Entre las líneas promisorias, los morfotipos Saiwa alcanzaron mayor altura de planta y los Last'a menor altura, sin embargo, el diámetro de follaje fue mayor en el morfotipo Last'a (18.7 cm) y menor en el tipo Saiwa (11.74 cm).

El índice de cosecha es superior en los de tipo Last'a e inferior en los Saiwas, deduciéndose que existe diferencias significativas en la eficiencia productiva entre ambos morfotipos, por lo que las Last'a son más productivas.

En general, se evidencia que el rendimiento es mayor en las líneas del tipo Last'a (2554,4 kg/ha) y es menor en los de tipo Saiwa (2199,15 kg/ha), por lo que las Last'a debe ser preferentemente considerada para fines de selección por precocidad.

El peso hectolítrico del grano entero son similares en ambos morfotipos.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

Apaza, V. 2010. Manejo y mejoramiento de kañiwa. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA-Puno), Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente (CIRNMA),

Arteaga, J. 1996. Caracterización preliminar y evaluación agronómica de 480 accesiones de germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la Estación Experimental Patacamaya. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, La Paz, Bolivia. 72 p.

Bonifacio, A. 2018. Métodos de mejoramiento en qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). Presentación en: Congreso Nacional de Saberes y Conocimientos en Cañahua, 2do. Facultad de Agronomía, UMSA, 25 y 26 de octubre de 2018.

Chambi. J.L. 2017. Caracteres agronómicos de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en el periodo reproductivo relacionado a la calidad de grano en treinta y nueve accesiones. Tesis de grado, Producción y Comercialización Agropecuaria, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 63 p.

Gade, D. W. 1970. Ethnobotany of cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), rustic seed crop of the Altiplano. *Economic Botany* 24(1): 55–61

Ipinza, R. 1998. Bases matemáticas para selección de árboles plus. En: Curso Mejora Genética Forestal Operativa, 16 - 21 Noviembre de 1998. Roberto Ipinza Braulio Gutiérrez Verónica Emhart (eds.). Artes Gráficas y Centenario, Valdivia, Chile. 91-114 pp.

Mamani F. 2020. Producción de grano de ecotipos locales de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) con aplicación de biol de estiércol bovino en la Estación Experimental Choquenaira. Revista IIREN 7(1): 30-39,

Paucara, L. 2016. Comportamiento agronómico de quince líneas de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), en la estación experimental de Quipaquipani del departamento de La Paz. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 109 p.

Repo-Carrasco, R.; Espinoza, C.; Jacobsen, S-E. 2003. Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Food reviews international, 19(1-2):179-189.

Tancara Copa, O. D., & Bonifacio Flores, A. 2020. Evaluación agronómica del cultivo de Qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) incorporando distintas combinaciones de abono orgánico y urea. Apthapi, 6(3): 2070 -2081.

Tapia, M. E. y A.M. Fries. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima. 109 p.

Ticona, M. 2017. Evaluación de variables de cosecha y pos cosecha en 11 líneas precoces de qañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en K'iphak'iphani, Viacha. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de agronomía. La Paz, Bolivia. 82 p.

UN Water. 2019. Informe de políticas de ONU-AGUA sobre el Cambio Climático y el Agua. SWEDEN-SWISS AGENCY FOR DEVELOPMENT AND COOPERATION-MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS OF THE NETHERLANDS. Geneve, Suisse. 27 p.