

Nueva variedad de “quinua” *Chenopodium quinoa* Wild. (Chenopodiaceae) para la sierra norte del Perú con características agronómicas y comerciales sobresalientes

New variety of “quinua” *Chenopodium quinoa* Wild. (Chenopodiaceae) for the northern highlands of Peru with outstanding agronomic and commercial characteristics

Toribio Nolberto Tejada Campos

Investigador Agrario de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca.
Instituto Nacional de Innovación Agraria. Jr. Wiracocha s/n, Baños del
Inca. Cajamarca, PERÚ
ntejada@inia.gob.pe
<https://orcid.org/0000-0002-2543-7677>

Resumen

Con el objetivo de generar una nueva variedad de "quinua" para la sierra norte del Perú y contribuir a la competitividad de este grano andino, se realizó este trabajo entre 2013 y 2018. Se realizaron fases de introducción y evaluación de germoplasma, mejoramiento genético y evaluación avanzada de materiales promisorios. Las dos primeras fases fueron en campos experimentales del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), y la tercera, en campos de agricultores. Se usó el Método Científico y el de Investigación Acción Participativa; evaluándose características fenotípicas, madurez fisiológica, reacción a mildiu y rendimiento de grano; teniendo también la opinión de los agricultores. Los datos cuantitativos fueron analizados mediante el ANVA y la PRM de Duncan. Del Compuesto Genético A, introducido de la sierra central, se genera la nueva variedad de quinua, INIA 437 Roja del Norte, que, además de ser aceptada por los agricultores de la investigación, posee grano blanco y semidulce; color púrpura en follaje y panoja; así como, características sobresalientes de tolerancia al mildiu y productividad, mostrando menor daño a dicha enfermedad y mayor rendimiento que el Testigo, variedad Blanca de Junín; asimismo, mayor rentabilidad y estabilidad productiva que éste; siendo apta para cultivarse en la zona de estudio.

Palabras clave: Compuesto genético, adaptabilidad, mildiu, rendimiento, quinua.

Abstract

In order to generate a new variety of quinoa for the northern highlands of Peru and contribute to the competitiveness of this andean grain, this research was carried out between 2013 and 2018. Phases of introduction and evaluation of germplasm, genetic improvement and advanced evaluation of promising materials were carried out. The first two phases carried out in INIA experimental fields and the third in farmer's fields. Phenotypic characteristics, physiological maturity, mildew reaction and grain yield were evaluated. Also, there was opinion of farmers. Quantitative data was analyzed using ANVA and Duncan's test. From the Genetic Compound A, introduced from the central highlands, the new variety of quinoa was generated, called INIA 437 Red of the North. It is accepted by the farmers of the research, It has white grain and semi-sweetness; purple in foliage and panicle; as well as outstanding characteristics of mildew tolerance and productivity, showing less damage to the disease and greater yield than the Witness, White of Junín variety; also It has greater profitability and productive stability than this; being suitable for cultivation in the study area.

Keywords: Genetic compound, adaptability, mildew, yield, quinoa.

Citación: Tejada, T. 2020. Nueva variedad de "quinua" *Chenopodium quinoa* Willd. (Chenopodiaceae) para la sierra norte del Perú con características agronómicas y comerciales sobresalientes. *Arnaldoa* 27 (3): 751-768. doi: <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.273.27306>

Introducción

La "quinua" *Chenopodium quinoa* Willd. (Chenopodiaceae) es un grano originario de los andes de Sudamérica (Gómez & Aguilar, 2016), que para el mundo se halla en redescubrimiento principalmente por su valor nutricional, como alto contenido de proteínas y composición equilibrada de aminoácidos (Rojas *et al.*, 2016), vitaminas, minerales y varios flavonoides (Xiu-shi *et al.*, 2019); así como, por ser cultivable en los

cinco continentes debido a su diversidad y capacidad de adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas; prosperando desde el nivel del mar hasta 4,000 m de altitud; habiéndose identificado unas 24 razas (Espinoza, 2016).

Entre 1950 y 2018, Estrada (2013) identifica tres momentos históricos para la "quinua" en el Perú. Un auge entre 1950 y 1960; un declive entre 1960 y 1996, debido al progreso de la Revolución

Verde, manteniéndose como cultivo de autoconsumo de las familias campesinas; y, luego un impulso importante por la demanda mundial de alimentos saludables y nutraceuticos, siendo el 2013 declarado "Año Internacional de la Quinua".

En los últimos años, el cultivo de "quinua" ha crecido moderadamente en la sierra norte. Estadísticas del Ministerio de Agricultura y Riego (2020) señalan para Cajamarca y La Libertad que el área cosechada en el 2017 fue unas cuatro veces mayor que la del 2005. Sin embargo, el rendimiento es inestable sin alcanzar niveles que garanticen rentabilidad. En el mismo año, Cajamarca tuvo un rendimiento promedio de 1113 kg/ha y La Libertad 1373 kg/ha, cifras superables ante un creciente mercado.

Una limitante de la "quinua" en la sierra norte es el uso de variedades introducidas de otras zonas del país que carecen de buen comportamiento. Este hecho ha ocurrido debido que las variedades locales son tardías (170 a 190 días) y de grano con alto contenido de saponina que requieren ser desamargadas para su consumo; características que limitan su cultivo y venta (Tejada, 2004). Se han probado variedades de la sierra central, como Quillahuamán INIA, Amarilla de Maranganí, INIA 427 Amarilla Sacaca, Mantaro, Huancayo, Blanca de Junín, Hualhuas, INIA 431 Santa Ana, de las cuales se cultiva actualmente Blanca de Junín, sin cubrir las expectativas de productores, consumidores, ni la demanda de exportación. De otro lado, de la sierra sur se han introducido las variedades Salcedo INIA, Illpa INIA, Blanca de Juli, INIA 415 Pasankalla, INIA 420 Negra Collana e INIA 431 Altiplano y todas presentan susceptibilidad al mildiu y baja productividad. Sin embargo, para aprovechar el mercado de grano de

color, se cultivan limitadamente INIA 415 Pasankalla e INIA 420 Negra Collana (Apaza *et al.*, 2013). Por lo tanto, en la sierra norte hay carencia de variedades de buena adaptación, buen potencial productivo y buena calidad de grano de los tres colores (blanco, negro y rojo), contexto en el cual se realizó la presente investigación con el objetivo de generar una nueva variedad de "quinua" con buenas características agronómicas y comerciales, con la finalidad de contribuir al mejoramiento del cultivo.

Materiales y métodos

Zona de estudio

La investigación se realizó en la región Cajamarca, Perú, abarcando parte de las provincias de Cajamarca (distritos de Cajamarca, Baños del Inca, Jesús, Encañada y Namora) y Cajabamba (distrito Cajabamba), comprendiendo parte de la sierra norte.

Fases de la investigación

Introducción y evaluación preliminar de material genético

Se introdujo material genético de "quinua" de la sierra central y sur del país con fines de evaluación para seleccionar material promisorio, teniendo como base la alta diversidad genética del cultivo en dichas regiones (Morillo-Coronado *et al.*, 2017). Se realizaron dos años de experimentación (2013 y 2014), en campos de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca del Instituto Nacional de Innovación Agraria (Tabla 1). En el 2013, se condujo el "Ensayo de líneas promisorias y variedades comerciales de quinua para condiciones de sierra norte" en las localidades de Baños del Inca y Sulluscocha, para evaluar 18 y 19 genotipos, respectivamente; teniendo variedades, líneas y compuestos. Se usó el diseño de bloques completos randomizados

con tres repeticiones, teniendo unidades experimentales de 12,80 m². En el 2014, se condujo el “Comparativo de rendimiento de líneas de quinua para condiciones de sierra norte” en las mismas localidades antes mencionadas, para estudiar 15 tratamientos, tomando aquellos que mostraron mejor comportamiento en el 2013 y agregando otros genotipos de la zona norte. Se usó el diseño de bloques completos randomizados con tres repeticiones, teniendo unidades experimentales de 12,80 m².

Mejoramiento genético del Compuesto A

Se usó la metodología de desarrollo de compuestos varietales de granos andinos del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) (Estrada, 2013), siendo de vital importancia que el material tenga suficiente variación genética para poder realizar exitosamente una selección (Delatorre-Herrera *et al.*, 2013). El “Compuesto A”, que fue generado por el INIA en la Estación Experimental Agraria Santa Ana de Huancayo, al ser identificado como material promisorio en la fase de “Introducción y evaluación preliminar de material genético”, fue sometido a un proceso de aclimatación y mejoramiento genético; realizándose cinco años de trabajo, entre 2014 y 2018. El 2014 se hizo selección masal, mientras que en los siguientes años recombinación, evaluación y selección de genotipos empleando la modalidad de siembra panoja-surco, intercalando 3 surcos de plantas seleccionadas por 1 surco de semilla de mezcla balanceada. Este sistema llamado “medios hermanos”, empleado en especies alógamas como el “maíz” (Rodríguez *et al.*, 2016), fue usado porque la quinua posee alrededor de 10% de polinización cruzada (Apaza *et al.*, 2013).

El 2014, en base a selección masal, se obtuvieron 35 panojas de plantas

sobresalientes que fueron evaluadas en el 2015 bajo el sistema panoja-surco y medios hermanos, de las cuales, se seleccionaron 24 panojas. En el 2016, se recombinaron y evaluaron bajo el sistema medios hermanos las dos generaciones anteriores (35 panojas del 2014 y 24, del 2015), con la finalidad de seleccionar los mejores genotipos del total de variabilidad preseleccionada. Se usó el diseño de bloques completos randomizados obteniendo 30 familias. Una familia estuvo formada por las plantas provenientes al sembrar semilla de una panoja. Luego, esas 30 familias se evaluaron en el 2017, bajo la misma forma del año anterior, llegando a seleccionar 16 familias; las que finalmente fueron evaluadas el 2018, siguiendo el mismo procedimiento, para seleccionar finalmente 5 familias, que dieron origen al material superior del Compuesto A, que es el “Núcleo Genético Original de la nueva variedad”, formado por individuos con grado aceptable de homogeneidad, con estabilidad y que se diferencian de otros genotipos; condiciones indispensables para su consideración oficial como nueva variedad a nivel nacional (Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2016) e internacional (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones vegetales, 2108).

Evaluación del Compuesto A en campos de agricultores

Al ser identificado genotipo promisorio, el Compuesto A fue evaluado en una fase avanzada (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2016) a través de “Ensayos de adaptación y eficiencia de líneas promisorias de quinua para condiciones de sierra norte” durante los años 2015, 2016 y 2017 en nueve localidades de las provincias de Cajamarca y Cajabamba, región Cajamarca (Tabla 1). Se usó el diseño de bloques completos randomizados con dos repeticiones,

teniendo unidades experimentales de 80 m². Se estudiaron tres tratamientos, entre ellos el Compuesto A y la Línea 04 (97), que fueron seleccionados como genotipos promisorios en la evaluación preliminar, y la variedad Blanca de Junín como Testigo, por ser cultivada en la zona.

Los ensayos fueron conducidos bajo condiciones de secano, empleando la metodología de investigación participativa con agricultores; quienes aportaron con terrenos, equipos de labranza, mano de obra; pero, sobre todo con sus opiniones; lo cual, permitió un acercamiento a su contexto socio-cultural y económico; aspecto importante que coadyuva a tener tecnologías más accesibles a los beneficiarios por tener mayor pertinencia (Tejada, 2009).

Método, técnicas y variables

Se empleó el Método Científico y el de Investigación Acción Participativa, según el cual investigar es transformar (Requena, 2018). El primero, en los trabajos experimentales ubicados en Baños del Inca y Sulluscocha de las fases de “Introducción y evaluación preliminar de material genético” y “Mejoramiento genético del Compuesto A”; y el segundo, al interactuar con los productores en la “Evaluación del Compuesto A en campos de agricultores”. En los ensayos se usó técnicas de experimentación y medición como: diseño experimental, muestreo al azar, toma de datos de variables cuantitativas continuas y discontinuas; evaluándose reacción al mildiu, madurez fisiológica y rendimiento de grano; mientras que al interactuar con los agricultores se usó la observación y la entrevista.

Para evaluar reacción al mildiu se asignó un valor de daño que causa la enfermedad en la planta, registrando severidad, que según Collazos (2018) indica grado de enfermedad, que fue expresada por porcentaje del

área foliar afectada del tercio superior de la planta. De otro lado, la madurez fisiológica fue registrada como días desde la siembra hasta la fecha en que el 50% de las plantas alcanzaron dicha fase; y, por último, el rendimiento se estimó por hectárea, en base al peso de grano de cada unidad experimental.

Análisis de datos

Los datos cuantitativos se procesaron empleando el paquete estadístico S.A.S. (Statistical Analysis System) versión de prueba, para realizar Análisis de la Variancia (ANVA) y Prueba de Rango Múltiple de Duncan (nivel de 0,05) con la finalidad de determinar la diferencia estadística entre tratamientos (González *et al.*, 2019).

En base a datos de rendimiento y precios de venta en chacra del grano de quinua obtenidos en la fase “Evaluación del Compuesto A en campos de agricultores” se realizó el análisis económico del “Compuesto A”, en calidad de nueva variedad llamada “INIA 437 Roja del Norte”, en comparación a la variedad Testigo, Blanca de Junín.

Resultados y discusión

Identificación de genotipos promisorios

En el 2013, el ANVA de la localidad Baños del Inca, mostró diferencias significativas entre tratamientos (genotipos) para las variables días a la madurez fisiológica (días desde la siembra), severidad de mildiu (%) y rendimiento (kg/ha) con coeficientes de variabilidad de 2,09%, 12,23% y 18,62%, respectivamente. En la localidad Sulluscocha, también se observó diferencias significativas entre tratamientos para las variables días a la madurez fisiológica, severidad de mildiu y rendimiento, con coeficientes de variabilidad de 0,68%, 15,11% y 34,65%, respectivamente. En las tablas 2 y 3 se presentan los promedios

de los tratamientos.

En el año 2014 se observó una respuesta similar. El ANVA de la localidad de Baños del Inca presentó diferencias significativas entre los tratamientos para las variables días a la madurez fisiológica, severidad de mildiu y rendimiento, con coeficientes de variabilidad de 2,93%, 22,75% y 28,14%, respectivamente. En la localidad de Sulluscocha, también se observó diferencias significativas entre tratamientos para las variables días a la madurez fisiológica, severidad de mildiu y rendimiento, observándose coeficientes de variabilidad de 0%, 19,97% y 22,04%, respectivamente. En la tabla 4 se presentan los promedios de los tratamientos a través de las dos localidades.

Madurez fisiológica

Durante el 2013, se observó materiales precoces y tardíos. En Baños del Inca, los tratamientos precoces fueron Línea 03(97) e INIA 415 Pasankalla que alcanzaron la madurez fisiológica a los 109 días desde la siembra, siendo estadísticamente iguales; luego, hubo un grupo de tratamientos de ciclo vegetativo medio formado por Salcedo INIA, INIA 420 Negra Collana y Huancayo con madurez fisiológica a los 123 días; siendo, estadísticamente iguales; y entre los tardíos se hallaron Línea 5(85), INIA 427 Amarilla Sacaca, Amarilla de Maranganí, Quillahumán INIA, Hualhuas, Línea 4(97), Compuesto B, Compuesto A y Quinoa Blanca que alcanzaron la madurez a los 141,66; 140; 140,33; 151; 141,66; 141,66; 151; 151 y 149 días, respectivamente, siendo estadísticamente iguales. En Sulluscocha, se tuvo como tratamientos precoces a Línea 3(97), INIA 415 Pasankalla, Salcedo INIA, Línea 5(85), Illpa INIA, INIA 420 Negra Collana y Huancayo que alcanzaron la madurez a los 150 días, siendo estadísticamente similares con Blanca de Junín que maduró a los 152,33

días. El Compuesto A, alcanzó la madurez fisiológica a los 164,33 días, siendo de periodo vegetativo medio y estadísticamente similar que INIA 427 Amarilla Sacaca, Amarilla de Maranganí y "Quinoa Amarilla" con valor de 168 días.

En el 2014, de acuerdo al análisis a través de localidades, los tratamientos precoces fueron Caspalca y Blanca de Junín que alcanzaron la madurez a los 141 días, que fueron estadísticamente similares que INIA 427 Amarilla Sacaca, con un valor de 148,83 días. En cambio, los tratamientos tardíos fueron "Quinoa Amarilla Oro-Bolívar", con 176,33 días, junto a Blanca Pindila, selección Cajabamba, Accesoión PER003754 y Accesoión PER003709 que alcanzaron la madurez a los 183 días; siendo estadísticamente similares. De otro lado, se observó un grupo de materiales de ciclo vegetativo medio entre ellos Mantaro y Compuesto A que alcanzaron la madurez a los 153,16 y 162,83 días, respectivamente.

En conclusión, los tratamientos procedentes de la sierra sur fueron más precoces, mientras que los de la sierra central tuvieron mayor periodo vegetativo, siendo de ciclo medio; en oposición a los cultivares locales que son tardíos que alcanzan la madurez fisiológica entre 170 y 190 días (Tejada, 2004). Estos resultados son semejantes con los encontrados por Gabriel *et al.* (2012), quienes al evaluar 36 cultivares en Bolivia hallaron que las quinuas más precoces eran las procedentes del Altiplano del departamento de La Paz (sobre los 3800 msnm) y las más tardías, del valle Alto de Cochabamba (2550 a 2800 msnm).

Reacción al mildiu: severidad

Durante el 2013, hubo diferencia significativa entre los tratamientos. En Baños del Inca, sobresalieron por menor daño Compuesto A, Huancayo y Compuesto

B, con promedios de 3, 5,78 y 8,33% de daño foliar del tercio superior de la planta, siendo estadísticamente iguales. Por otro lado, se encontró un grupo de tratamientos con daño leve formado por las variedades INIA 427 Amarilla Sacaca, Hualhas, Línea 04(97), Línea 7(97), Amarilla de Maranganí y Blanca de Junín, con valores de 11,11; 15; 15,55; 15,55; 16,11 y 16,11% de daño, siendo estadísticamente similares. Asimismo, se observó un grupo con mayor daño formado por INIA 420 Negra Collana, Illpa INIA, Línea 5(85), Quillahuamán INIA y Línea 3(97) con promedios de 32,22; 35,55; 38,33; 41,66 y 42,77% de daño, siendo estadísticamente similares. En Sulluscocha los tratamientos con menor daño fueron: el Compuesto A, Huancayo, Blanca de Junín, Compuesto B, Amarilla de Maranganí, Hualhuas, Mantaro, Quinua Blanca e INIA 427 Amarilla Sacaca, con promedios de 19,16; 24,16; 29,16; 29,16; 29,16; 30; 30,83; 31,66 y 32,50% de daño, respectivamente, siendo estadísticamente iguales. Por último, los tratamientos más susceptibles a la enfermedad fueron: Illpa INIA, "Quinua Amarilla", Salcedo INIA, INIA 415 Pasankalla, INIA 420 Negra Collana, Línea 3(97) y Línea 5(85) con valores de 34,26; 35,00; 37,50; 37,50; 37,50; 39,16 y 39,16% de daño, respectivamente, que mostraron similitud estadística.

En el 2014, según el análisis a través de localidades, los tratamientos con menor daño de la enfermedad fueron Compuesto A, Compuesto B, "Quinua Blanca" de Ayacucho, Casapalca, Acceso PER003754, Línea 04(97), INIA 427 Amarilla Sacaca y Mantaro con promedios de 7; 7,66; 9,08; 10; 11,25; 11,25; 11,66 y 12,50% de daño respectivamente. Por otro lado, los tratamientos con mayor daño y estadísticamente similares fueron "Quinua Amarilla-Ayacucho", Acceso PER003709, Selección Cajabamba, "Quinua Amarilla Oro-Bolívar", "Quinua Amarilla-Bolívar"

y Blanca Pindila con valores de 16,25; 16,66; 17,50; 19,16; 19,41 y 21,66% de daño.

Los resultados hallados difieren de lo reportado por Apaza *et al.* (2013), quienes describen a algunas variedades estudiadas como tolerantes al mildiu; como INIA 420 Negra Collana, INIA 415 Pasankalla, Illpa INIA, Salcedo INIA y Quillahuamán INIA; y como susceptibles a Blanca de Junín, Hualhuas y Huancayo; acerca de lo cual, se ha encontrado lo contrario; lo que podría explicarse debido que aquellas evaluaciones fueron realizadas en la sierra sur donde las condiciones climáticas tienen diferencia con la sierra norte. De otro lado, se observó que algunas variedades tardías presentan mayor severidad de mildiu (Accesión PER003709, Selección Cajabamba, "Quinua Amarilla Oro-Bolívar", "Quinua Amarilla-Bolívar" y Blanca Pindila), lo cual, difiere de lo manifestado por Bonifacio *et al.* (2013), quienes al realizar la evaluación de severidad del mildiu y daño del granizo en líneas de quinua manifiestan la existencia de una asociación entre el ciclo largo con la mayor resistencia al mildiu.

La diversidad de respuesta al mildiu del material genético evaluado se explicaría por la capacidad de adaptación de la "quinua" debido a su alta variabilidad (Pando & Aguilar, 2016). Asimismo, debido a que el mildiu es una enfermedad endémica y muy dañina es muy importante tener diferente respuesta en el material genético estudiado (Calixtro, 2017); siendo las líneas y compuestos procedentes de la sierra central los materiales a ser seleccionados.

Rendimiento de grano

En el 2013, hubo diferencia significativa entre tratamientos. En Baños del Inca, sobresalieron Amarilla de Maranganí, Blanca de Junín, Quinua Amarilla, Línea 07(97), Línea 04(97) e INIA 427 Amarilla

Sacaca, con rendimientos de 3956,40; 3379,60; 3363,10; 3316,50; 3253,40 y 3208,30 kg/ha, respectivamente, siendo estadísticamente iguales; luego, hubo un segundo grupo formado por Compuesto A, Compuesto B y Quinoa Blanca con 3049,20; 2921,10 y 2832,90 kg/ha, respectivamente, que fueron estadísticamente similares al primer grupo, exceptuando Amarilla de Maranganí. Por otro lado, los tratamientos con menor rendimiento y estadísticamente similares fueron Illpa INIA, Línea 3(97), INIA 420 Negra Collana, Salcedo INIA, INIA 415 Pasankalla y Línea 5(85) con 500; 696,40; 745,00; 802,80; 1041,70 y 1030,60 kg/ha, respectivamente. En Sulluscocha, los tratamientos con mayor rendimiento fueron Amarilla de Maranganí, Compuesto A, Compuesto B, "Quinoa Blanca", Blanca de Junín, INIA 427 Amarilla Sacaca, "Quinoa Amarilla", Línea 4 (97) y Huancayo con 1516,40; 1389,90; 1337,80; 1319,90; 1275,30; 1257,40; 1233,60; 1132,40 y 1119 kg/ha respectivamente, siendo estadísticamente iguales; y los tratamientos de menor rendimiento fueron Línea 07 (97), Salcedo INIA, INIA 420 Negra Collana, Línea 3(97), Línea 5(85), INIA 415 Pasankalla e Illpa INIA con 584,20; 549,40; 468,80; 406,30; 348,20; 311 y 229,20 kg/ha, respectivamente, mostrando similitud estadística.

En el 2014, según el análisis a través de localidades, los tratamientos que presentaron mayor rendimiento fueron Compuesto B, INIA 427 Amarilla Sacaca, Blanca de Junín, Mantaro, "Quinoa Amarilla de Ayacucho", "Quinoa Blanca de Ayacucho", Línea 04 (97) y Compuesto A con rendimientos de 2736,60; 2602,80; 2464,40; 2462,30; 2422,50; 2375,60; 2347,10 y 2191,60 kg/ha, respectivamente, siendo estadísticamente similares; y los tratamientos con menor rendimiento fueron Blanca Pindila, Selección Cajabamba, Acceso PER003754 y "Quinoa Amarilla-

Bolívar" con 1574,60; 1478,20; 1054,60 y 946,90 kg/ha, respectivamente; mostrando similitud estadística.

En conclusión, los tratamientos de menor rendimiento proceden de Puno, que a su vez han mostrado susceptibilidad al mildiu y son precoces; lo cual, se explica al interpretar el reporte de Gabriel *et al.* (2012), sobre la existencia de alta correlación negativa y significativa entre daño por mildiu, cuantificado mediante el "Área Bajo la Curva del Progreso de Mildiu", y los componentes de rendimiento (longitud de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja y peso de grano), así como, con otras variables como madurez fisiológica y diámetro de tallo. Asimismo, el resultado encontrado, se asemeja a los reportados por Bonifacio *et al.* (2013), quienes al estudiar las características agronómicas de "quinuas" de altiplano (semiprecoces) y de valle (tardías), encontraron mayor rendimiento en las quinuas de valle (1580,86 kg/ha) y menor rendimiento en las de altiplano (1103,46 kg/ha), y de la misma forma observaron que las "quinuas de valle" presentaban menores porcentaje de severidad del mildiu (63%) frente a las quinuas de altiplano (78,3%).

Por lo tanto, algunas variedades generadas en la sierra central, donde hay "quinuas de valle" (Cusco, Huancayo, Ayacucho), se podrían cultivar en la sierra norte donde existen condiciones climáticas más semejantes, en comparación a las del altiplano. Sin embargo, para tener mejores resultados, la investigación debe aprovechar la diferencia entre materiales genéticos, fruto de la amplia diversidad y rusticidad de la planta de "quinua", lo cual, según García & Plazas (2018) se expresa en diferentes comportamientos morfológicos, fenológicos y fisiológicos, dependiendo del clima y suelo; por lo cual, en esta evaluación preliminar se identificaron dos genotipos

promisorios, Línea 04(97) y Compuesto A que pertenecen a las quinuas de valle.

Mejoramiento genético del Compuesto A

El compuesto A se caracteriza por tener color de tallo: púrpura, color de lámina foliar: verde-rojo, color de panoja a la floración y madurez fisiológica: púrpura, forma de panoja: intermedia, densidad de panoja: laxa, ciclo vegetativo: medio de 145 a 150 días, color de grano: blanco, tipo de grano: semidulce y reacción a mildiu: moderadamente tolerante.

Cabe mencionar que las características fenotípicas del Compuesto A, nueva variedad INIA 437 Roja del Norte, se asemejan a las de la variedad Huancayo, identificada con el código 02-2013-INIA en el Registro Nacional de Cultivares (Apaza *et al.*, 2013), sin embargo, en esta investigación ha mostrado menor altura de planta y menor rendimiento de grano.

Comportamiento del Compuesto A en campos de agricultores

En el 2015, el ANVA mostró diferencias estadísticas significativas para las fuentes de localidades y tratamientos para las variables días a la madurez fisiológica, severidad al mildiu y rendimiento (kg/ha) teniendo coeficientes de variación de 0%, 12,09% y 23,26%, respectivamente. Luego, en la tabla 5 se presenta los promedios de los tratamientos y su significación estadística, según la prueba de Duncan.

En el año 2016, el ANVA presentó diferencias estadísticas significativas para las fuentes de localidades y tratamientos para las variables días a la madurez fisiológica y severidad de mildiu con coeficientes de variación de 0% y 17,09% respectivamente. Los promedios y significación estadística según la prueba Duncan se presentan en la

tabla 6.

En el año 2017, en el ANVA se observó diferencias estadísticas significativas para las fuentes de localidades y tratamientos en las variables días a la madurez fisiológica, severidad al mildiu y rendimiento; teniendo coeficientes de variación de 0%, 12,09% y 8,76%, respectivamente. En la tabla 7 se presentan los promedios y significación estadística para cada variable.

Madurez fisiológica

En el 2015, el Compuesto A tuvo mayor periodo vegetativo alcanzando la madurez fisiológica a los 149,30 días desde la siembra siendo estadísticamente diferente a las variedades Línea 04 (97) y el Testigo variedad Blanca de Junín que alcanzaron la madurez fisiológica a los 145,80 días. En el año 2016 también se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el Compuesto A el de mayor periodo vegetativo, alcanzando la madurez fisiológica a 163 días; mientras que la Línea 04 (97) y el Testigo variedad Blanca de Junín, lo alcanzaron a 154 días. Finalmente, en el año 2017 el Compuesto A mostró mayor periodo vegetativo alcanzando la madurez a 164 días; mientras que la Línea 04 (97) y el Testigo, variedad Blanca de Junín, lo alcanzaron a 158,50 días, siendo estadísticamente diferentes.

En conclusión, el Compuesto A, alcanza la madurez fisiológica en promedio a los 159 días, 6 días después que el Testigo variedad Blanca de Junín, sin embargo, ambos son de ciclo vegetativo medio y pertenecen al grupo de "quinuas de valle" (Pando & Aguilar, 2016). Respecto a esta característica, Rojas & Pinto (2016) manifiestan que es fuertemente dependiente del genotipo, razón por la cual, en los tres años consecutivos de evaluación el Compuesto A resultó más tardío que el Testigo, mostrando estabilidad. Por otro

lado, de acuerdo a lo observado en campos de agricultores, este genotipo al ser de período vegetativo medio tiene ventaja respecto a variedades precoces como Huancayo, INIA 415 Pasankalla e INIA 420 Negra Collana, debido a que en el cultivo de quinua se usa una escasa o nula fertilización, condición en que las variedades precoces son más afectadas en comparación a las de medio y largo periodo vegetativo.

Reacción al mildiu: severidad

En el año 2015, se observó que el tratamiento con menor daño fue el Compuesto A con 6,31% de daño en el tercio superior de la planta, siendo estadísticamente diferente que los otros tratamientos que registraron valores de 16,87 y 14,37% de daño para la Línea 04 (97) y Testigo, respectivamente. En el año 2016, también se observó que el Compuesto A, con 5,41% de daño, tuvo menor daño de la enfermedad, siendo estadísticamente diferente a los otros tratamientos, que obtuvieron valores de 13,61 y 15,50% para Línea 04 (97) y Testigo Blanca de Junín, respectivamente. En el 2017, el Compuesto A con 5,62% de daño, tuvo menor daño que los otros tratamientos; que registraron valores de 14,12 y 18,50% para la Línea 04 (97) y Testigo, respectivamente.

En conclusión, el Compuesto A posee mayor tolerancia al mildiu en comparación al Testigo, variedad Blanca de Junín, lo cual se observó en los tres años consecutivos, teniendo un promedio de 6% de daño del tercio superior de la planta; mientras que el Testigo, 16%. Este hallazgo refuerza lo reportado Gabriel *et al.* (2012), quienes sostienen que para desarrollar cultivares resistentes al mildiu existe una gran diversidad genética que exhiben diversos grados de resistencia. En este sentido, Gabriel *et al.* (2012) mencionan que cultivares de valle que crecen en regiones

con alta humedad donde la enfermedad está muy extendida a menudo muestran resistencia alta a moderada, lo cual se ha observado en el caso del Compuesto A; siendo moderadamente tolerante. Esta característica es importante porque influye en la reducción del uso de pesticidas y por ende facilita la producción orgánica.

Rendimiento de grano

En el 2015, el Compuesto A mostró mayor rendimiento con 1388,30 kg/ ha que fue estadísticamente similar a la Línea 04 (97), con 1232,50 kg/ha, pero superior al Testigo, variedad Blanca de Junín, que rindió 1046,40 kg/ha. En el 2016, se observó valores estadísticamente similares de rendimiento para el Compuesto A, con 1202,18 kg/ha y la Línea 04 (97) con 1187,30 kg/ha, que fueron superiores al Testigo variedad Blanca de Junín con 969,46 kg/ha. Finalmente, en el 2017 el Compuesto A, con 2004,80 kg/ha fue estadísticamente superior que los otros dos tratamientos, que alcanzaron 1636,00 y 1360,40 kg/ha para la Línea 04 (97) y el Testigo; que a su vez fueron estadísticamente similares.

En conclusión, el Compuesto A presentó mayor productividad que el Testigo, lo cual se registró en los tres años consecutivos, con un promedio de 1463,27 kg/ha, mientras que el Testigo rindió 1125,77 kg/ha. Sin embargo, el rendimiento observado para el Compuesto A (nueva variedad), difiere de la productividad dada por otras investigaciones al generar nuevas variedades de "quinua" en el país, como INIA 431 Altiplano en Puno (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2013a) e INIA 433 Santa Ana AIQ/FAO en Junín (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2013b), cuyos rendimientos promedio fueron de 2860,00 y 1781 kg/ha, respectivamente. Sin embargo, tal

diferencia se debería a diferencias de clima, suelo y manejo. En este contexto Pando & Aguilar (2016), al clasificar germoplasma de "quinua" establecen cinco grupos, de los cuales en esta investigación se han estudiado las "de altiplano" y "de valle"; observándose que las de valle tienen mayor adaptación en la zona de estudio y entre ellas el Compuesto A ha mostrado buen comportamiento.

El Compuesto A posee características que cumplen las condiciones que establece el INIA para la generación y lanzamiento de variedades (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2016), especialmente rendimiento superior y mayor tolerancia al mildiu que la variedad comercial vigente en la zona de estudio, Blanca de Junín. Asimismo, es de ciclo vegetativo medio y grano semidulce, apto para el mercado, teniendo ventaja significativa respecto a las "quinuas" locales que son tardías (170 a 190 días), y de grano amargo de tedioso procesamiento previo al consumo y venta (Tejada, 2004); por lo tanto, el Compuesto A fue considerado como la nueva variedad INIA 437 Roja del Norte.

Evaluación económica del Compuesto A

El Compuesto A mostró mayores índices de ingreso neto y rentabilidad que el Testigo; siendo dichos valores por hectárea S/ 2,394.22 y 48,07%, respectivamente, mientras que para el Testigo, variedad Blanca de Junín, fueron S/ 1,191.96 y 24,50%. En cuanto a variabilidad del rendimiento, el Compuesto A con coeficiente de 37,32% tiene ventaja sobre el Testigo que tuvo 42,21%; lo mismo ocurrió con la variabilidad de costos, cuyos valores de coeficiente para el Compuesto A y el Testigo fueron 12,42% y 15,52%, respectivamente. Según estos datos, existe una ventaja en rendimiento a favor del Compuesto A que muestra un nivel de riesgo moderado (valor menor a 40%)

mientras que el Testigo, variedad Blanca de Junín, es de riesgo alto (valor mayor a 40%). De otro lado, en cuanto al chance de obtener rendimiento igual o mayor al mínimo y que los costos iguallen a los ingresos, se observa ventaja a favor del Compuesto A con probabilidad de 81,57%, mientras que dicho valor para el Testigo fue 69,52%. Por lo tanto, usar la nueva variedad conlleva ventaja económica, respecto a Blanca de Junín, aspecto importante que puede contribuir a la adopción de la nueva variedad.

Opinión de agricultores participantes de la investigación

Las opiniones de los agricultores fueron en su mayoría favorables al nuevo cultivar, al manifestar su buena adaptación a la zona, mayor tolerancia al mildiu y grano semidulce que facilita su consumo y venta; pero; que le hace susceptible al daño por aves; lo cual, sugiere evitar su cultivo en lugares y épocas de riesgo de dicha plaga. Respecto a calidad del grano, hubo opinión favorable sobre su sabor y su rápida cocción, en comparación al Testigo. Otro aspecto que motivó la atención fue el color del campo de cultivo con el nuevo cultivar, siendo verde violáceo en su fase vegetativa y rojo púrpura durante la cosecha; por lo cual se le atribuye el término "Roja del Norte"; a diferencia de los campos de Blanca de Junín que posee planta verde y panoja marrón amarillenta a la madurez.

Lo mencionado por los agricultores sería un indicador de su aceptable adopción durante los próximos años; aspecto importante para la zona de estudio; donde, según Tejada (2009), la adopción de nuevas variedades es baja debido fundamentalmente al uso del Modelo de Transferencia de Tecnología (TdT), como estrategia para la investigación y extensión agrícola; y propone el Modelo Interacción

Transformadora Investigador-Agricultor (MITIA) que se basa en la participación de los agricultores.

Conclusiones

La nueva variedad de "quinua" posee características agronómicas sobresalientes; sobre todo, tolerancia al mildiu y rendimiento. En cuanto a mildiu mostró estadísticamente menor severidad, con 6% de daño foliar en el tercio superior de la planta, respecto al Testigo, variedad Blanca de Junín; que tuvo 16% y, en rendimiento mostró promedio de 1463,27 kg/ha, mientras que el Testigo tuvo un rendimiento de 1125,77 kg/ha.

El nuevo cultivar posee grano blanco semidulce, planta y panoja color púrpura dando una tonalidad rojiza a los campos de cultivo; lo cual, lo diferencia de la variedad Testigo, Blanca de Junín, que es una planta de color verde, y panoja color marrón amarillento a la madurez fisiológica.

INIA 437 Roja del Norte mostró mayor rentabilidad económica que la variedad Testigo Blanca de Junín; habiéndose observado índices de 48,07% y 24,50%, respectivamente; asimismo, ha mostrado mayor estabilidad productiva; al tener riesgo moderado en la variabilidad de rendimiento, mientras que el Testigo, variedad Blanca de Junín, mostró alto riesgo.

Agradecimientos

Se agradece a los compañeros de trabajo del Programa Nacional de Cereales y Granos Andinos del INIA, y en especial a los de la Estación Experimental Agraria Baños del Inca, por haber facilitado, participado y apoyado las diferentes actividades de esta investigación; asimismo, a los agricultores colaboradores de este trabajo.

Declaración de conflicto de interés

El autor manifiesta la inexistencia de conflicto de interés.

Información de financiamiento

Se contó con el financiamiento de Recursos Ordinarios, a través del Programa Presupuestal 0121: Mejora de la articulación de pequeños productores al mercado.

Literatura citada

- Apaza, V. R.; R. Cáceres; R. Estrada & R. Pinedo.** 2013. Catálogo de Variedades Comerciales de Quinua en el Perú. Lima: INIA. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-as890s.pdf>
- Bonifacio, A.; M. Alcon & A. Vargas.** 2013. Evaluación de la severidad del mildiu y daño del granizo en líneas de "quinua". En: Congreso Científico de la "Quinua". 14 y 15 de junio de 2013. Ed. Vargas, M. La Paz, Bolivia. 682 p. pp. 227-236.
- Calixtro, M. G.** 2017. Respuesta de 100 accesiones de quinua a la infección de "quinua" a la infección natural del Mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum) en el valle del Mantaro. (Tesis de grado). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Collazos, C. D.** 2018. Evaluación de dosis óptima de Tricho-d en el manejo de Mildiu (*Chenopodium quinoa*) variedad rosada de Junín en el distrito de Marcará, provincia de Carhuaz-2015. (Tesis de grado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz, Perú.
- Delatorre-Herrera, J.; M. Sánchez; I. Delfino & M. I. Oliva.** 2013. La "quinua" (*Chenopodium quinoa* Willd.), un tesoro andino para el mundo. IDESIA, 31(2): 111-114.
- Espinoza, E. A.** 2016. Adaptación del cultivo de "quinua" (*Chenopodium quinoa* Wild.) al cambio climático en los Andes del Perú. Revista del Instituto de Investigación (RIIGO), FIGMMG-UNMSM, 19 (37): 15-23. <https://doi.org/10.15381/iigo.v19i37.12950>
- Estrada, R.** 2013. Cultivo de "quinua" (*Chenopodium quinoa* Willd) en la región Cusco. Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/108/1/Quinua_Cusco_2013.pdf
- Gabriel, J.; L. Nayra; A. Vargas; M. Jury; A. Angulo; J. La Torre & A. Bonifacio.** 2012. "Quinua de valle" (*Chenopodium quinoa* Willd.): fuente valiosa

- de resistencia genética al mildiu (*Peronospora farinosa* Willd.). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 3 (2): 27-44.
- García, M. A. & N. Z. Plazas.** 2018. La “quinua” (*Chenopodium quinoa* Willd.) en los sistemas de producción agraria. *PRODUCCIÓN + LIMPIA*, 13(1): 112-119. <https://doi.org/10.22507/pml.v13n1a6>
- Gómez, L. & E. Aguilar.** 2016. Guía del cultivo de la “quinua”. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf>
- González, A.; D. J. Pérez; M. Rubí; F. Gutiérrez; J. R. P. Franco & A. Padilla.** 2019. InfoStat, InfoGen y SAS para contrastes mutuamente ortogonales en experimentos en bloques completos al azar en parcelas subdivididas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10 (6): 1417-1431.
- Instituto Nacional de Innovación Agraria.** 2016. Resolución Jefatural No. 0138-2016-INIA. Recuperado de http://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/resoluciones/2016_2010/RJ-138-2016.pdf
- Instituto Nacional de Innovación Agraria.** 2013a. “Quinoa” INIA 431- Altiplano. Recuperado de http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/508/1/Trip-Quinoa_INIA431_Altiplano.pdf
- Instituto Nacional de Innovación Agraria.** 2013b. “Quinoa” INIA 431- Santa Ana/AIQ/FAO. Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/514/1/Trip-Quinoa_INIA433.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego.** 2020. Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA). [En línea]. Recuperado de http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
- Morillo-Coronado, A. C.; M. A. Castro-Roberto & Y. Morillo-Coronado.** 2017. Caracterización de la diversidad genética de una colección de “quinua” (*Chenopodium quinoa* Willd). *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15 (2): 49-56. [http://dx.doi.org/10.18684/BSAA\(15\)49-56](http://dx.doi.org/10.18684/BSAA(15)49-56)
- Pando, L. & E. Aguilar.** 2016. *Guía del cultivo de quinua*. Lima, Perú: FAO y Universidad Nacional Agraria La Molina. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf>
- Requena, Y. C.** 2018. Investigación Acción Participativa y Educación Ambiental. *Revista Scientific*, 3 (7): 289-308. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.7.15.289-308>
- Rodríguez, G.; F. Zavala; A. Gutiérrez; J. E. Treviño; M. C. Ojeda & M. Mendoza.** 2016. Estrategias de selección en familias de hermanos completos en dos poblaciones de maíces criollos. *Revista Internacional de Botánica Experimental Internacional Journal of Experimental Botany*, 85: 194-202.
- Rojas, W.; A. Vargas & M. Pinto.** 2016. La diversidad genética de la quinua: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria. *RIAARN*, 3 (2): 114-124.
- Tejada, T.** 2009. Acercamiento a los agricultores en Cajamarca, Perú: generación de una tecnología para trigo y cebada mediante un modelo alternativo de investigación agrícola. (Tesis de posgrado). Universidad de Almería. Almería, España.
- Tejada, T.** 2004. El cultivo de “quinua” (*Chenopodium quinoa* Willd.). Cajamarca, Perú: MINAG, INIA, Municipalidad Provincial de Cajamarca.
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones vegetales.** 2018. Directrices para la Ejecución del Examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Recuperado de https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/es/tc_54/tg_cheno_proj_6.pdf
- Xiu-shi, Y.; Q. Pei-you; G. Hui-min & R. Gui-xing.** 2019. Quinoa Industry Development in China. *Ciencia e Investigación Agraria*, 46(2): 208-219. <https://dx.doi.org/10.7764/rcia.v46i2.2157>

TABLAS

Tabla 1. Localidades, fechas de siembra y cosecha, y georreferenciación de los experimentos.

Fase de investigación y experimento	Año	Localidad	Fecha siembra	Fecha cosecha	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (msnm)
Evaluación preliminar de material genético							
Ensayo de líneas promisorias y variedades comerciales de quinua para condiciones de sierra norte.	2013	Baños del Inca	28/12/12	30/05/13	7°9'30.47"	78°27'39.34"	2674
	2013	Sulluscocha	24/01/13	18/07/13	22°19.11"	78°22'19.11"	2987
Comparativo de rendimiento de líneas de quinua para condiciones de sierra norte.	2014	Baños del Inca	15/01/14	03/07/14	7°9'30.47"	78°27'39.34"	2674
	2014	Sulluscocha	10/01/14	23/07/14	22°19.11"	78°22'19.11"	2987
Evaluación del Compuesto A en campos de agricultores							
Ensayos de adaptación y eficiencia de líneas promisorias de quinua para condiciones de sierra norte.	2015	Huaracilla-Jesús	08/01/15	29/05/15	7°13'16.60"	78°24'19.82"	2684
		Pampa de la Culebra	06/02/15	08/07/15	7°08'34.07"	78°22'59.29"	3100
		Chaquilpampa	10/02/15	24/07/15	7°08'16.74"	78°21'04.83"	3096
		Chuchún	22/01/15	11/06/15	7°10'17.02"	78°19'43.80"	3013
	2016	Hualtipampa Baja	10/12/15	09/06/16	7°04'26.72"	78°32'27.28"	3362
		Shaullo	03/02/16	05/07/16	7°10'28.26"	78°26'23.91"	2817
	2017	Pampa Grande	07/04/16	02/09/16	7°36'47.52"	78°03'25.85"	2640
		Marco-bamba	20/01/17	14/06/17	7°09'55.90"	78°24'12.47"	3008
	El Nivel	25/01/17	02/08/17	7°10'01.80"	78°23'13.25"	3163	

Tabla 2. Promedios de tratamientos de las variables. Localidad Baños del Inca, 2013.

Tratamientos	Procedencia	Días madurez fisiológica	Severidad de mildiu (%)	Rendimiento (kg/ha)
Línea 3(97)	Puno	109,00 e	42,77 a	696,40 e
INIA 415 Pasankalla	Puno	109,00 e	31,66 bcd	1041,70 de
Salcedo INIA	Puno	123,00 d	30,00 cd	802,80 e
Línea 5(85)	Puno	141,66 abc	38,33 ab	1030,60 de
Illpa INIA	Puno	123,00 d	35,55 abc	500,00 e
INIA 420 Negra Collana	Puno	135,00 c	32,22 bcd	745,00 e
INIA 427 Amarilla Sacaca	Cusco	140,33 abc	11,11 gh	3208,30 ab
Amarilla de Maranganí	Cusco	140,33 abc	15,55 fg	3956,40 a
Quillahuamán INIA	Cusco	151,00 a	41,66 a	1757,90 d
Blanca de Junín	Huancayo	135,00 c	16,11 fg	3379,60 ab
Huancayo	Huancayo	123,00 d	5,78 hi	1698,00 d
Hualhuas	Huancayo	141,66 abc	15,00 fg	2445,80 c
Línea 04(97) (S)	Huancayo	141,66 abc	15,55 fg	3253,40 ab
Compuesto B	Huancayo	151,00 a	8,33 ghi	2921,10 bc
Línea 07(97)	Huancayo	138,33 bc	16,11 fg	3316,50 ab
Compuesto A (S)	Huancayo	151,00 a	3,00 i	3049,20 bc
Quinoa Blanca	Ayacucho	149,00 ab	19,44 ef	2832,90 bc
Quinoa Amarilla	Ayacucho	138,33 bc	24,44 de	3363,10 ab

Letras iguales en columna sin diferencias estadísticas. PRM Duncan, al 95%. (S): Tratamiento seleccionado.

Tabla 3. Promedios de tratamientos de las variables. Localidad Sulluscocha, 2013.

Tratamientos	Procedencia	Días a madurez fisiológica	Severidad de mildiu (%)	Rendimiento (kg/ha)
Línea 3(97)	Puno	150,00 d	39,16 abc	406,30 cde
INIA 415 Pasankalla	Puno	150,00 d	37,50 abc	311,00 de
Salcedo INIA	Puno	150,00 d	37,50 abc	549,40 bcde
Línea 5(85)	Puno	150,00 d	39,16 abc	348,20 cde
Illpa INIA	Puno	150,00 d	34,16 abc	229,20 e
INIA 420 Negra Collana	Puno	150,00 d	37,50 abc	468,80 cde
INIA 427 Amarilla Sacaca	Cusco	168,00 ab	32,50 abcd	1275,30 a
Amarilla de Maranganí	Cusco	168,00 ab	29,16 bcd	1516,40 a
Quillahuamán INIA	Cusco	170,00 a	47,50 a	1083,30 ab
Blanca de Junín	Huancayo	152,33 d	29,16 bcd	1257,40 a
Huancayo	Huancayo	150,00 d	24,16 cd	1119,00 ab

Hualhuas	Huancayo	157,00 c	30,00 bcd	944,90 abc
Línea 04(97) (S)	Huancayo	160,66 c	34,16 abcd	1132,40 ab
Compuesto B	Huancayo	157,00 c	29,16 bcd	1337,80 a
Línea 07(97)	Huancayo	157,00 c	43,33 ab	584,20 bcde
Compuesto A (S)	Huancayo	164,33 b	19,16 d	1389,90 a
Mantaro	Huancayo	157,00 c	30,83 bcd	906,50 abcd
Quinua Blanca	Ayacucho	157,00 c	31,66 bcd	1319,90 a
Quinua Amarilla	Ayacucho	168,00 ab	35,00 abc	1233,60 a

Letras iguales en columna sin diferencias estadísticas. PRM Duncan, al 95 %. (S): Tratamiento seleccionado.

Tabla 4. Promedios de tratamientos de las variables, a través de localidades. Año 2014.

Tratamientos	Procedencia	Días madurez fisiológica	Severidad de mildiu (%)	Rendimiento (kg/ha)
Blanca Pindila	Huamachuco	183,00 a	21,66 a	1574,60 def
Selección Cajabamba	Cajabamba	183,00 a	17,50 abc	1478,20 ef
Compuesto A (S)	Huancayo	162,83 b	7,00 f	2191,60 abcd
Compuesto B	Huancayo	153,16 cd	7,66 f	2736,60 a
Quinua Blanca-Ayacucho	Ayacucho	159,66 bc	9,08 ef	2375,60 abc
Quinua Amarilla-Ayacucho	Ayacucho	150,00 d	16,25 abcd	2422,50 abc
Línea 04(97) (S)	Huancayo	152,66 cd	11,66 cdef	2347,10 abc
Accesión PER003754	Cajamarca	183,00 a	11,25 cdef	1054,60 f
Accesión PER003709	Cajamarca	183,00 a	16,66 abc	1911,70 bcde
Quinua Amarilla-Bolívar	Bolívar	156,33 bcd	19,41 ab	946,90 f
Quinua Amarilla Oro-Bolívar	Bolívar	176,33 a	19,16 ab	1920,40 bcde
Casapalca	Lima	141,00 e	10,00 def	1793,20 cde
Variedad Mantaro	Cajamarca	153,16 cd	12,50 cdef	2462,30 abc
Variedad Blanca Junín	Huancayo	141,00 e	15,16 bcde	2464,40 abc
INIA 427 Amarilla Sacaca	Cusco	148,83 de	11,66 cdef	2602,80 ab

Letras iguales en columna sin diferencias estadísticas. PRM Duncan, al 95%. (S): Tratamiento seleccionado.

Tabla 5. Promedios de tratamientos de las variables. Año 2015.

Localidad	Tratamientos	Días a la madurez fisiológica ¹	Severidad de mildiu (%) ¹	Rendimiento (kg ha ⁻¹) ¹
Huaraclla-Jesús	Línea 04(97)	138,00 b	13,75 a	1335,72 a
	Compuesto A	141,00 a	3,75 b	1249,29 a
	Blanca de Junín	138,00 b	11,25 ab	979,53 a
Pampa de la Culebra	Línea 04(97)	149,00 b	18,75 a	1040,00 a
	Compuesto A	152,00 a	10,00 b	1146,70 a
	Blanca de Junín	149,00 b	17,50 ab	768,00 a
Chaquilpampa	Línea 04(97)	160,00 b	23,75 a	1478,60 a
	Compuesto A	164,00 a	8,00 a	1626,40 a
	Blanca de Junín	160,00 b	21,25 a	1526,80 a
Chuchùn	Línea 04(97)	136,00 b	11,25 a	1075,70 a
	Compuesto A	140,00 a	3,50 b	1530,80 a
	Blanca de Junín	136,00 b	7,50 ab	911,20 a
Análisis a través localidades	Línea 04(97)	145,80 b	16,87 a	1232,50 ab
	Compuesto A (S)	149,30 a	6,31 b	1388,30 a
	Blanca de Junín	145,80 b	14,37 a	1046,40 b

¹: Letras iguales en columna sin diferencias estadísticas. PRM Duncan, al 95%. (S): Tratamiento seleccionado.

Tabla 6. Promedios de tratamientos de las variables, a través de localidades. Año 2016.

Localidad	Tratamientos	Días madurez fisiológica ¹	Severidad de mildiu (%) ¹	Rendimiento (kg ha ⁻¹) ¹
Hualtipampa Baja	Línea 04(97)	174,00 b	21,75 a	728,40 a
	Compuesto A	180,00 a	11,75 a	785,50 a
	Blanca de Junín	174,00 b	25,00 a	760,20 a
Shaullo	Línea 04(97)	154,00 b	11,25 ab	1360,20 a
	Compuesto A	160,00 a	3,50 b	1325,20 a
	Blanca de Junín	154,00 b	15,00 a	1035,20 a
Pampa Grande	Línea 04(97)	134,00 b	6,50 a	1473,30 a
	Compuesto A	149,00 a	1,00 b	1495,90 a
	Blanca de Junín	134,00 b	6,50 a	1113,10 a
Análisis a través localidades	Línea 04(97)	154,00 b	13,16 a	1187,30 a
	Compuesto A (S)	163,00 a	5,41 b	1202,18 a
	Blanca de Junín	154,00 b	15,50 a	969,46 b

¹: Letras iguales en columna sin diferencias estadísticas. PRM Duncan, al 95%. (S): Tratamiento seleccionado.

Tabla 7. Promedios de tratamientos de las variables, a través de localidades. Año 2017.

Localidad	Tratamientos	Días madurez fisiológica ¹	Severidad de mildiu (%) ¹	Rendimiento (kg ha ⁻¹) ¹
Marcobamba	Línea 04(97)	137,00 b	18,75 ab	1046,10 a
	Compuesto A	142,00 a	8,75 b	1248,90 a
	Blanca de Junín	137,00 b	28,75 a	812,10 a
El Nivel	Línea 04(97)	180,00 b	9,50 a	1908,70 b
	Compuesto A	186,00 a	2,50 b	2760,70 a
	Blanca de Junín	180,00 b	8,25 a	2225,80 ab
Análisis a través localidades	Línea 04(97)	158,50 b	14,12 a	1636,00 b
	Compuesto A (S)	164,00 a	5,62 b	2004,80 a
	Blanca de Junín	158,50 b	18,50 a	1360,40 b

¹: Letras iguales en columna sin diferencias estadísticas. PRM Duncan, al 95 %. (S): Tratamiento seleccionado.