

# INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP).

## Estación Experimental Santa Catalina Programa de Leguminosas y Granos Andinos



**Informe Anual 2021**

Mejía – Pichincha – Ecuador

Enero/2022

## INFORME ANUAL 2021

1. **Departamento / Programa:** Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos.
2. **Nombre director de la Estación Experimental:** Ing. Jorge Rivadeneira R.
3. **Responsable del Departamento/Programa en la Estación Experimental:** Ing. Ángel Murillo Ilbay
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D:** Ing. Diego Rodríguez Ortega.  
Ing. Laura Vega Jiménez.  
Ing. Fausto Yumisaca.  
Ing. María Nieto.  
Ing. Elena Villacrés.
5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Santa Catalina, Financiamiento SENESCYT.
6. **Proyectos:**  
Desarrollo de herramientas genómicas para acelerar el mejoramiento genético del chocho: un cultivo clave para el desarrollo de la bioeconomía. Proyecto financiado por SENESCYT, dentro de la convocatoria INEDITA. US\$153717,14. Mayo 2019 – Abril 2021.
7. **Socios estratégicos para investigación:**  
  
Fundación Maquita (Chimborazo).  
  
Comité Europeo para la Formación y la Agricultura (CEFA) – Mesa Técnica de la Quinoa de Chimborazo.  
Universidad San Francisco de Quito.  
Universidad de Wageningen – Holanda.
8. **Publicaciones:**
  1. Título: **Quinoa in Ecuador: Recent Advances under Global Expansion.**  
- Revista: **Plants (Review).**  
- Fecha de publicación: **febrero 2021.**  
  
- No. **Plants 2021, 10, 298.**
  2. Título: **Evaluación fenotípica de dos generaciones de plantas de arveja (*Pisum sativum* L.) provenientes de semillas irradiadas con rayos gamma**  
-Revista: **ACI (Avances en ciencias e ingenierías), Aplicaciones nucleares en la Agricultura.**  
-Fecha de publicación: **enero 2021 (versión impresa).**  
  
-No.Vol. **12, Núm. 3**
9. **Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:**

## 10. Propuestas presentadas:

Conjuntamente con los programas de Maíz y Cereales se presentó el proyecto para fondos FIASA. **PROPUESTA 1.-Semillas Andinas: Investigación, Desarrollo e Innovación para una Agricultura Sustentable en la Sierra del Ecuador.**

## 11. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:

**Actividad 1.** Evaluación de poblaciones segregantes y líneas de quinua de buenas características agronómicas y calidad de grano.

**Responsable:** Ángel Murillo.

**Colaboradores:** Diego Rodríguez, Laura Vega.

### 1. Antecedentes

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un grano andino con alto potencial para el consumo nacional y para la exportación, debido a su alto contenido de proteína (14 a 16%), grasa, carbohidratos, minerales y fibra, así como tolerancia a condiciones adversas de clima y suelo (Cazar et al., 2004; Peralta et al., 2014). Es cultivada en el Ecuador principalmente por pequeños productores de la Sierra, constituyendo un componente importante de sus sistemas de producción (Jacobsen y Sherwood, 2002; Peralta, 2009). En el 2019, la superficie sembrada de quinua alcanzó las 2957 ha, con una producción de 4505 t (ESPAC, 2019).

El INIAP ha desarrollado dos variedades principales que se siembran en el país: INIAP Tunkahuan e INIAP Pata de Venado, de grano dulce (bajo contenido de saponina), adaptadas a distintas condiciones climáticas (Peralta et al., 2013). Desde el año 2008, el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) del INIAP, mediante mejoramiento genético por hibridación ha generado líneas precoces, con menor altura de planta, resistente a mildiu (*Peronospora variabilis*), con bajo contenido de saponina y grano de tamaño igual o superior que la variedad INIAP Tunkahuan (Mina, 2014).

Las primeras poblaciones segregantes fueron generadas a partir de la hibridación entre las variedades INIAP Tunkahuan e INIAP Pata de Venado; posteriormente se realizaron cruzamientos entre las variedades INIAP Tunkahuan y Jacha (Bolivia) de grano grande (INIAP, 2009). Se han realizado adicionalmente cruzamientos con distintos progenitores, cuyas poblaciones han sido evaluadas y seleccionadas durante diez ciclos de cultivo (INIAP, 2020). Durante el ciclo de cultivo 2021 se han evaluado poblaciones F<sub>3</sub> y se han seleccionado panojas individuales de colores de grano café y negro. Fueron evaluadas además líneas promisorias procedentes de diferentes filiales (F<sub>6</sub> y F<sub>11</sub>) con la finalidad de seleccionar las mejores líneas con características superiores a las variedades actuales, que cuenten con panoja grande, precocidad, plantas de altura intermedia, resistentes a mildiu, de grano grande (> a 2 mm) y dulce, alto rendimiento (Murillo et al., 2015).

Estas actividades han sido ejecutadas en base a protocolos revisados y aprobados por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina en el año 2016 y 2017. Documentos de referencia: INIAP-EESC\_PNLGA-2017-0005-MEM e INIAP-EESC\_PNLGA-2017-0009-MEM.

## 2. Objetivos:

### General

Evaluar poblaciones segregantes y líneas de quinua de buenas características agronómicas y calidad de grano.

### Específicos

- Evaluar y seleccionar poblaciones segregantes y progenies  $F_3$  de buenas características agronómicas y grano de colores café y negro.
- Evaluar la adaptación y rendimiento de líneas promisorias provenientes de filiales  $F_6$  y  $F_{11}$  de quinua bajo condiciones agroecológicas de la Estación Experimental Santa Catalina.

## 3. Metodología

Los ensayos fueron implementados en la Estación Experimental Santa Catalina, ubicada a 3050 m de altitud, parroquia Cutuglagua, cantón Mejía, provincia de Pichincha.

Esta actividad incluyó los siguientes ensayos:

### a) Evaluación de 142 progenies $F_3$ seleccionadas en el ciclo anterior (2020)

Fueron sembradas (panoja-surco) 142 progenies  $F_3$ , cuya semilla proviene de panojas  $F_2$  seleccionadas y cosechadas individualmente en el ciclo anterior (Tabla 1). La unidad experimental estuvo conformada por un surco de 4 m de largo por 0.8 m entre surcos ( $3.2 \text{ m}^2$ ). El manejo agronómico del ensayo se realizó de acuerdo a las recomendaciones del INIAP (Peralta, et al., 2014).

Tabla 1. Progenies  $F_3$  evaluadas en el ciclo agrícola 2021. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021

No.	Poblaciones	No. Progenies
1	(EQ 23 x Rojo Arroyo) F1-F2-F3	27
2	(EQ 23 x Rojo Albán) F1-F2-F3	32
3	(EQ 20 x Rojo Albán) F1-F2-F3	11
4	(EQ 20 x Rojo Arroyo) F1-F2-F3	28
5	(Tunkahuan x Rojo Albán) F1-F2-F3	11
6	(Tunkahuan x Rojo Arroyo) F1-F2-F3	33
Total		142

La selección de las mejores progenies se realizó de acuerdo a los parámetros ya establecidos como: precocidad (< a 180 días), calidad de panoja (compacta, grande), resistencia a mildiu (1 a 4 en la escala 1 a 9) y días a cosecha (< a 180 días). Una vez realizada la labor de trilla y limpieza; se procedió a registrar el rendimiento y contenido de saponina.

**b) Evaluación de la adaptabilidad y rendimiento de dos líneas promisorias de quinua F<sub>6</sub> y F<sub>11</sub> + 1 testigo.**

El ensayo de adaptación y rendimiento fue implementado en la EESC, en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 3 repeticiones. Las dos líneas fueron sembradas en una parcela de 4 surcos de 4 m de longitud y a una distancia de 0.8 m entre surcos (parcela neta de 12.8 m<sup>2</sup>), se empleó el sistema de siembra de chorro continuo (2.8 gsurco<sup>-1</sup>) equivalente a una densidad de 9 kg ha<sup>-1</sup>.

En la Tabla 2 se especifica las líneas empleadas en el ensayo de adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias más un testigo.

Tabla 2. Dos líneas promisorias de quinua provenientes de filiales F<sub>6</sub> y F<sub>11</sub> evaluadas en el ciclo agrícola 2021. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

Líneas	Pedigree
Q 1	(ECU- 248- 2 x ECU- 6205-4) F2-2F3-F4-F5-F6
EQ 28	(Jacha p1p3 x Tunkahuan) 1F2-18F3-3F4-3F5-F6-F7-F8-F9-F10-F11
I-Tunkahuan (t)	I-Tunkahuan (Testigo)

En el ensayo de dos líneas promisorias se registraron datos agronómicos (Anexo 1), reacción a mildiu (*Peronospora variabilis*) de acuerdo a la escala 1 a 9 (INIAP, 2010) (Anexo 2). Para determinar el tamaño de grano, se utilizaron dos tamices con diferente tamaño de orificios y se determinó en porcentaje de grano grande (>2.3 mm) y grano mediano (2.1 a 2.2 mm).

El manejo agronómico del ensayo se efectuó de acuerdo a las recomendaciones del INIAP (Peralta et al., 2014). La cosecha se realizó manualmente cada una de las líneas. Una vez realizada la labor de trilla y limpieza; se procedió a registrar datos de rendimiento por parcela y contenido de saponina de acuerdo al protocolo de Koziol (1990) (Anexo 3).

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) para cada una de las variables en estudio. Para las fuentes de variación que resultaron significativas, se realizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) de Fisher al 5%.

Los supuestos de homogeneidad de varianza y de normalidad de los datos se verificaron mediante las pruebas de Levene y Sahpiro-Wilks modificado respectivamente con un  $\alpha = 0.05$ . Para el análisis de los datos y verificación de supuestos del ADEVA se utilizó el software estadístico R.

#### 4. Resultados

**a) Evaluación de 142 progenies F<sub>3</sub> de quinua.**

Las 142 progenies F<sub>3</sub>, proceden de seis cruzamientos realizados entre progenitores de grano rojo, la variedad INIAP Tunkahuan y líneas de grano crema, precoces, con bajo contenido de saponina y buena adaptación (Tabla 3). Durante el ciclo de cultivo se observó segregación en algunos surcos, principalmente en altura de planta, precocidad y color de grano; por esta razón, en los mejores surcos fueron seleccionadas plantas con buenas características de panoja, vigor de crecimiento y precocidad. En total fueron seleccionadas y cosechadas 272 plantas individualmente.

En el próximo ciclo las plantas serán evaluadas en ensayos preliminares de rendimiento con el fin de seleccionar líneas homogéneas.

Tabla 3. Número de plantas F<sub>3</sub> seleccionadas de acuerdo a la población evaluada. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

No.	Poblaciones	No. plantas F <sub>3</sub> seleccionadas
1	(EQ 23 x Rojo Arroyo) F1-F2-F3	20
2	(EQ 23 x Rojo Albán) F1-F2-F3	87
3	(EQ 20 x Rojo Albán) F1-F2-F3	24
4	(EQ 20 x Rojo Arroyo) F1-F2-F3	74
5	(Tunkahuan x Rojo Albán) F1-F2-F3	32
6	(Tunkahuan x Rojo Arroyo) F1-F2-F3	35
Total		272

#### b) Adaptación y rendimiento de 2 líneas promisorias F6 y F11 + 1 testigo

En la Tabla 4, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza para las variables analizadas. Para líneas, se determinó significación estadística para las variables días a la floración, porcentaje de acame, días a la cosecha y rendimiento.

De manera general, las dos líneas evaluadas fueron más precoces en comparación al testigo INIAP Tunkahuan, destacándose la línea Q1 con 85 días a la floración y 158 días a la cosecha, frente a 106 días a la floración y 187 días a la cosecha, del testigo INIAP Tunkahuan. En cuanto a reacción a mildiu, las líneas y el testigo obtuvieron un nivel de resistencia intermedia a la enfermedad (33 a 40%). No se encontraron diferencias en las variables altura de planta, longitud de panoja, longitud y ancho de hoja. En cuanto a rendimiento, la variedad INIAP Tunkahuan fue superior, con 3455.77 kg ha<sup>-1</sup>, seguido de la línea EQ 28 con 1925.10 kg ha<sup>-1</sup> y la línea Q1, con 1264.23 kg ha<sup>-1</sup>. La línea con el más alto porcentaje de grano grande fue la EQ 28, siendo resultado de la cruce de la variedad INIAP Tunkahuan y Jacha (grano grande); sin embargo, las 2 líneas y el testigo evaluado presentaron un mayor porcentaje de grano mediano. Es importante destacar que el porcentaje de acame de la línea Q1, fue alto con 41.67 %, frente al testigo, con 0.67 %, lo cual representa una desventaja frente al testigo (Tabla 5).

Tabla 4. Análisis de varianza (ADEVA) para días a la floración (DF), severidad de mildiu (SM), altura de planta (AP), longitud de panoja (LP), longitud de hoja (LH), ancho de hoja (AH), porcentaje de acame (PA), días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 líneas F<sub>6</sub> y F<sub>11</sub> más 1 testigo. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

FV	GL	CUADRADO MEDIO										
		DF	SM	AP	LP	LH	AH	PA	DC	R Kgha <sup>-1</sup>	PGG	PGM
DC	8											
Líneas	2	405.6**	33.33 <sup>ns</sup>	5162.4 <sup>ns</sup>	23.70 <sup>ns</sup>	86.27 <sup>ns</sup>	7.124 <sup>ns</sup>	1654.1**	680.33**	3791303*	232.802 <sup>ns</sup>	114.21 <sup>ns</sup>
Repeticiones	2	24.1 <sup>ns</sup>	33.33 <sup>ns</sup>	569.7 <sup>ns</sup>	17.52 <sup>ns</sup>	0.714 <sup>ns</sup>	3.054 <sup>ns</sup>	78.8 <sup>ns</sup>	5.33 <sup>ns</sup>	63674 <sup>ns</sup>	20.745 <sup>ns</sup>	5.062 <sup>ns</sup>
Error experimental	4	17.2	66.67	1796.0	1.6228	50.348	127.923	66.1	8.67	305722	57.665	19.45

\*\*Diferencias altamente significativas (p < 0,01), \* Diferencias significativas (p < 0,05). ns Diferencias estadísticas no significativas (p > 0,05) .

Tabla 5. Prueba DMS (5%) para días a la floración (DF), severidad de mildiu (SM), altura de planta (AP), longitud de panoja (LP), longitud de hoja (LH), ancho de hoja (AH), porcentaje de acame (PA), días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 líneas F<sub>6</sub> y F<sub>11</sub> más 1 testigo. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

Línea	DF	SM	AP	LP	LH	AH	PA	DC	R Kgha <sup>-1</sup>	PGG	PGM
Q 1	84.67 c	40	99.83	31.30	77.83	64.63	41.67 a	157.67 c	1264.23 b	16.97	65.67
EQ 28	96.33 b	36.67	122.97	27.43	87.97	67.23	1.33 b	177.00 b	1925.10 b	32.57	53.50
I-Tunkahuan	106.00 a	33.33	180.4	25.83	85.93	67.37	0.67 b	187.33 a	3455.77 a	17.69	61.35

## 5. Conclusiones

- En las poblaciones  $F_3$  se han seleccionado 272 plantas con características agronómicas deseables en relación con el vigor de crecimiento de la planta, calidad de la panoja y de colores de grano café y negro.
- La línea Q1 fue más precoz y de menor altura de planta, pero de bajo rendimiento y alto porcentaje de acame de plantas en comparación a los otros materiales evaluados.

## 6. Recomendaciones

- Las progenies  $F_3$  serán evaluadas en los próximos ciclos para derivar líneas de quinua homogéneas para precocidad, altura de planta y color de grano rojo y negro.
- Se debe incorporar otras líneas promisorias homogéneas de mejores características que la línea Q1 e implementar ensayos de adaptación y rendimiento en diferentes condiciones agroecológicas.

## 7. Referencias bibliográficas

- Bonifacio, A. (2001). Resistencia de quinua al mildiu. En. Cultivos Andinos. CD-ROOM/FAO. Roma, Italia.
- Cazar, P., Alava, H., y Romero, M.E. (2004). Producción y comercialización de quinua en Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/712>.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. (1987). Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. von Schoonhoven, A; Pastor-Corrales, M (eds.). Cali, Colombia: CIAT. 56 p.
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). (2019). Superficie, según producción y ventas por cultivos transitorios (Hectáreas, Toneladas Métricas). Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2011). La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional para América Latina y El Caribe. 58 p.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2009). Informe Anual 2009. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2020). Informe Anual 2020. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito. Ecuador.
- Jacobsen, S.E., y Sherwood, S. (2002). Cultivo de granos andinos en Ecuador: informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. FAO/CIP/CRS. Quito, Ecuador. 91 p.
- Koziol, M. (1990). Desarrollo del método para determinar el contenido de saponinas en la quinua. En Ch. Wahli. (Ed.). Quinua hacia su cultivo comercial (pp. 175-179). Quito, Ecuador.
- Mina, D. (2014). Evaluación agronómica de líneas  $F_5$  de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en dos localidades de la serranía. Ecuador. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador.

- Montes, C., Burbano, G., Muñoz, E., Calderón, Y. (2018). Descripción del ciclo fenológico de cuatro ecotipos de (*Chenopodium quinoa* Willd.), en Puracé-Cauca, Colombia. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 16 (2): 26-37.
- Moreno, V. (2016). Validación del protocolo de control interno de calidad para la producción de semilla de quinua variedad INIAP Tunkahuan, bajo dos tipos de fertilización-CADET, 2015. ). Tesis previa a la obtención de título de Ing. Agrónoma. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador. 54 p.
- Murillo, A., Peralta, E., Domínguez, D., y Mina, D. (2015). Desarrollo de líneas promisorias F6 de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Ecuador. Resúmenes del V congreso mundial de la quinua y II simposio Internacional de granos andinos. Jujuy, Argentina. 97 p.
- Oñate, E. (2004). Evaluación del efecto del mildiú (*Peronospora farinosa*) en el crecimiento y desarrollo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), bajo diferentes fuentes de materia orgánica. Tesis Ing. Agr., Escuela Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., Villacrés, E., y Rivera, M. (2013). Catálogo de variedades mejoradas de granos andinos: chocho, quinua, amaranto y sangorache, para la sierra ecuatoriana. Publicación No. 151. Tercera Edición. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 28 p.
- Peralta, E. (2009). La Quinua en Ecuador "Estado de Arte". Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 23 p.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., y Rodríguez, D. (2014). Manual agrícola de granos andinos: chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. 4ª Edición. Publicación Miscelánea No.69. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Sana Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Solveig, D., y Ames, T. (2000) El Mildiu (*Peronospora farinosa*) de la Quinua (*Chenopodium quinoa*) en la Zona Andina. Manual Práctico para el estudio de la enfermedad y el patógeno. CIP. Lima, Perú.

## 8. Anexos

### Anexo 1. Variables agronómicas y morfológicas. 2021.

- Días a la floración

Contabilizar los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 50% de plantas presenten las primeras flores de la inflorescencia principal abiertas con anteras visibles en antesis (Bioversity International et al., 2013).

- Días a la cosecha

Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas de la parcela presentaron características de madurez de cosecha (Oñate, 2004).

- Longitud de panoja (cm)

Registrar a la madurez fisiológica. Medir desde la base hasta el ápice de la panoja principal. Media de 10 plantas.

- Altura de planta

Dato tomado a la madurez fisiológica, promedio de 10 plantas y expresado en cm.

- Rendimiento

Promedio de 10 plantas en gramos. Posteriormente se realiza la transformación a  $\text{kg ha}^{-1}$ .

- Porcentaje de grano grande y mediano

Partiendo de una muestra de 50 gramos, se pesó la cantidad de semilla contenida en el tamiz clasificador de semilla de grano grande, provisto de agujeros de 2.5 mm de diámetro; mientras que la semilla sobrante fue considerada como grano mediano (2.1 a 2.2 mm). Posteriormente estos valores fueron transformados a porcentajes.

### Anexo 2. Escala para la evaluación de la severidad de mildiu (*Peronospora variabilis*) (Solveig y Ames, 2000; Bonifacio, 2001). 2021.

1-3 Primer tercio bajo de la planta (35 %).

4-6 Segundo tercio medio (35 %).

7-9 Último tercio superior de la planta (30 %).

### Anexo 3. Protocolo del método rápido de Koziol (1990), para determinar el contenido de saponina. 2021.

Para determinar la cantidad de saponina se utilizó el siguiente método: Se colocaron 0.5 g de grano de quinua (de cada línea) en un tubo de ensayo, luego se añadieron 5 ml de agua destilada, se cerró el tubo y se procedió a agitar vigorosamente durante 30 segundos, luego se dejó reposar durante 10 segundos para que se establezca la espuma, finalmente se midió la altura de la espuma desplegada en el tubo.

Con este método rápido se relaciona una quinua dulce con una altura de espuma de 1,2 cm o menos.

**Actividad 2.** Evaluación de líneas promisorias de quinua en provincias.

**Responsable:** Ángel Murillo.

**Colaboradores:** Diego Rodríguez, Laura Vega, Fausto Yumisaca, María Nieto.

### 1. Antecedentes.

La generación de líneas promisorias que presenten estabilidad y homogeneidad en características como precocidad, resistencia a enfermedades, altura de planta, grano dulce (bajo contenido de saponina) y grande, alto rendimiento son objetivos de mejoramiento genético de quinua del PRONALEG-GA. A través de los años se han generado líneas promisorias de quinua  $F_{11}$  y  $F_6$  (INIAP, 2019).

Para la evaluación de la adaptabilidad y rendimiento de las líneas promisorias de quinua, es importante observar el comportamiento bajo diferentes condiciones edafoclimáticas, con la finalidad de seleccionar conjuntamente con los agricultores la mejor línea que será la futura variedad (INIAP, 2020).

Las líneas promisorias evaluadas provienen de las cruces de INIAP Tunkahuan x INIAP Pata de Venado y Tunkahuan x Jacha (variedad boliviana de grano grande). En las primeras generaciones fueron evaluadas y seleccionadas a nivel de Estación Experimental, posteriormente en fincas de agricultores de las diferentes provincias (INIAP, 2015, 2017). En el ciclo de cultivo 2021, se realizó la evaluación de dos líneas promisorias  $F_6(Q1)$  y  $F_{11}(EQ28)$  en algunas localidades de las provincias de Imbabura y Chimborazo; frente al testigo INIAP Tunkahuan.

Esta investigación se realizó con base al protocolo aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina e informado mediante memo INIAP-EESC\_DIR-2018-0909-MEM.

### 2. Objetivos

#### General

Evaluar la adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de quinua en diferentes provincias de la Sierra.

#### Específicos

Evaluar la adaptación y rendimiento de dos líneas promisorias de quinua más un testigo en diferentes localidades de las provincias de Imbabura y Chimborazo.

### 3. Metodología

En la Tabla 1, se presentan las características de las localidades donde fueron establecidos los ensayos.

Tabla 1. Georeferenciación de las localidades en donde fueron establecidos los ensayos de líneas promisorias de quinua. 2021.

Provincia	Comunidad	Parroquia	Cantón	Altitud (m)	Latitud	Longitud
Imbabura	Ugsha	San Pablo	Otavalo	3153	0.2042777°	-78.135083°
Chimborazo	San Francisco	Calpi	Riobamba	3223	-1.61023°	-78.75773°
Chimborazo	Achullay	Guamote	Guamote	3521	-1.852057°	-78.688880°
Chimborazo	Lupaxi	Columbe	Colta	3480	-1,821122	-78,725632

En cada localidad el ensayo estuvo conformado por 2 líneas promisorias (1 línea F<sub>6</sub> y 1 línea F<sub>11</sub>) y una variedad testigo (INIAP Tunkahuan) (Tabla 2).

Tabla 2. Líneas promisorias de quinua evaluadas en ensayos regionales. 2021.

Líneas	Pedigree
Q 1	(ECU- 248- 2 x ECU- 6205-4) F2-2F3-F4-F5-F6
EQ 28	(Jacha p1p3 x Tunkahuan) 1F2-18F3-3F4-3F5-F6-F7-F8-F9-F10-F11
I-Tunkahuan (t)	I-Tunkahuan (Testigo)

Los ensayos fueron establecidos en un Diseño de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones. En las localidades de Ugsha (Imbabura) y Achullay (Chimborazo), las parcelas estuvieron conformadas por 4 surcos de 4 metros de longitud, separados a 0.7 m (parcela neta: 11.2 m<sup>2</sup>); mientras que en las localidades de San Francisco y Lupaxi (Chimborazo), las parcelas netas estuvieron conformadas por 5 surcos de 5 metros de longitud, separados a 0.7 m (parcela neta: 17.5 m<sup>2</sup>).

Para realizar el análisis de datos se utilizaron las pruebas de homogeneidad de varianzas (Levene) y normalidad (Shapiro-Wilks modificado). En aquellas variables que cumplieron ambos requisitos, se realizó el Análisis de la Varianza y las pruebas de significación estadística (DMS al 5%) para aquellas que presentaron diferencias estadísticas.

En todos los ensayos se tomaron datos agronómicos, reacción a mildiu (*Peronospora variabilis*) de acuerdo a la escala 1 a 9 (Anexo 2). La cosecha se realizó manualmente los dos surcos de cada parcela, el rendimiento fue registrado en gparcela<sup>-1</sup> y posteriormente proyectados a kgha<sup>-1</sup>. Para determinar el tamaño de grano, se utilizaron dos tamices con diferente tamaño de orificios y se determinó en porcentaje de grano grande (>2.3 mm) y grano mediano (2.1 a 2.2 mm) (Bioversity International et al., 2013).

Para la siembra de los experimentos se empleó el sistema a chorro continuo, utilizando una densidad de 9 kgha<sup>-1</sup> y el manejo agronómico de acuerdo a las recomendaciones del INIAP (Peralta et al., 2014). Las variables evaluadas en poscosecha se registraron una vez efectuadas las labores de trilla y limpieza de semilla.

#### 4. Resultados

##### Localidad 1: San Francisco, Riobamba, Chimborazo.

De acuerdo a los Análisis de Varianza (Tabla 3) se determinó diferencias significativas para las variables altura de planta, porcentaje de acame, días a la cosecha y porcentaje de grano mediano. No se detectó diferencias estadísticas para longitud de panoja, rendimiento y porcentaje de grano grande.

Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) para altura de planta (AP), longitud de panoja (LP), porcentaje de acame (PA), días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 líneas F<sub>6</sub> y F<sub>11</sub> más 1 testigo. San Francisco, Chimborazo. 2021.

FV	GL	CUADRADO MEDIO						
		AP	LP	PA	DC	R Kg ha <sup>-1</sup>	PGG	PGM
Total	8							
Líneas	2	1152.31*	26.9478 <sup>ns</sup>	1082.11 **	1525.00 **	109176 <sup>ns</sup>	237.79 <sup>ns</sup>	121.583*
Repeticiones	2	22.51 <sup>ns</sup>	3.2178 <sup>ns</sup>	5.44 <sup>ns</sup>	8.33 <sup>ns</sup>	73384 <sup>ns</sup>	5.821 <sup>ns</sup>	1.605 <sup>ns</sup>
Error experimental	4	129.08	4.2744	13.78	33.33	93970	39.897	16.116

\*\*Diferencias altamente significativas (p < 0,01), \* Diferencias significativas (p < 0,05). ns Diferencias estadísticas no significativas (p > 0,05).

En altura de planta (AP), tanto la línea EQ 28 como el testigo (INIAP Tunkahuan), obtuvieron el mismo rango "a", mientras que el "b" corresponde a la línea Q1, con 75.97 cm; ésta misma línea presentó un 38.33% de acame, lo cual dificulta el manejo del cultivo e influye en el rendimiento y calidad de grano; mientras que EQ 28 y el testigo presentaron un porcentaje bajo. En longitud de panoja (LP) no existe diferencias estadísticas. La línea Q1 fue la más precoz con 160 días a cosecha (DC), con una diferencia de 45 días con relación al testigo INIAP Tunkahuan. El rendimiento promedio más alto lo obtuvo la línea Q1, con 899.49 kg ha<sup>-1</sup>, seguida de INIAP Tunkahuan con 814.05 kg ha<sup>-1</sup>. No se identificaron diferencias estadísticas en porcentaje de grano grande (PGG); más del 50% del grano de las líneas evaluadas obtuvieron un tamaño mediano (PGM), destacándose la línea Q1 y el testigo INIAP Tunkahuan con un promedio de 67.47% y 62.31% respectivamente (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba DMS (5%) para altura de planta (AP), longitud de panoja (LP), porcentaje de acame (PA), días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 líneas F<sub>6</sub> y F<sub>11</sub> más 1 testigo. San Francisco, Chimborazo. 2021.

Línea	AP	LP	PA	DC	R Kg ha <sup>-1</sup>	PGG	PGM
Q 1	75.97 b	15.73	38.33 a	160 c	899.49	15.77	67.47 a
EQ 28	105.87 a	20.03	6.67 b	180 b	534.74	32.07	54.81 b
I-Tunkahuan	112.87 a	21.5	4.33 b	205 a	814.05	17.73	62.31 ab

**Localidad 2: Lupaxi, Colta, Chimborazo.**

En esta localidad, únicamente se detectaron diferencias estadísticas para líneas en la variable altura de planta. Para repeticiones se detectó diferencias estadísticas para altura de planta y rendimiento, indicando heterogeneidad en cuanto a bloques en estudio (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de varianza (ADEVA) para altura de planta (AP), porcentaje de acame (PA), días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 líneas F<sub>6</sub> y F<sub>11</sub> más 1 testigo. Lupaxi, Chimborazo. 2021.

FV	GL	CUADRADO MEDIO					
		AP	PA	DC	R Kgha <sup>-1</sup>	PGG	PGM
Total	8						
Líneas	2	1411.90 *	1284.78 <sup>ns</sup>	1319.44 <sup>ns</sup>	42507 <sup>ns</sup>	140.15 <sup>ns</sup>	887.90 <sup>ns</sup>
Repeticiones	2	1171.43 *	213.78 <sup>ns</sup>	1352.78 <sup>ns</sup>	153639 *	649.19 <sup>ns</sup>	1370.41 <sup>ns</sup>
Error experimental	4	88.82	210.11	844.44	16189	211.08	214.49

\*\*Diferencias altamente significativas (p < 0,01), \* Diferencias significativas (p < 0,05). ns Diferencias estadísticas no significativas (p > 0,05).

La prueba DMS, indica que en altura de planta (AP), las líneas Q1 y EQ 28, presentaron menor altura con 46.63 y

67.13 cm respectivamente, mientras que el testigo INIAP Tunkahuan obtuvo un promedio de 90 cm. El porcentaje de acame (PA) para las líneas EQ28 e INIAP Tunkahuan fue menor a 1.5%; mientras que para la línea Q1 fue de 36.67%. La línea más precoz fue la Q1 con 165 días a cosecha (DC). En general el rendimiento (Kgha<sup>-1</sup>) en esta localidad fue bajo debido a condiciones adversas de clima y suelo; sin embargo, en estas condiciones el promedio más alto lo obtuvo la variedad INIAP Tunkahuan con 331.43 kgha<sup>-1</sup>, y el más bajo, la línea EQ 28 con 115.9 kgha<sup>-1</sup>. El porcentaje de grano mediano (PGM) fue mayor al 50% en la variedad INIAP Tunkahuan; esta diferencia probablemente debido a que las líneas Q1 y EQ 28 son más sensibles a las condiciones edafoclimáticas del sitio de evaluación (Tabla 6).

Tabla 6. Prueba DMS (5%) para altura de planta (AP), porcentaje de acame (PA), días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 líneas F<sub>6</sub> y F<sub>11</sub> más 1 testigo. Lupaxi, Chimborazo. 2021.

Línea	AP	PA	DC	R Kgha <sup>-1</sup>	PGG	PGM
Q 1	46.63 b	36.67	165	136.09	5.93	35.80
EQ 28	67.13 b	1.33	148.33	115.9	19.03	17.17
I-Tunkahuan	90.00 a	0.33	123.33	331.43	15.87	51.53

## 5. Conclusiones

- En las dos localidades de Chimborazo, la línea Q1 presentó alto porcentaje de acame, lo cual es una desventaja de esta línea frente al testigo; La línea EQ28, superó en rendimiento a la variedad INIAP Tunkahuan en la localidad de Lupaxi.
- Las dos líneas evaluadas presentaron alto porcentaje de grano mediano (superior al 50%), sin embargo, la línea EQ 28, procedente de cruces entre I-Tunkahuan y Jacha presentaron el mayor porcentaje de grano grande, comparadas con el resto de materiales evaluados.

## 6. Recomendaciones

Incluir otras líneas promisorias tolerantes al acame en ensayos de adaptación y rendimiento en provincias.

## 7. Referencias

Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA. 2013. Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Bioversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma, Italia. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2015). Informe Anual 2015. Programa

Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito. Ecuador.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2017). Informe Anual 2017. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito. Ecuador.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2019). Informe Anual 2019. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito. Ecuador.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2020). Informe Anual 2020. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito. Ecuador.

Peralta. E., Mazón. N., Murillo. A., y Rodríguez. D. (2014). Manual agrícola de granos andinos: chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Publicaciones Miscelánea Nº 69. 4ª Edición. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito. Ecuador.

## 8. Anexos

### Anexo 1. Variables agronómicas y morfológicas. 2021.

- Días a la floración

Contabilizar los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 50% de plantas presenten las primeras flores de la inflorescencia principal abiertas con anteras visibles en antesis (Bioversity International et al., 2013).

- Días a la cosecha

Se contabilizó los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de plantas de la parcela presentaron características de madurez de cosecha (Oñate, 2004).

- Longitud de panoja (cm)

Registrar a la madurez fisiológica. Medir desde la base hasta el ápice de la panoja principal. Media de 10 plantas.

- Altura de planta

Dato tomado a la madurez fisiológica, promedio de 10 plantas y expresado en cm.

- Rendimiento

Promedio de 10 plantas en gramos. Posteriormente se realiza la transformación a  $\text{kg ha}^{-1}$ .

- Porcentaje de grano grande y mediano

Partiendo de una muestra de 50 gramos, se pesó la cantidad de semilla contenida en el tamiz clasificador de semilla de grano grande, provisto de agujeros de 2.5 mm de diámetro; mientras que la semilla sobrante fue considerada como grano mediano (2.1 a 2.2 mm). Posteriormente estos valores fueron transformados a porcentajes.

### Anexo 2. Escala para la evaluación de la severidad de mildiu (*Peronospora variabilis*) (Solveig y Ames, 2000; Bonifacio, 2001). 2021.

1-3 Primer tercio bajo de la planta (35 %).

4-6 Segundo tercio medio (35 %).

7-9 Último tercio superior de la planta (30 %).

### Anexo 3. Protocolo del método rápido de Koziol (1990), para determinar el contenido de saponina. 2021.

Para determinar la cantidad de saponina se utilizó el siguiente método: Se colocaron 0.5 g de grano de quinua (de cada línea) en un tubo de ensayo, luego se añadieron 5 ml de agua destilada, se cerró el tubo y se procedió a agitar vigorosamente durante 30 segundos, luego se dejó reposar durante 10 segundos para que se establezca la espuma, finalmente se midió la altura de la espuma desplegada en el tubo. Con este método rápido se relaciona una quinua dulce con una altura de espuma de 1,2 cm o menos.

**Actividad 3.** Evaluación de masales de quinua (*Chenopodium quinoa*) ecotipo tipo “Chimborazo”.

**Responsable:** Ángel Murillo.

**Colaboradores:** Diego Rodríguez, Laura Vega y Fausto Yumisaca.

## 1. Antecedentes.

La quinua, originaria de los Andes, es reconocida por su alto valor nutricional y agronómico es considerado como un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria (Jacobsen y Sherwood, 2002).

En la provincia de Chimborazo, la mayor parte de la producción de quinua es orgánica. Actualmente los productores están ligados a la Fundación Escuela Radiofónicas Populares del Ecuador (ERPE), Fundación Maquita y la Corporación de Productores y Comercializadores Bio Taita Chimborazo (COPROBICH), que cubren un alto porcentaje de la producción de quinua con certificación orgánica a nivel nacional.

Los productores cultivan el ecotipo de quinua local “Chimborazo”, es una población genéticamente heterogénea, en color de la panoja, altura de planta y ciclo vegetativo (precoces y tardías). Esta desuniformidad representa inconvenientes en los procesos de cosecha y poscosecha, lo cual influye en la calidad de grano para el mercado nacional e internacional (INIAP, 2019).

Con la finalidad de afrontar problemáticas relacionadas con la reducción en la calidad y volumen de grano, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), con apoyo de la ONG Centro Europeo para la Formación y la Agricultura (CEFA), han conformado la “Mesa Técnica de la Quinua” para fomentar actividades de investigación y desarrollo; una de las cuales está relacionada con la obtención de la homogenización de la quinua Chimborazo mediante el método de “selección masal” (INIAP, 2018; INIAP, 2020).

La selección masal es un proceso mediante el cual se separan un grupo de plantas de una población heterogénea (con variabilidad genética). Esta gran variabilidad facilita la selección y uniformiza las variedades locales (Tapia et al., 1979). De manera general consiste en cosechar la semilla de las plantas fenotípicamente superiores para un determinado carácter; se mezcla dicha semilla, y se siembra la siguiente generación. Ese grupo de semilla mezclada es una selección masal y está compuesta por genotipos más o menos similares; con cierta variabilidad genética sobre todo en sus características cuantitativas como rendimiento, tamaño o calidad. Este es un método fácil, simple y económico cuyo objetivo es mejorar el promedio general de la población mezclando genotipos superiores ya existentes (Poehlman y Sleper, 1995 y Cubero, 1999).

A través del método de selección masal, es posible obtener genotipos con altos niveles de homocidad en pocos ciclos. Además, permite obtener genotipos con características superiores a las poblaciones que manejan los agricultores y que son devueltos a los productores luego de pocos años de selección (Sánchez et al, 2009).

Durante el ciclo de cultivo 2019 se realizó la evaluación agromorfológica de 480 selecciones de quinua Chimborazo, las cuales fueron seleccionadas y categorizadas en 6 diferentes grupos (Masales), que fueron evaluados durante el ciclo de cultivo 2020, de donde se seleccionaron 2 masales, por sus características de rendimiento, precocidad y uniformidad morfológica y de madurez a la cosecha. En la presente investigación se detallan los resultados obtenidos de la evaluación de los dos masales evaluados en la Estación Experimental Santa Catalina y en diferentes localidades de la provincia de Chimborazo. Una vez analizados los resultados, se seleccionará el masal más homogéneo, el cual permitirá uniformizar la cosecha y el manejo poscosecha, útil para mantener una óptima calidad de grano.

Esta investigación fue aprobada por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina y comunicado a la Dirección de la Gestión del Conocimiento mediante Memorando No. INIAP-EESC\_DIR-2018-1228-MEM.

## 2. Objetivos

### General

Evaluar la adaptación y rendimiento de masales promisorios provenientes de la quinua ecotipo “Chimborazo” en diferentes localidades.

### Específicos

- Evaluar el rendimiento de dos masales homogéneos provenientes de la quinua ecotipo “Chimborazo” y un testigo (ecotipo original) en localidades de la provincia de Chimborazo y en la EESC.

## 3. Metodología

El experimento fue implementado en la Estación Experimental Santa Catalina y en cuatro localidades de la provincia de Chimborazo (Tabla 1).

Tabla 1. Georeferenciación de localidades en donde fueron implementados los ensayos de masales de la quinua tipo Chimborazo. 2021.

Provincia	Comunidad	Parroquia	Cantón	Altitud (m)	Latitud	Longitud
Pichincha	EESC	Cutuglagua	Mejía	3050	-0.370834°	-78.552187°
Chimborazo	San Francisco	Calpi	Riobamba	3223	-1.61023°	-78.75773°
Chimborazo	Achullay	Guamote	Guamote	3521	-1.852057°	-78.688880°
Chimborazo	Majipamba	Sicalpa	Colta	3320	-1.736042	-78.766209

La evaluación de los masales durante el 2021, se realizó a partir de la selección de seis diferentes masalessembrados durante el ciclo de cultivo 2020, cuyas características se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Masales evaluados y características de cada masal, 2021.

Masales	Características
Masal 2 (M 2)	Púrpura, precoz, amarga
Masal 4 (M 4)	Verde, precoz
Ecotipo Chimborazo (testigo)	Mezcla

Los ensayos fueron establecidos en un Diseño de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por una parcela de 5 surcos de 5 m de longitud, con una separación entre surcos de 0.7 m y una parcela neta de 17.5 m<sup>2</sup>.

Para la siembra se empleó una densidad de  $11 \text{ kg ha}^{-1}$  y la semilla fue distribuida a chorro continuo. En general, las labores culturales para el manejo del ensayo en la EESC se realizaron en base a las recomendaciones de Peralta et al., 2014; y en base al plan de manejo orgánico de quinua de las exportadoras de quinua de la provincia Chimborazo.

Los supuestos de homogeneidad de varianza y de normalidad de los datos se verificaron mediante las pruebas de Levene y Shapiro-Wilks modificado respectivamente con un  $\alpha = 0.05$ . Posteriormente, para cada variable en estudio, se realizó el análisis de varianza (ADEVA); para aquellas fuentes de variación que presentaron significación estadística, se efectuó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) de Fisher al 5%. Para el análisis de los datos y verificación de supuestos se utilizó el software estadístico R.

Durante el desarrollo del cultivo, se registró información de las siguientes variables:

- Días a la floración

Número de días después de la siembra, hasta que por lo menos el 50% de las plantas hayan iniciado la floración.

- Presencia de axilas pigmentadas

Este dato fue registrado en estado lechoso del grano, de acuerdo a las siguientes opciones:

0 Ausente

1 Presente

- Longitud de la panoja (cm)

Fue registrado en etapa de madurez fisiológica, desde la base hasta el ápice de la panoja principal. En 10 plantas tomadas al azar.

- Altura de planta

Este dato fue tomado en etapa de madurez fisiológica, en 10 plantas tomadas al azar y expresado en cm.

- Severidad de mildiu (*Peronospora variabilis*)

Dato obtenido en base a la siguiente escala de severidad de la enfermedad:

1-3 Primer tercio bajo de la planta (35 %).

4-6 Segundo tercio medio (35 %).

7-9 Último tercio superior de la planta (30 %).

- Días a la cosecha

Número de días después de la siembra, hasta que por lo menos el 50% de las plantas presenten signos de madurez de cosecha.

- Rendimiento por hectárea

El rendimiento fue registrado en kg por parcela, y posteriormente fue transformado a  $\text{Kg ha}^{-1}$ .

- Tamaño de grano

Una vez que el grano estuvo seco y limpio, en base a una muestra de 50 g con el uso de tamices, se registró la proporción de grano grande ( $>2,3 \text{ mm}$ ) y mediano (2.1 a 2.2 mm). La cosecha de las parcelas se realizó anualmente. Una vez realizada la labor de trilla y limpieza; se procedió a registrar datos del rendimiento por parcela.

#### 4. Resultados

##### Localidad 1: Estación Experimental Santa Catalina – INIAP.

En la Tabla 3 se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza para las variables evaluadas. Se observó diferencias altamente significativas para días a la floración, severidad de mildiu, días a la cosecha, porcentaje de grano grande y porcentaje de grano mediano; y no se detectó diferencias estadísticas para altura de planta, longitud de panoja, longitud y ancho de hoja y rendimiento.

En días a cosecha (DC), el masal 2 fue más precoz con 192 días, seguido del masal 4 con 207 y el testigo local Chimborazo con 211 días. En cuanto a severidad de mildiu (SM), se determinó altos niveles de resistencia a la enfermedad de los masales 2 y 4, mientras que el testigo presentó 18%. Para altura de planta, longitud de panoja, longitud y ancho de hoja, no se detectó diferencias significativas; pese a no existir diferencias estadísticas en rendimiento, el masal 2 presentó el promedio más alto con  $1875.714 \text{ kg ha}^{-1}$ , frente a  $1421 \text{ kg ha}^{-1}$  del testigo Chimborazo original. El porcentaje de grano grande (PGG) fue mayor en el masal 2 con 15%; mientras que el porcentaje de grano mediano (PGM) en los tres genotipos, fue superior al 50%, destacándose el testigo local, con 65.89% (Tabla 4).

Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) para días a la floración (DF), severidad de mildiu (SM), altura de planta (AP), longitud de panoja (LP), longitud de hoja (LH), ancho de hoja (AH), días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 masales de quinua tipo “Chimborazo” más un testigo. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

FV	GL	CUADRADO MEDIO									
		DF	SM	AP	LP	LH	AH	DC	R Kg <sup>ha</sup> <sup>-1</sup>	PGG	PGM
DC	8										
Masales	2	313.44 **	58.33 *	151.204 <sup>ns</sup>	2.6678 <sup>ns</sup>	63.19 <sup>ns</sup>	39.456 <sup>ns</sup>	148.111 **	504829 <sup>ns</sup>	94.75 *	132.78 **
Repeticiones	2	7.44 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>ns</sup>	38.508 <sup>ns</sup>	0.6178 <sup>ns</sup>	1.69 <sup>ns</sup>	1.562 <sup>ns</sup>	1.444 <sup>ns</sup>	16546 <sup>ns</sup>	0.83 <sup>c</sup>	4.47 <sup>ns</sup>
Error experimental	4	1.44	8.33	150.588	1.5478	14.61	11.123	3.111	112448	11.57	5.05

\*\*Diferencias altamente significativas (p < 0,01), \* Diferencias significativas (p < 0,05). ns Diferencias estadísticas no significativas (p > 0,05) .

Tabla 4. Prueba DMS (5%) para días a floración (DF), severidad de mildiu (SM), altura de planta (AP), longitud de panoja (LP), longitud de hoja (LH), ancho de hoja (AH), días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG) (diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM) (diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 masales de quinua tipo “Chimborazo” más un testigo. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

Masal	DF	SM	AP	LP	LH	AH	DC	R Kg <sup>ha</sup> <sup>-1</sup>	PGG	PGM
M 2	97.67 c	10.00 b	147.83	25.30	85.37	60.80	198 c	1875.714	15 a	63.35 a
M 4	106.00 b	11.67 b	137.50	23.43	77.03	61.20	207.67 b	1056.952	7 b	53.31 b
Chimborazo	118.00 a	18.33 a	151.00	24.60	84.53	67.27	211.67 a	1421.048	4.7 b	65.89 a

**Localidad 2: San Francisco, Riobamba, Chimborazo**

En la localidad de San Francisco, no se determinó diferencias significativas para todas las variables evaluadas, lo cual demuestra la homogeneidad existente entre los dos masales evaluados (Tabla 5).

Sin embargo, al analizar los promedios, el masal 4 es más precoz con 163 días a la cosecha (DC), frente a 226 y 228 días del masal 2 y el testigo. Los dos masales presentaron menor altura de planta (AP) que el testigo original Chimborazo. El masal 4 obtuvo el rendimiento más alto con 1361R Kgha<sup>-1</sup>. Los tres materiales presentaron alto porcentaje de grano mediano (> a 60%) (Tabla 6).

Tabla 5. Análisis de varianza (ADEVA) para altura de planta (AP), longitud de panoja (LP), porcentaje de acame (PA), días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 masales de quinua tipo "Chimborazo" más un testigo. San Francisco, Chimborazo. 2021.

FV	GL	CUADRADO MEDIO						
		AP	LP	PA	DC	R Kgha <sup>-1</sup>	PGG	PGM
Total	8							
Masales	2	141.22 <sup>ns</sup>	14.9811 <sup>ns</sup>	1.7778 <sup>ns</sup>	4119.4 <sup>ns</sup>	163694 <sup>ns</sup>	27.5542 <sup>ns</sup>	39.895 <sup>ns</sup>
Repeticiones	2	9.28 <sup>ns</sup>	5.1151 <sup>ns</sup>	0.1778 <sup>ns</sup>	1304.4 <sup>ns</sup>	678410 <sup>ns</sup>	9.1965 <sup>ns</sup>	188.554 <sup>ns</sup>
Error experimental	4	385.32	16.7541	3.9111	1310.3	513648	14.9085	91.960

Tabla 6. Promedios para altura de planta (AP), longitud de panoja (LP), porcentaje de acame (PA), días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 masales de quinua tipo "Chimborazo" más un testigo. San Francisco, Chimborazo. 2021.

Masal	AP	LP	PA	DC	R Kgha <sup>-1</sup>	PGG	PGM
M 2	126.17	19.10	1.33	226.67	987.56	9.51	70.55
M 4	118.27	17.00	2.67	163.33	1361.46	3.53	70.27
Chimborazo	131.93	21.47	1.33	228.33	931.94	5.66	64.10

**Localidad 3: Lupaxi, Colta, Chimborazo**

En los resultados obtenidos en esta localidad, no se detectó diferencias estadísticas para las variables en estudio, excepto para los tratamientos (masales) (Tabla 7).

Tabla 7. Análisis de varianza (ADEVA) para altura de planta (AP), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 masales de quinua tipo “Chimborazo” más un testigo. Lupaxi, Chimborazo. 2021.

FV	GL	CUADRADO MEDIO			
		AP	R Kg <sup>ha</sup> <sup>-1</sup>	PGG	PGM
Total	8				
Masales	2	72.47 <sup>ns</sup>	234262*	8.287 <sup>ns</sup>	10.247 <sup>ns</sup>
Repeticiones	2	32.08 <sup>ns</sup>	58675 <sup>ns</sup>	83.518 <sup>ns</sup>	37.278 <sup>ns</sup>
Error experimental	4	47.69	12780	39.371	13.825

En la Tabla 8, se presentan los promedios de las variables analizadas; no hay diferencias importantes en altura de planta (AP); mientras que en rendimiento, el masal 4 obtuvo el promedio más alto con 1071.94 Kg<sup>ha</sup><sup>-1</sup>, frente al testigo con 478 Kg<sup>ha</sup><sup>-1</sup>. Existe un bajo porcentaje de grano grande (PGG), y los tres materiales evaluados presentaron más del 50% de grano mediano.

Tabla 8. Prueba DMS (5%) para altura de planta (AP), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), porcentaje de grano grande (PGG, diámetro de grano superior a 2.2 mm) y porcentaje de grano mediano (PGM, diámetro de grano entre 2.2 y 2 mm) de 2 masales de quinua tipo “Chimborazo” más un testigo. Lupaxi, Chimborazo. 2021.

Masal	AP	RKg <sup>ha</sup> <sup>-1</sup>	PGG	PGM
M 2	94.63	871.42 a	12.00	60.66
M 4	89.07	1071.94 a	10.37	58.36
Chimborazo (t)	84.83	478.19 b	14.02	56.99

## 5. Conclusiones

- En todas las localidades evaluadas los dos masales M2 y M4, fueron superiores al testigo en rendimiento. lo cual indica su buena adaptación a las diferentes condiciones agroecológicas.
- Los dos masales y el testigo son de grano mediano, ya que su diámetro estuvo entre 2.2 a 2.0 mm.
- En precocidad y altura de planta no existe diferencia entre los dos masales y el testigo.

## 6. Recomendaciones

- En el próximo ciclo, los dos masales (2 y 4), serán entregados a los productores de quinua orgánica de la provincia de Chimborazo.

## 7. Referencias Bibliográficas

- Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF y FIDA. (2013). Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y sus parientes silvestres. Bioversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia; Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia; Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, La Paz, Bolivia; Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, Roma, Italia.
- Cubero, J.I. (1999). Introducción a la mejora genética. Ediciones Mundi-Prensa. España. 365 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). ¿Qué es la quinua?: Valor nutricional. Disponible en: [http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/?no\\_mobile=1](http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/?no_mobile=1).
- García, M. (2016). Estudio del consumo y valoración nutricional de la quinua en Ecuador. Informe de consultoría. FAO/MAGAP. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2018). Informe Anual 2018. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2019). Informe Anual 2019. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.
- Jacobsen, S-E., y Sherwood, S. (2002). Cultivo de granos andinos en Ecuador: informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. FAO/CIP/CRS. Quito, Ecuador. 91 p.
- Monteros, A. (2016.) Rendimientos de quinua en Ecuador 2016. Dirección de Análisis y Procesamiento de Información, MAGAP. 11p.
- Peralta, E. (2009). La Quinua en Ecuador “Estado de Arte”. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Sana Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 23 p.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., y Rodríguez, D. (2014). Manual agrícola de granos andinos: chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. Publicaciones Miscelánea Nº 69. 4 ed. Programa de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Sana Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Poehlman, J. & Sleper, D. (1995). Breeding Field Crops. 4ta edición. Iowa State University Press. 159-179 pp.
- Sánchez, M., Espinoza, P., Zurita-Silva, A., y Delatorre-Herrera, J. (2009). Las “variedades” aymaras del altiplano chileno y el uso de la selección genética para generar nuevas variedades. Rev. geogr. Valps. No. 42 (45-60).
- Tapia, M. y Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. FAO y ANPE. Lima, Perú.

**Actividad 4.** Evaluación de la adaptación y rendimiento de la línea promisorio de haba LH13 (*Vicia faba*).

**Responsable:** Ángel Murillo.

**Colaboradores:** Laura Vega, Diego Rodríguez, María Nieto, Fausto Yumisaca.

## 1. Antecedentes.

El haba constituye un componente importante en los sistemas de producción, principalmente en la Región Sierra (Peralta et al., 2013), además, es parte de la dieta de diferentes sectores de la población rural y urbana; y puede ser consumido en grano seco como en tierno. Es una importante fuente de proteína cuyo contenido varía del 9 al 12% en tierno y del 25 al 26% en seco (Peralta et al., 1996).

Según la ESPAC, en el año 2019, en Ecuador se sembraron alrededor de 9874 ha de haba, principalmente para cosecha en grano tierno (7029 ha); su cultivo es realizado principalmente por productores de la agricultura familiar. Las provincias con mayor superficie cultivada son: Carchi, Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi (ESPAC, 2019).

El INIAP, a través del Programa de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) de la Estación Experimental Santa Catalina, ha liberado dos variedades de haba de grano mediano INIAP 440 Quitumbe e INIAP 441 Serrana; ambas presentan buen potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades (Peralta et al., 2010). Sin embargo, actualmente el principal mercado de haba está relacionado con grano grande para consumo en tierno. Para satisfacer dicha demanda, el PRONALEG-GA desde el año 2010 ha realizado cruzamientos para generar líneas de haba de grano grande y de ciclo de cultivo precoz en comparación con las variedades vigentes y locales (INIAP, 2017).

Luego de varios ciclos de evaluación y selección de las mejores líneas de haba, para el ciclo de cultivo 2019 se sembraron las tres mejores líneas y para los ciclos de cultivo 2020 y 2021, se realizó la evaluación en diferentes localidades de la línea promisorio LH13, cuyos resultados se reportan en el presente informe.

Esta actividad se desarrolló con base al protocolo revisado y aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina en el año 2017.

## 2. Objetivos

### General

Evaluar la adaptación y rendimiento de una línea promisorio de haba más un testigo en diferentes localidades.

### Específicos

Evaluar la adaptación y rendimiento de una línea promisorio de haba LH13, más una variedad testigo en diferentes localidades.

### 3. Metodología

Los ensayos de adaptación y rendimiento de la línea promisorio de haba LH13 más un testigo (INIAP 441 Serrana) (Tabla 1), fueron sembrados en la EESC (Mejía, Pichincha), Santa Isabel (Riobamba, Chimborazo) y Ugsha (Otavalo, Imbabura) (Tabla 2).

Tabla 1. Línea promisorio de haba más una variedad testigo. 2021.

Línea	Pedigrí
LH13	(Paurumani x Guagra)-1F2-1F3-1F4 -4F5-F6-F7-F8-F9-F10
Testigo	INIAP 441 Serrana

Tabla 2. Georeferenciación de las localidades donde fueron establecidos los ensayos de adaptación y rendimiento de la línea promisorio de haba LH13. 2021.

Provincia	Comunidad	Parroquia	Cantón	Altitud (m)	Latitud	Longitud
Pichincha	EESC	Cutuglagua	Mejía	3050	-0.370834°	-78.552187°
Chimborazo	Santa Isabel		Riobamba			
Imbabura	Ugsha	San Pablo	Otavalo	3153	0.2042777°	-78.135083°

Los ensayos fueron instalados bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar. La parcela estuvo conformada de 5 surcos de 5 metros de longitud, separados a 0.7 m, con una parcela neta de 17.5 m<sup>2</sup>, y 3 repeticiones. Las variables evaluadas se encuentran detalladas en el Anexo 1.

Para el análisis de datos se realizó la prueba “T” para muestras pareadas. Se registró la diferencia de medias, así como el valor de “T”. Posteriormente se determinó el promedio de cada una de las variables en estudio. Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico Infostat. Las variables fueron registradas de acuerdo a las directrices de IBPGR e ICARDA, 1985; INIAP, 2019.

El manejo agronómico del cultivo (deshierba, fertilización, aporque, controles fitosanitarios) se realizó de acuerdo con las recomendaciones de Peralta et al. (2013).

El ensayo establecido en la localidad de Santa Isabel, Chimborazo, correspondió a un lote de multiplicación de semilla; por tanto, únicamente se evaluaron características agronómicas y morfológicas de la línea LH13 en estado tierno, excluyendo al testigo comercial I-441 Serrana. Se establecieron tres repeticiones.

El manejo agronómico del cultivo (deshierba, fertilización, aporque, controles fitosanitarios) se realizó de acuerdo con las recomendaciones de Peralta et al. (2013).

### 4. Resultados

#### a. Localidad 1: Estación Experimental Santa Catalina

##### En vaina y grano tierno.

En base a los resultados obtenidos en la prueba “T” para muestras pareadas (Tabla 3), se detectaron diferencias significativas para longitud de vaina en estado tierno, diferencias altamente significativas para número de semillas

por vaina tierna, longitud y ancho de semilla tierna, y peso de 100 semillas tiernas. El resto de variables no presentaron diferencias significativas.

En la Tabla 4, se presentan los promedios obtenidos de las variables analizadas en estado tierno. No se observan diferencias estadísticas para: altura de planta, longitud y ancho del foliolo central, espesor del tallo, número de vainas, etc. Se observa diferencia en el promedio de rendimiento en vaina tierna (RVT), con un promedio de 16078.73 kg ha<sup>-1</sup> para la línea LH13, la misma que supera al testigo I-441 Serrana que obtuvo 13706 (kg ha<sup>-1</sup>). También fue superior en longitud de la vaina tierna (LVT) con 129 mm frente a 115 mm del testigo I-Serrana. Además, la longitud de grano tierno (LGT) de la línea H13 fue superior con 30 mm, en relación al testigo con 27 mm. Igualmente en ancho del grano tierno (AGT) fue superior con 22 mm frente a 19 mm del testigo. Y el peso de 100 granos tiernos (P100 GT) de la línea H13 fue de 515g y el testigo con 325g. lo cual demuestra el potencial productivo y calidad de grano de la línea promisoría.

Tabla 3. Diferencia de medias, T y p-valor obtenidos para largo del foliolo central (LFC), ancho del foliolo central (AFC), altura de la primera vaina en tierno (APVT), espesor del tallo en tierno (ETT), altura de planta en tierno (APT), número de macollos por planta en tierno (NMPT), número de vainas por planta en tierno (NVPT), número total de plantas en tierno (NTPT), rendimiento de vaina tierna (RVT), número de semillas por vaina en tierno (NSVT), longitud de vaina en tierno (LVT), ancho de vaina en tierno (AVT), longitud del grano en tierno (LGT), ancho del grano en tierno (AGT), espesor del grano en tierno (EGT), peso de 100 granos tiernos (P 100 ST), rendimiento de grano tierno (RGT), en el análisis de la línea promisorio LH13 más una variedad testigo. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

	LFC	AFC	APVT	ETT	APT	NMPT	NVPT	NTPT	RVT	NSVT	LVT	AVT	LGT	AGT	EGT	P 100 GT	RGT
Media (dif.)	1.80	-2.13	4.17	1.33	-7.89	-1.33	-2.33	-0.33	-2372.38	-0.30	-14.43	0.07	-2.60	-2.97	-0.57	-189.64	341.19
T	0.57	-1.13	0.49	1.91	-1.97	-0.16	-1.14	-0.09	-0.80	-6.36	-3.72	0.07	-4.11	-5.24	-1.17	-8.08	0.28
p-valor	0.60 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>ns</sup>	0.65 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.12 <sup>ns</sup>	0.88 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>ns</sup>	0.94 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>**</sup>	0.02 <sup>*</sup>	0.95 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>**</sup>	0.01 <sup>**</sup>	0.31 <sup>ns</sup>	0.00 <sup>**</sup>	0.80 <sup>ns</sup>

\*\*Diferencias altamente significativas \* Diferencias significativas<sup>ns</sup> Diferencias no significativa

Tabla 4. Promedios obtenidos para largo del foliolo central (LFC), ancho del foliolo central (AFC), altura de la primera vaina en tierno (APVT), espesor del tallo en tierno (ETT), altura de planta en tierno (APT), número de macollos por planta en tierno (NMPT), número de vainas por planta en tierno (NVPT), número total de plantas en tierno (NTPT), rendimiento de vaina tierna (RVT), número de semillas por vaina en tierno (NSVT), longitud de vaina en tierno (LVT), ancho de vaina en tierno (AVT), longitud del grano en tierno (LGT), ancho del grano en tierno (AGT), espesor del grano en tierno (EGT), peso de 100 granos tiernos (P 100 ST), rendimiento de grano tierno (RGT), en el análisis de la línea promisorio LH13 más una variedad testigo. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

Líneas	LFC (mm)	AFC (mm)	APVT (cm)	ETT (mm)	APT (cm)	NMPT	NVPT	NTPT	RVT (kg ha <sup>-1</sup> )	NSVT	LVT (mm)	AVT (mm)	LGT (mm)	AGT (mm)	EGT (mm)	P 100 GT (g)	RGT (kg ha <sup>-1</sup> )
LH 13	104.43	50.63	29.27	11.13	163.17	10.43	22.43	28	16078.73	2.97	130	26	30	22	12	515	6039.19
I-Serrana (testigo)	106.23	48.5	33.43	12.47	155.28	9.1	20.1	27.67	13706.35	2.67	115	26	27	19	11	325	6380.38
Promedio	105.33	49.57	31.35	11.8	159.23	9.77	21.27	27.84	14892.54	2.82	123	26	29	21	11.5	420	6209.785

### En vaina y grano seco

En la prueba T realizadas para variables evaluadas en grano seco, se registraron diferencias significativas para ancho de vaina y longitud de semilla, y diferencias altamente significativas para longitud de vaina, ancho de semilla y peso de 100 semillas secas. Para el resto de variables no se identificaron diferencias estadísticas (Tabla 5).

Tabla 5. Diferencia de medias, T y p-valor para número total de plantas en seco (NTPS), número de vainas (NVP), rendimiento de vaina seca (RVS), número de granos por vaina (NGV), longitud de vaina (LV), ancho de vaina (AV), longitud de semilla (LS), ancho de semilla (AS), espesor de semilla (ES), rendimiento de grano seco (RGS), peso de 100 semillas (P 100 SS), en el análisis de la línea promisorio LH13 más una variedad testigo. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

	NTPS	NVP	RVS	NGV	LV	AV	LS	AS	ES	RGS	P 100 SS
Media (dif.)	-3,33	34,00	- 1349,35	-0,07	-1,78	-0,45	-0,26	-0,32	-0,03	- 563,55	-83,74
T	-0,67	0,49	-1,27	-0,39	-5,61	-5,83	-3,43	-7,41	-1,51	-0,80	-7,58
p-valor	0,54 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>**</sup>	0,03 <sup>*</sup>	0,03 <sup>*</sup>	0,00 <sup>**</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>**</sup>

\*\*Diferencias altamente significativas \* Diferencias significativas <sup>ns</sup> Diferencias no significativa

Pese a no existir diferencias estadísticas, la línea LH13 obtuvo promedios de rendimientos superiores a la variedad I-441 Serrana, con 6352.38 kg ha<sup>-1</sup> en vaina seca (RVS) y 4515.87 kg ha<sup>-1</sup> en grano seco (RGS). Además, el tamaño de la semilla de la línea LH13 fue superior a la variedad I-441 Serrana, con promedios de 2.57 cm de longitud de semilla (LS), 1.86 cm de ancho de semilla (AS) y 0.72 cm de espesor de semilla (ES); y el peso de 100 semillas secas fue de 264.33 g (Tabla 6).

Tabla 6. Promedios obtenidos para número total de plantas en seco (NTPS), número de vainas (NVP), rendimiento de vaina seca (RVS), número de granos por vaina (NGV), longitud de vaina (LV), ancho de vaina (AV), longitud de semilla (LS), ancho de semilla (AS), espesor de semilla (ES), rendimiento de grano seco (RGS), peso de 100 semillas secas (P 100 SS), en el análisis de la línea promisorio LH13 más una variedad testigo. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

Líneas	NTPS	NVP	RVS (kg ha <sup>-1</sup> )	NGV	LV (cm)	AV (cm)	LS (cm)	AS (cm)	ES (cm)	RGS (kg ha <sup>-1</sup> )	P 100 SS (g)
LH 13	25.33	207	6352.38	2.53	12.29	2.36	2.57	1.86	0.72	4515.87	264.33
I-Serrana (testigo)	22	241	5003.03	2.47	10.5	1.91	2.3	1.54	0.69	3952.32	180.59
Promedio	23.665	224	5677.705	2.5	11.395	2.135	2.435	1.7	0.705	4234.095	222.46

En referencia a la variable color de semilla, evaluada de acuerdo a la escala de colores de Kornerup y Wanschler (1983), en estado tierno y seco, la línea LH13 registró el color verde pálido; mientras que la variedad INIAP-Serrana, en tierno y seco, el color es verde claro.

**b. Localidad 2: Ugsha, Otavalo, Imbabura**

**En vaina y grano tierno.**

De acuerdo a los resultados expuestos en la Tabla 7, se identificaron diferencias significativas para días a la cosecha, longitud y ancho de granos y peso de 100 granos secos. Para el resto de variables no se detectaron diferencias estadísticas.

En los promedios obtenidos en las variables analizadas en estado tierno (Tabla 8), la línea LH13 se destaca por su precocidad, obteniendo un promedio de 174 días a la cosecha (DCT), frente a 199 días de la variedad testigo I-441 Serrana. Igualmente, pese a no existir diferencias estadísticas, el promedio de rendimiento de vaina (RV) y de grano tierno (RG) es superior al obtenido por la variedad I-441 Serrana, con 18672.04 kg $ha^{-1}$  en vaina, y 8042.01kg $ha^{-1}$  en grano. Además, el tamaño del grano de la línea LH13 fue superior a la variedad I-441 Serrana, con 24 mm de longitud de grano (LG), 18 mm de ancho (AG) y 0.66 kg el peso de 100 semillas.

**En vaina y grano seco**

En base al análisis estadístico realizado a las variables evaluadas en estado seco, se detectaron diferencias altamente significativas para peso de 100 semillas; diferencias significativas para número de vainas por planta, días a la cosecha en estado seco y ancho de la semilla seca. Para el resto de variables no existieron diferencias estadísticas (Tabla 9).

En la Tabla 10 se registra los promedios de las variables evaluadas en estado seco. Los días a la cosecha (DCS) de la línea LH13 en promedio fueron 212 días, frente a 228 días del testigo I-441 Serrana, con una diferencia de 16 días. En la localidad de Ugsha, el rendimiento tanto de vaina (RV) como de semilla (RS) de la línea LH13 fue inferior al testigo; sin embargo, no son diferencias significativas. En cuanto a longitud (LV) y ancho de vaina (AV), la línea LH13 supera al testigo, con promedios de 112.2 mm y 20.77 mm respectivamente. Además, al igual que en estado tierno, los promedios de longitud (LS) y ancho de la semilla (AS), son superiores con relación al testigo con 23.93 mm y 17.83 mm respectivamente. Igualmente, el peso de las 100 semillas fue superior al testigo, con 0.62 kg frente a 0.51 kg del testigo I-441 Serrana.

Tabla 7. Diferencia de medias, T y p-valor obtenidos para altura de la primera vaina en tierno (APVT), espesor del tallo en tierno (ETT), altura de planta (AP), número de macollos por planta en tierno (NMP), número de vainas por planta (NVP), días a la cosecha en tierno (DCT), número total de plantas en tierno (NTP), rendimiento de vaina tierna (RV), número de granos por vaina en tierno (NGV), longitud de vaina en tierno (LV), ancho de vaina en tierno (AV), longitud de grano (LG), ancho de grano (AG), espesor del grano (EG), peso de 100 semillas tiernas (P 100 ST), rendimiento de grano tierno (RGT), en el análisis de la línea promisorio LH13 más una variedad testigo. Ugsha, Imbabura. 2021.

	APVT	ETT	AP	NMP	NVP	DCT	NTP	RV	NGV	LVT	AVT	LST	AST	EST	P 100 ST	RGT
Media (dif.)	4.22	0.01	-5.45	0.23	8.25	25	0.25	-1679.85	-0.2	-1.12	-0.69	-0.45	-0.39	0.05	-0.11	-245.78
T	2.49	0.07	-0.75	0.86	1.58	5.42	0.1	-0.69	-1.23	-2.98	-5.93	-4.64	-6.28	0.27	-5.13	-0.19
p-valor	0.05 *	0.95 <sup>ns</sup>	0.48 <sup>ns</sup>	0.42 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	0 **	0.93 <sup>ns</sup>	0.52 <sup>ns</sup>	0.26 <sup>ns</sup>	0.02 *	0 **	0 **	0 **	0.8 <sup>ns</sup>	0 **	0.85 <sup>ns</sup>

\*\*Diferencias altamente significativas \* Diferencias significativas <sup>ns</sup> Diferencias no significativa

Tabla 8. Promedios obtenidos para altura de la primera vaina en tierno (APVT), espesor del tallo en tierno (ETT), altura de planta en tierno (APT), número de macollos por planta (NMP), número de vainas por planta (NVP), días a la cosecha en tierno (DCT), número total de plantas en tierno (NTPT), rendimiento de vaina tierna (RVT), número de granos por vaina (NGV), longitud de vaina (LV), ancho de vaina (AV), longitud de grano (LG), ancho de grano (AG), espesor del grano (EG), peso de 100 semillas tiernas (P 100 ST), rendimiento de grano tierno (RG), en el análisis de la línea promisorio LH13 más una variedad testigo. Ugsha, Imbabura. 2021.

Líneas	APVT (cm)	ETT (cm)	AP (cm)	NMP	NVP	DCT	NTPT	RV T (kg ha <sup>-1</sup> )	NGV	LV (cm)	AV (cm)	LG (cm)	AG (cm)	EG (cm)	P 100 ST (kg)	RG (kg ha <sup>-1</sup> )
LH 13	27.7	0.91	114.47	4.58	26.27	173.75	17	18672.04	2.67	12.68	3.31	2.96	2.06	1.13	0.66	8042.01
I-Serrana (testigo)	31.93	0.91	109.03	4.8	34.52	198.75	17.25	16992.19	2.48	11.56	2.62	2.51	1.67	1.18	0.55	7796.22
Promedio	29.815	0.91	111.75	4.69	30.395	186.25	17.125	17832.115	2.575	12.12	2.965	2.735	1.865	1.155	0.605	7919.115

Tabla 9. Diferencia de medias, T y p-valor obtenidos para altura de la primera vaina en seco (APVS), espesor del tallo en seco (ETS), altura de planta en seco (AP), número de macollos por planta en seco (NMP), número total de plantas en seco (NTPS), número de vainas por planta (NVP), rendimiento de vaina seca (RVS), número de granos por vaina (NGV), longitud de vaina (LV), ancho de vaina (AV), longitud de semilla (LS), ancho de semilla (AS), espesor de semilla (ES), rendimiento de grano seco (RGS), peso de 100 semillas secas (P 100 SS), en el análisis de la línea promisorio LH13 más una variedad testigo. Ughsa, Imbabura. 2021.

	APVS	ETS	AP	NMP	NTPS	NVP	DCS	RV	NGP	LV	AV	LS	AS	ES	RGS	P 100 SS
Media (dif.)	3.88	0.81	-7.4	0.33	-1.67	11.2	16	1534.35	-0.04	-5.7	-1.37	-1.8	-3.9	0.07	1100.65	-0.1
T	1.42	1.46	-1.14	0.62	-0.39	5.42	3.45	2.3	-0.23	-2.06	-0.97	-1.62	-3.15	0.1	2.29	-5.76
p-valor	0.23 <sup>ns</sup>	0.22 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>ns</sup>	0.57 <sup>ns</sup>	0.72 <sup>ns</sup>	0.01*	0.03*	0.08 <sup>ns</sup>	0.84 <sup>ns</sup>	0.11 <sup>ns</sup>	0.39 <sup>ns</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	0.03*	0.93 <sup>ns</sup>	0.08 <sup>ns</sup>	0**

\*\*Diferencias altamente significativas \* Diferencias significativas<sup>ns</sup> Diferencias no significativa

Tabla 10. Promedios obtenidos para altura de la primera vaina en seco (APVS), espesor del tallo en seco (ETS), altura de planta (AP), número de macollos por planta (NMP), número total de plantas en seco (NTPS), número de vainas por planta (NVP), rendimiento de vaina (RV), número de granos por vaina (NGV), longitud de vaina (LV), ancho de vaina (AV), longitud de semilla (LS), ancho de semilla (AS), espesor de semilla (ES), rendimiento de grano seco (RGS), peso de 100 semillas secas (P 100 SS), en el análisis de la línea promisorio LH13 más una variedad testigo. Ughsa, Imbabura. 2021.

Líneas	APVS (cm)	ETS (cm)	AP (cm)	NMP	NTPS	NVP	DCS	RV (kg ha <sup>-1</sup> )	NGV	LV (mm)	AV (mm)	LS (mm)	AS (mm)	ES (mm)	RGS (kg ha <sup>-1</sup> )	P 100 SS (kg)
LH 13	25.89	7.84	104.7	4.43	16.67	24.83	211.67	5146.06	2.64	112.2	20.77	23.93	17.83	7.1	3901.52	0.62
I-Serrana (testigo)	29.77	8.66	112.1	4.77	15	36.03	227.67	6680.41	2.6	106.5	19.4	22.13	13.93	7.17	5002.17	0.51
Promedio	27.83	8.25	108.4	4.6	15.835	30.43	219.67	5913.235	2.62	109.35	20.085	23.03	15.88	7.135	4451.845	0.565

**c. Localidad 3: Santa Isabel, Riobamba, Chimborazo**

**En vaina y grano tierno**

Adicionalmente, en la tabla 11, se presentan los principales resultados obtenidos de la evaluación de la línea H 13 en la localidad de Santa Isabel, Chimborazo. Los días a cosecha en tierno fue a los 237 días, mientras que en otras localidades como Ugsha fue de 173 días (Tabla 8). El rendimiento en vaina tierna fue de 19614.56 kg $ha^{-1}$ , superior al obtenido en las localidades de Santa Catalina y Ugsha, con 16078.73 kg $ha^{-1}$ (Tabla 4) y 18672.04 kg $ha^{-1}$ (Tabla 8) respectivamente. En rendimiento de grano tierno, el resultado fue de 6630.61 kg $ha^{-1}$ , casi similar al obtenido en las localidades de la EESC con 6209.79 kg $ha^{-1}$  y 7919.12 kg $ha^{-1}$  en Ugsha.

Tabla 11. Promedios obtenidos para altura de inserción de la primera vaina en seco (APV), altura de planta (AP), número de macollos por planta NMP, número de vainas por planta (NVP), días a la cosecha en vaina tierno (DCT), rendimiento de vaina tierna (RVT), rendimiento de grano tierno (RGT), en el análisis de la línea promisorio LH13. Santa Isabel, Chimborazo, 2021.

Variable	Descripción
AIPV	41.17 cm
AP	159.77 cm
NMP	3.83
NVP	26.8
DCT	237
RVT	19614.56 kg $ha^{-1}$
RGT	6630.61 kg $ha^{-1}$

**5. Conclusiones**

- En las localidades evaluadas, la línea LH13 de haba presentó mayor precocidad para cosecha en vaina tierna y en grano seco, alto rendimiento y tamaño grande del grano tanto en tierno como en seco; superando a la variedad comercial I-441 Serrana.
- Por lo tanto, la línea H13 de haba presenta una ventaja comparativa frente al testigo, INIAP 441 Serrana, en cuanto a precocidad, tamaño de vaina y grano y alto rendimiento.

**6. Recomendaciones**

- Validar en otras zonas de producción incluyendo evaluaciones participativas con agricultores de las diferentes zonas productoras de haba del país.
- Multiplicar semilla de la línea LH13 para garantizar una adecuada cantidad al momento de su liberación como nueva variedad mejorada.

**7. Referencias bibliográficas.**

- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). (2019). Superficie, según producción y ventas por cultivos transitorios (Hectáreas, Toneladas Métricas). Disponible en <https://www.ecuadorenclifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2>.
- International Board For Plant Genetic Resources (IBPGR) AND INTERNATIONAL CENTER FOR AGRICULTURAL RESEARCH IN THE DRY AREAS (ICARDA). (1985). Faba Bean Descriptors. Roma- Italia. 19 p.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2017). Informe Anual 2017. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2019). Informe Anual 2019. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- International Board For Plant Genetic Resources & International center For Agricultural Research in the Dry Areas, IBPGR & ICARDA. (1985). Faba Bean Descriptors. Roma- Italia.
- Kornerup, A., Wanscher, J.H. (1983). Methuen Handbook of Colour. 3 ed. Methuen London Ltd. 252 p.
- Peralta, E., Murillo, Á., Vásquez, J., y Pinzón, J. (1996). INIAP 441-Serrana variedad mejorada de haba (*Vicia faba* L.) de grano grande para la sierra ecuatoriana. Boletín divulgativo No. 259. Programa Nacional de Leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito. Ecuador. 70 p.
- Peralta, E., Murillo, Á., Caicedo, C., Pinzón, J., y Rivera, M. (2010). Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas. Cultivos y Costos de Producción. Segunda impresión. Programa Nacional de Leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito. Ecuador. 70 p.
- Peralta E., Murillo Á., Mazón N., Pinzón J, y Villacrés, E. (2013). Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas. Cultivos y Costos de Producción. Tercera edición. Programa Nacional de Leguminosas. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito. Ecuador. 70 p.

## 8. Anexos

### Anexo 1. Variables agronómicas y morfológicas. 2021.

Las siguientes variables fueron evaluadas de acuerdo a la descripción realizada por IBPGR e ICARDA(1985)

- Altura de la primera vaina

Medida en centímetros desde la base del suelo hasta el lugar de la inserción de la primera vaina. Promedio de 10 plantas escogidas al azar.

- Espesor del tallo (mm)

medida en milímetros del tallo principal de 10 plantas escogidas al azar. posteriormente se registra el promedio. la medición se efectúa en la parte media de la planta, en etapa temprana de formación de vainas.

- Altura de planta

medida desde la base del suelo hasta el ápice de la planta, en centímetros. realizada al momento de la cosecha en tierno. promedio de 10 plantas seleccionadas al azar.

- Número de macollos por planta

Promedio de 10 plantas escogidas al azar por parcela. La evaluación se realiza al momento de la cosecha en estado tierno.

- Número de vainas por planta

Variable registrada al momento de la cosecha en tierno, contabilizando todas las vainas productivas de la planta. Promedio de 10 plantas escogidas al azar en cada parcela.

- Días a la cosecha en tierno y en seco

Se realiza la contabilización de días transcurridos desde la siembra hasta que por lo menos el 50% de plantas de la parcela presenten características de madurez de cosecha en tierno y en seco.

- Número total de plantas en tierno y seco

registro del número total de plantas presentes en cada una de las parcelas de los tratamientos establecidos.

- Rendimiento de vaina (estado tierno y seco)

una vez que ha sido cosechada la parcela, tanto en estado tierno como en estado seco, se procede a pesar el rendimiento total de vainas en kilogramos. posteriormente, dependiendo del área de la parcela neta, se realiza la transformación a  $\text{kg ha}^{-1}$ .

- Número de semillas por vaina en tierno y seco

promedio del número de semillas de 10 vainas escogidas al azar en el momento de la cosecha en tierno y seco.

- Longitud de vaina (estado tierno y seco)

Registro en 10 vainas tiernas y secas (cosecha en verde y seco) tomadas al azar. La medición se realiza en centímetros, excluyendo el pico; posteriormente se registra el promedio.

- Ancho de vaina (estado tierno y seco)

Variable medida en centímetros, en 10 vainas maduras (cosecha en verde y seco), posteriormente se realiza el cálculo del promedio. La evaluación se realiza de sutura a sutura, en la parte más ancha de cada vaina.

- Longitud, ancho y espesor de semilla (estado tierno y seco)

Las tres variables se registran tanto en grano tierno como en grano seco; la medición se realiza en centímetros de 10 semillas tomadas al azar, posteriormente se registra el promedio.

- Peso de 100 semillas (estado tierno y seco)

Es el promedio en gramos de 2 muestras de 100 semillas tiernas escogidas al azar en cada parcela (en estado tierno y seco).

- Color de grano tierno y seco

Se observa el color de la semilla inmediatamente después de la cosecha (en tierno o seco), de acuerdo a la siguiente escala:

1. Negro
2. Café oscuro
3. Café claro
4. Verde claro
5. Verde oscuro
6. Rojo
7. Violeta
8. Amarillo
9. Blanco
10. Gris
11. Otro (especificar)

- Rendimiento de grano tierno y seco

Se cosecha tanto en estado tierno así como en estado seco, luego se realiza el desgrane y se registra el peso del grano (g). Para el cálculo en  $\text{kg ha}^{-1}$  se procede a hacer una relación del área de parcela a hectárea.

- Coloración negra del hilum de la semilla

La coloración del hilum de la semilla se identifica como: 1 Ausente, 2 Presente.

- Forma de la semilla

Se registra en base a la siguiente escala, en semillas cosechadas en estado seco:

1. Aplanado
2. Angular
3. Redondo
4. Mezclado

**Actividad 5.** Evaluación de líneas F<sub>7</sub> de arveja.

**Responsable:** Ángel Murillo.

**Colaboradores:** Diego Rodríguez, Laura Vega.

### 1. Antecedentes

La arveja (*Pisum sativum* L.), constituye un componente importante en los sistemas de producción de pequeños y medianos agricultores de las provincias de la Sierra ecuatoriana y es consumida en todas las regiones del Ecuador. Puede ser sembrada en monocultivo, en rotación con papa, cereales, hortalizas, o en asociación con otros cultivos. Se desarrolla en altitudes desde los 2000 a 3300 m, en diversos agroecosistemas (Peralta et al., 2013).

En el año 2020, de acuerdo a la ESPAC, se reportó la siembra de 7060 ha de arveja, de las cuales 5599 ha fueron destinadas para cosecha en tierno y 1461 ha para cosecha en grano seco, con rendimientos de 20142 t y 881 t respectivamente. En la Sierra ecuatoriana se han registrado 10 provincias productoras del cultivo (en tierno), de las cuales se destacan Carchi, Imbabura y Chimborazo con la mayor área sembrada (ESPAC, 2020).

Desde el año 1997, el Programa de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) del INIAP, ha liberado seis variedades mejoradas de arveja (mediante el método de mejoramiento de introducción y selección): INIAP 431 Andina, INIAP 432 Lojanita, INIAP 433 Roxana, INIAP 434 Esmeralda, INIAP 435 Blanquita e INIAP 436 Liliana (Peralta, et al., 2013), las mismas que están vigentes, así también ha generado alternativas de manejo agronómico, cosecha y poscosecha, con enfoque agroecológico (Peralta, et al., 2010). Sin embargo, para satisfacer la demanda de los consumidores, es necesario desarrollar nuevas y mejores líneas y variedades con características de precocidad, alto rendimiento y principalmente tamaño grande de grano y vaina.

En el año 2012 se realizaron tres cruzamientos entre progenitores de arveja con características agronómicas de interés, siendo una de las características principales el tamaño grande de vaina y grano (INIAP, 2012). En las poblaciones F<sub>2</sub> y F<sub>3</sub> obtenidas de estas cruza, se seleccionaron las mejores plantas en base a las características mencionadas, tanto en verde como en seco, al ser comparadas con la variedad testigo (variedad INIAP 436 Liliana). Durante los ciclos de cultivo 2017 y 2018, correspondientes a la cuarta y quinta generación respectivamente, se observó segregación para hábito de crecimiento y color de flor; por esta razón durante el ciclo de cultivo 2019 las plantas seleccionadas fueron sembradas y se seleccionó individualmente las mejores plantas, las cuales fueron sembradas en el ciclo de cultivo 2021 en dos repeticiones para la selección y cosecha de surcos homogéneos. Cabe recalcar que el número de poblaciones evaluadas se han reducido y provienen de dos cruza (LPA-2 x PERFECTA y PERFECTA x LPA-2) (INIAP, 2019).

Esta actividad se ejecutó con base al protocolo revisado y aprobado por el Comité Técnico de la Estación Experimental Santa Catalina en el año 2017.

## 2. Objetivos

### 3. General

Seleccionar las mejores líneas F<sub>7</sub> de buenas características agronómicas y calidad de grano.

#### Específico

- Evaluar y seleccionar las mejores de líneas F<sub>7</sub> de buenas características agronómicas como precocidad, alto rendimiento, tamaño grande de vaina y grano.

### 4. Metodología

El experimento fue implementado en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP, ubicada a 3050 m de altitud en la parroquia de Cutuglagua, cantón Mejía, provincia de Pichincha.

Las semillas provenientes de una planta seleccionada en el ciclo anterior (2019), fue sembrada en un surco de 3 m de largo, separados por 0.80 m, colocando una semilla cada 0.10 m. Cada tratamiento se implementó en dos repeticiones (Tabla 1). En total fueron sembrados 75 líneas.

Tabla 1. Número y origen de poblaciones F<sub>7</sub> de arveja evaluadas en el ciclo 2021. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

Nº	Cruza	No. de surcos sembrados
1	(LPA-2* X PERFECTA) F2 - F3-F4-F5-F6-F7	30
2	(PERFECTA X LPA-2) F2 – F3-F4-F5-F6-F7	43
	Quantum (testigo)	2
	Total	75

\*LPA-2 = (ESMERALDA X FINALE) S 11 = ECU- 18111

El manejo agronómico del cultivo se realizó de acuerdo a las recomendaciones de Peralta et al. (2013).

Para la evaluación y selección de los mejores surcos, en las etapas de floración y de cosecha en tierno se identificaron las plantas uniformes más precoces y con tamaño grande de vaina y grano en relación al testigo. Finalmente al momento de la cosecha en seco, se cosecharon los surcos seleccionados.

### 5. Resultados

De acuerdo a los resultados de la Tabla 2, fueron seleccionados 14 surcos homogéneos, con potencial para rendimiento y calidad de grano para cosecha en vaina tierno; pertenecen a 2 poblaciones de la cruza (Perfecta x LPA 2), sembradas en dos repeticiones. De la primera población se seleccionaron 8 surcos, 5 de la primera y 3 de la segunda repetición. De la segunda población, fueron seleccionados 6 surcos, 3 de cada repetición. Como se observa en los datos evaluados, todas las plantas presentan un promedio de 84 días al apareamiento de la primera vaina y el color de flor es blanco, al igual que el testigo comercial (Quantum). A excepción de una línea seleccionada, el resto presenta un hábito de crecimiento intermedio. La carga en verde se sitúa entre buena (1) y únicamente dos selecciones fueron regulares (2). Todas las plantas de los surcos seleccionados presentaron un tamaño de vaina grande, contrastante al tamaño pequeño del testigo. El número de plantas por surco varía de 4 a 20, así como el rendimiento, de 22.78 g a 180.54 g. Las semillas cosechadas tuvieron un color verde y crema, mientras que el testigo fue verde; y la textura de la

superficie de las semillas secas varió entre lisas (6 surcos) y una combinación entre lisas y semirugosas (8 surcos); mientras que las semillas correspondientes a la variedad Quantum fueron rugosas.

Tabla 2. Cruza, número de líneas seleccionadas (NLS), días a la aparición de la primera vaina (DPV), color de flor (CF), hábito de crecimiento (HC), tamaño de vaina en verde (TVV), rendimiento (gsurco<sup>-1</sup>, 2.4 m<sup>2</sup>), color de semilla (CS), superficie del grano en seco (SGS). De 14 líneas F<sub>7</sub> de arveja seleccionadas. EESC, Cutuglagua, Pichincha. 2021.

Cruza	NLS	DPV	CF	HC	CV	TVV	NTP	R (gsurco <sup>-1</sup> )	CS	SGS
(Perfecta x LPA 2) F2-F3- F4-F5-F6-F7	1	84	Blanca	Intermedia	2	Grande	4	22.78	C - V	Lisa, semirugosa
	2	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	12	51.82	C - V	Lisa
	3	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	16	168.34	C - V	Lisa, semirugosa
	4	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	18	180.54	C - V	Lisa, semirugosa
	5	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	8	121.66	C - V	Lisa, semirugosa
	6	84	Blanca	Intermedia	2	Grande	7	60.56	C - V	Lisa, semirugosa
	7	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	18	132.25	C - V	Lisa, semirugosa
	8	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	10	81.83	C - V	Lisa, semirugosa
	9	84	Blanca	Intermedia, Decumbente	1	Grande	10	163.33	C - V	Lisa
	10	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	14	106.11	C - V	Lisa, semirugosa
	11	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	11	154.35	C - V	Lisa
	12	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	11	104.74	C - V	Lisa
	13	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	20	118.59	C - V	Lisa
	14	84	Blanca	Intermedia	1	Grande	10	99.72	C - V	Lisa
Quantum (testigo)		84	Blanca	Intermedia	1	Pequeña	12	99.36	Verde	Rugosa

CS= Color de semilla: C - V= Crema / Verde

Cada uno de los surcos seleccionados y cosechados presenta una alta homogeneidad para características morfológicas y agronómicas; por lo que, para el siguiente ciclo de cultivo (2022), se evaluarán en ensayos de rendimiento.

## 6. Conclusiones

Se han seleccionado 14 líneas F<sub>7</sub> homogéneas en cuanto a precocidad, hábito de crecimiento, tamaño de vaina, color y superficie del grano; con características superiores a la variedad testigo.

## 7. Recomendaciones

Implementar ensayos de adaptabilidad y rendimiento.

## 8. Referencias bibliográficas.

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). (2020). Superficie, según producción y ventas por cultivos transitorios (Hectáreas, Toneladas Métricas). Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2>.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. (2019). Informe Anual 2019. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 94 p.

Peralta, E., Murillo A., Mazón, N., Pinzón, J. y Villacrés, E. (2013). *Manual agrícola de fréjol y otras leguminosas: cultivos, variedades y costos de producción*. Publicación Miscelánea N° 135. Tercera edición. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Sana Catalina, INIAP. Quito, Ecuador. 70 p.

**Actividad 6.** Multiplicación de semilla genética de variedades mejoradas de leguminosas y granos andinos.

**Responsable:** Ángel Murillo

**Colaboradores:** Diego Rodríguez, Laura Vega.

### 1. Antecedentes

El Programa de Leguminosas y Granos Andinos del INIAP ha generado variedades mejoradas mediante procesos de selección e hibridación, alto rendimiento, resistencia a enfermedades y calidad de grano (Murillo et al., 2012; Peralta, et al., 2013; Peralta et al., 2014). Como producto final del mejoramiento genético es la semilla genética de la variedad mejorada que posee características genéticas morfológicas y agronómicas propias que es capaz de reproducir la identidad a la siguiente generación y garantizar un buen cultivo y cosecha; por tanto, es importante mantener las características propias de cada variedad durante cada ciclo de cultivo (Doria, 2010).

La multiplicación de semilla genética es una actividad periódica que realiza el programa de mejoramiento del PRONALEG-GA. Adicionalmente, el almacenamiento de las reservas de la semilla debe ser realizado en condiciones adecuadas para el mantenimiento de los atributos genéticos, físicos (pureza, humedad, daños mecánicos, apariencia), fisiológicos (germinación, vigor, dormancia) y sanitarios (Velásquez, et al., 2008).

Durante el ciclo de cultivo 2021, se realizó la multiplicación de semilla genética en campo de leguminosas y granos andinos, con la finalidad de refrescar y mantener la pureza genética de la semilla, de manera que cumpla con los parámetros de calidad establecidos (FAO, 2006), y además para disponer de suficiente cantidad de semilla para actividades de investigación y producción no convencional de semilla. El protocolo aprobado de esta actividad fue enviada a la dirección de investigaciones con el Memorándum No. INIAP-EESC\_DIR-2020-0800-MEM

## 2. Objetivos

### General

Incrementar semilla genética de las principales variedades mejoradas de cultivos de leguminosas y granos andinos.

### Específicos

- Multiplicar semilla genética de las variedades mejoradas vigentes de cultivos de leguminosas (haba, arveja) y granos andinos (quinua, chocho, amaranto y ataco).
- Verificar la pureza genética de las variedades mejoradas vigentes de cultivos de leguminosas (haba, arveja) y granos andinos (quinua, chocho, amaranto y ataco).

## 3. Metodología

El incremento de semilla genética de leguminosas: haba y arveja; así como los cultivos de granos andinos, como chocho y quinua se realizó en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, mientras que el incremento de amaranto y ataco, en la Sección Oriental del INIAP – Estación Experimental Santa Catalina (Tabla 1).

Tabla 1. Georeferenciación de localidades en donde se implementaron los lotes de multiplicación de semilla genética de variedades vigentes de cultivos de leguminosas y granos andinos. 2021.

Variable	Localidades	
	Estación Santa Catalina	Sección Oriental - INIAP
Parroquia	Cutuglagua	Cutuglagua
Cantón	Mejía	Mejía
Provincia	Pichincha	Pichincha
Altitud (m)	3050	
Latitud	-0.83192º	
Longitud	-78.45110º	
Tipo de Suelo	Arcilloso	
Precipitación (mm)	1100	

La fertilización, siembra y manejo agronómico de los cultivos se basaron en las recomendaciones del INIAP (Peralta et al., 2014). Durante el desarrollo del cultivo hasta la etapa de madurez fisiológica, se verificaron las características morfológicas y agronómicas de las variedades de acuerdo al cultivo y se eliminaron las plantas atípicas.

La cosecha se realizó de forma manual. Posteriormente se efectuaron las labores de trilla, limpieza, selección y almacenamiento bajo condiciones adecuadas para que las semillas mantengan la viabilidad durante un periodo de tiempo prolongado (Peralta et al., 2013; Peralta et al., 2014). Una labor de poscosecha importante fue la verificación del contenido de saponina en las dos variedades de quinua.

#### 4. Resultados.

Tabla 2. Cantidad de semilla de fitomejorador (kg) obtenida a través de la multiplicación de semilla de variedades mejoradas de cultivos de leguminosas. 2021.

Haba		Arveja	
Variedad	Cantidad (Kg)	Variedad	Cantidad (Kg)
I-441 Serrana	28	I-436 Liliana	14

Tabla 3. Cantidad de semilla de fitomejorador (Kg), obtenida a través de la multiplicación de semilla de variedades mejoradas de cultivos de granos andinos. 2021.

Quinua		Amaranto		Ataco		Chocho	
Variedad	Cantidad (Kg)	Variedad	Cantidad (kg)	Variedad	Cantidad (kg)	Variedad	Cantidad (kg)
INIAP						INIAP 450	
Tunkahuan	10	INIAP Alegría	3.5	INIAP Rubí	5	Andino	3

En las Tablas 2 y 3 se reporta la cantidad de semilla genética obtenida a través del incremento de variedades de cultivos de leguminosas y granos andinos.

#### 5. Conclusiones.

Se realizó el refrescamiento de semilla genética de las variedades más cultivadas de leguminosas y granos andinos que serán utilizadas en investigación, difusión de las variedades y la producción de semilla básica por el Departamento de Producción de Semilla de la EESC.

#### 6. Referencias bibliográficas.

Doria, J. (2010). Generalidades sobre la Producción de Semillas: Su producción, Conservación y Almacenamiento. Cultivos Tropicales, vol.31 No.1 La Habana, Cuba.

- Monteros, C., Nieto, C., Caicedo, C., Rivera, M., Vimos, C. (1994). "INIAP-ALEGRÍA". Primera variedad mejorada de amaranto para la sierra ecuatoriana. INIAP. Programa de Cultivos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. 24 p.
- Murillo, A., Peralta, E., Mazón, N., Rodríguez, D., Pinzón, J. (2012). INIAP 484 Centenario. Variedad de fréjol arbustivo con resistencia múltiple a enfermedades. Boletín Divulgativo No. 421. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2006). Sistema de semillas de calidad declarada. Estudio FAO producción y protección vegetal. Roma.
- Peralta, E.; Mazón, N.; Murillo, A.; Villacrés, E.; Rivera, M.; Subía, C. (2009). Catálogo de variedades mejoradas de granos andinos: chocho, quinua y amaranto, para la Sierra ecuatoriana. Publicación Miscelánea N° 151. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., y Pinzón, J. (2013). Manual agrícola de fréjol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. 3ª Edición. Publicación Miscelánea No. 135.
- Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Sana Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., y Rodríguez, D. (2014). Manual agrícola de granos andinos: chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos, variedades y costos de producción. 4ª Edición. Publicación Miscelánea N° 69. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Sana Catalina, INIAP. Quito, Ecuador.
- Velásquez, J., Montero, A., y Tapia, C. (2008). Semillas, Tecnología de Producción y Conservación. Registro Nacional de Derechos No. 145. ISBN. 978-9978-92-658-1. Estación Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.

**Actividad 7.** Evaluación de la adaptación y rendimiento de líneas promisorias F<sub>9</sub> de fréjol arbustivo.

**Responsable:** Ángel Murillo

**Colaboradores:** Diego Rodríguez, Laura Vega.

### 1. Antecedentes

El fréjol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa de grano comestible más importante en Ecuador y representa una fuente esencial de nutrientes (24% de proteína en grano seco) e ingresos económicos para agricultores (Murillo et al., 1998; Tacán et al., 2010).

En Ecuador, se cultivan dos tipos de fréjol, los volubles, en monocultivo o asociado principalmente con maíz (Peralta et al., 2007), y los arbustivos, los cuales son producidos mayormente para la comercialización, sembrados generalmente en monocultivo en áreas de valle, entre 1200 a 2500 m y en estribaciones, entre 1000 y 2200 m (Peralta et al., 2010). Según la ESPAC (2020) durante el año 2020 se sembró aproximadamente 26685 hectáreas de fréjol para cosecha en tierno y seco, con una producción total de 24025 t.

En respuesta a la alta demanda de producción de fréjol arbustivo, el PRONALEG-GA del INIAP ha generado variedades de diferente color y calidad de grano, de acuerdo a los requerimientos del mercado, alto rendimiento y múltiple resistencia a las enfermedades (roya, mancha angular, antracnosis y pudriciones de raíz) (Murillo, et al., 2012; Peralta et al., 2014).

En el 2013 se realizaron cruzamientos con la finalidad de generar germoplasma promisorio con resistencia a enfermedades, calidad de grano y alto rendimiento. Desde la generación F<sub>2</sub>, las poblaciones segregantes fueron manejadas utilizando el método pedigree. En la F<sub>4</sub> fueron seleccionadas las primeras líneas con alto grado de homogeneidad para características como color y tamaño de grano, hábito de crecimiento y resistencia a enfermedades. Las reacciones a enfermedades fueron evaluadas en campo e invernadero: roya, antracnosis y mancha angular (INIAP, 2015). Las líneas F<sub>5</sub> - F<sub>6</sub> y posteriormente F<sub>6</sub> - F<sub>8</sub> las fueron evaluadas en ensayos de adaptación y rendimiento en diferentes ambientes (INIAP, 2016, 2017).

Durante el ciclo de cultivo 2021 se realizó la evaluación de adaptación y rendimiento de líneas promisorias F<sub>9</sub> de colores de grano rojo sólido, rojo moteado y blanco; de manera que la estabilidad y homogeneidad de resistencia a enfermedades y otras características agro morfológicas pueda ser verificada.

## 2. Objetivos

### General

- Evaluar y seleccionar las mejores líneas promisorias F<sub>9</sub> de fréjol arbustivo de diferentes colores de grano.

### Específicos

- Evaluar agrónomicamente 5 líneas promisorias F<sub>9</sub> más 3 testigos comerciales de fréjol arbustivo de diferentes colores de grano.
- Seleccionar las mejores líneas promisorias F<sub>9</sub> de diferentes colores de grano, que presenten buenas características agronómicas, calidad de grano, resistencia a enfermedades y rendimiento.

## 3. Metodología

La evaluación de 5 líneas promisorias de fréjol arbustivo F<sub>9</sub>: 2 líneas promisorias de grano de color rojo sólido, 2 de color rojo moteado y 1 de color blanco; más 3 testigos comerciales (un testigo por cada grupo de color de grano) (Tabla 1) se realizó en dos localidades: en la Granja Yachay, y en la localidad de Chaguayacu, en la provincia de Imbabura (Tabla 2).

Tabla 1. Líneas promisorias y variedades comerciales de fréjol arbustivo evaluadas en el ensayo de adaptación y rendimiento. Imbabura, 2021.

Codificación	Pedigree
LRS 4	((PORTILLA X I 402)-5-3F2 X CENTENARIO)F2-4 F3-F4-F5-5F6-F7-F8-F9
LRS 5	((PORTILLA X I 402)-5-3F2 X CENTENARIO)F2-5 F3-F4-F5-7F6-F7-F8-F9
I - 402 (T)	I - 402 (Testigo)
LB 11	((FANESQUERO X CAL 143) X FANESQUERO)F1 X (FABE ARG. X TB2)F2-4F4))F2-7F3-F4-F5-F6-F7-F8-F9
I-425 Blanco Fanesquero	I-425 Blanco Fanesquero (Testigo)
LRM 6	((INTAG X RMC 26)-2F2 X CENTENARIO)F2-6 F3-F4-F5-9F6-F7-F8-F9
LRM 7	((INTAG X RMC 26)-16F2 X CENTENARIO)F2-4 F3-F4-F5-7F6-F7-F8-F9
I-484 Centenario (T)	I-484 Centenario (Testigo)

Tabla 2. Georeferenciación de los sitios experimentales en donde se implementó el ensayo de adaptación y rendimiento de líneas promisorias F<sub>9</sub> de fréjol arbustivo de diferentes colores de grano. Imbabura, 2021

Variable	Localidad 1	Localidad 2
	Hacienda La Edelmira - Yachay	Chalguayacu
Parroquia	Tumbabiro	Ambuquí
Cantón	Urcuquí	Ibarra
Provincia	Imbabura	Imbabura
Altitud (m)	1913	
Latitud	0.46222º	
Longitud	-78.16277º	
Tipo de Suelo	Franco Arcilloso	

**Fuente:** Granja INIAP YACHAY, Hacienda La Edelmira, 2021.

El experimento fue establecido en un Diseño de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones. Las parcelas estuvieron conformadas por 4 surcos de 4 metros de longitud, separados a 0.8 m. La cosecha se realizó en 3 surcos, evitando los bordes; como resultado se obtuvo una parcela neta de 9.6 m<sup>2</sup>. Para la siembra se depositó 3 granos por sitio a 0.25 cm entre sí.

Durante el ciclo de cultivo se registró en la localidad de Yachay, datos de días a la floración, color de flor, reacción a enfermedades (antracnosis, ascoquita, mustia), salinidad, rendimiento en grano seco, proyectado a kgha<sup>-1</sup>, peso de 100 granos. En la localidad de Chalguayacu, se registró datos de vigor agrícola, carga, días a la cosecha, rendimiento (kgha<sup>-1</sup>) y peso de 100 granos (Anexo 1).

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA), y la prueba DMS de Fisher al 5% para las fuentes de variación significativas y se registró los promedios del resto de variables evaluadas. Los supuestos de homogeneidad de varianza y de normalidad de los datos se verificaron mediante las pruebas de Levene y Sahpiro-Wilks modificado respectivamente con un  $\alpha = 0.05$ . Para el análisis de los datos y verificación de supuestos del ADEVA se utilizó el software estadístico R.

El manejo agronómico del ensayo se efectuó de acuerdo a las recomendaciones del INIAP (Peralta et al., 2013).

#### 4. Resultados

##### Localidad 1: Yachay, Imbabura.

En base al Análisis de Varianza (Tabla 3) se observó diferencias altamente significativas para la variable días a la floración y diferencias significativas para rendimiento; mientras que para la variable de peso de 100 granos no se detectó diferencias estadísticas. Para la fuente de variación repeticiones, no hubo

diferencias estadísticas, lo cual se relaciona con la homogeneidad entre bloques y heterogeneidad entre líneas de evaluación, facilitando la selección de las mejores líneas.

Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) para días a la floración (DF), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), peso de 100 granos (P 100 G, g) de 5 líneas promisorias F<sub>9</sub> más 3 testigos comerciales de fréjol arbustivo. Yachay, Imbabura, 2021.

FV	GL	CUADRADO MEDIO		
		DF	R Kgha <sup>-1</sup>	P 100 G
Total	23			
Líneas	7	76.357 **	54932 *	44.902 <sup>ns</sup>
Repeticiones	2	14.625 <sup>ns</sup>	36325 <sup>ns</sup>	6.484 <sup>ns</sup>
Error experimental	14	12.196	45594	31.350

\*\*Diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), \* Diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). ns Diferencias estadísticas no significativas ( $p > 0,05$ ).

Las 2 líneas F<sub>9</sub> y la variedad I-402 de color de grano rojo sólido, fueron las más precoces en relación a los demás materiales evaluados. Las 2 líneas obtuvieron un nivel de reacción a la salinidad del suelo bueno y en el caso del testigo, este fue intermedio. Las líneas y el testigo fueron resistentes a antracnosis, y presentaron un nivel de resistencia intermedio a ascoquita y mustia (escalas 1-9). En cuanto a rendimiento, se destaca la línea LRS 4, con 608.99 kgha<sup>-1</sup>, superando a la línea LR5 y al testigo, los cuales obtuvieron promedios similares, ubicándose ambos en el mismo rango. En cuanto a peso de 100 granos, no hubo diferencias estadísticas entre las líneas, pero sí comparadas con el testigo, el cual obtuvo un promedio inferior, de 47.73 g. El color de flor permite diferenciar entre la variedad testigo (flor blanca) con las líneas, las cuales presentan flor rosada (Tabla 4).

Las dos líneas de color de grano rojo moteado y el testigo I-484 Centenario no obtuvieron diferencias en cuanto a precocidad (51 a 53 días después de la siembra). En cuanto a reacción a salinidad, la línea LRM6 obtuvo una mejor adaptación con un promedio de 3.33 frente a una adaptación intermedia de la línea LRM7 y el testigo, con un promedio de 4, en la escala 1-9. Los materiales evaluados, incluyendo al testigo, obtuvieron un nivel alto de resistencia a antracnosis (de 1 a 2.3, en la escala 1-9), un nivel de resistencia intermedio para mustia y ascoquita; presentando la línea LRM6 mayor susceptibilidad a ascoquita (5, en la escala 1-9). En el análisis de las variables rendimiento y peso de 100 granos, las 2 líneas y el testigo se localizan en el mismo rango; por tanto, no presentan diferencias. El color de flor de la línea LRM6, al igual que la variedad I-484 fue rosado, mientras que la línea LRM7, presentó un color de flor blanco (Tabla 4).

La línea LB11 de color de grano blanco fue 5 días más tardía que el testigo I-425 Blanco Fanesquero. La reacción a salinidad fue intermedia tanto en la línea como en el testigo (5 y 6, en la escala 1-9). El nivel de resistencia de la línea y el testigo a ascoquita fue intermedio (4, en la escala 1-9) y se observó un nivel alto de resistencia para mustia (3, en la escala 1-9); mientras que el testigo registró un nivel de resistencia intermedio para antracnosis (6.3), frente a la línea que fue resistente (3.3, en la escala 1-9). La línea LB11 fue superior al testigo en rendimiento y peso de 100 granos, con un promedio de 347.50 kgha<sup>-1</sup> y 60.90 g; frente a 70.52 kgha<sup>-1</sup> y 57.40 g, respectivamente. El color de flor del testigo y de la línea LB11, fue blanco (Tabla 4).

Tabla 4. Promedio para salinidad (SAL, escala 1-9), severidad de ataque de antracnosis (SA, escala 1-9), severidad de ataque de ascoquita (SAQ, escala 1-9), severidad de ataque de mustia (SM, escala 1-9); prueba DMS al 5% para días a la floración (DF), rendimiento (R Kg ha<sup>-1</sup>), peso de 100 granos (P 100 G, g) y descripción del color de flor (CF: R: rosado, B: blanco) de 5 líneas promisorias F<sub>9</sub> más 3 testigos comerciales de fréjol arbustivo. Yachay, Imbabura, 2021.

Línea	DF	SAL	SA	SAQ	SM	R Kg ha <sup>-1</sup>	P 100 G	CF
LRS 4	46 bc	3.33	2.00	4.00	3.33	608.99 a	52.40 ab	R
LRS 5	44 c	3.33	1.00	4.33	3.67	374.69 ab	55.60 ab	R
I - 402 (T)	41 c	4.67	3.00	4.33	3.67	376.49 ab	47.73 b	B
LRM 6	51 ab	3.33	1.00	5.00	3.33	278.44 ab	50.80 ab	R
LRM 7	52 ab	4.00	2.33	4.00	4.33	306.39 ab	52.33 ab	B
I-484 Centenario (T)	53 a	4.00	1.67	4.33	3.67	300.59 ab	53.70 ab	R
LB 11	56 a	6.00	3.33	3.67	2.67	347.50 ab	60.90 a	B
I-425 Fanesquero (T)	51 ab	5.00	6.33	4.33	3.00	70.52 b	57.40 ab	B
Promedio	49	4.21	2.58	4.25	3.46	332.95	53.86	

### Localidad 2: Chalguayacu, Imbabura

En la Tabla 5 se observa el Análisis de la Varianza para la localidad de Chalguayacu. Se identificaron diferencias significativas para rendimiento y altamente significativas para peso de 100 granos; mientras que para días a la cosecha no se observó diferencias. En cuanto a la fuente de variación repeticiones, se observan diferencias estadísticas, lo cual indica heterogeneidad entre los bloques de evaluación debido probablemente a diferentes condiciones de suelo.

Tabla 5. Análisis de varianza (ADEVA) para días a la cosecha (DC), rendimiento (R, kg ha<sup>-1</sup>), peso de 100 granos (P 100 G, g) de 5 líneas promisorias F<sub>9</sub> más 3 testigos comerciales de fréjol arbustivo. Chalguayacu, Imbabura, 2021.

FV	GL	CUADRADO MEDIO		
		DC	R Kg ha <sup>-1</sup>	P 100 G
Total	23			
Líneas	7	12.946 <sup>ns</sup>	177295 *	114.57 **
Repeticiones	2	32.292 **	204249 *	27.81 **
Error experimental	14	4.911	46692	3.54

\*\*Diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ), \* Diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). ns Diferencias estadísticas no significativas ( $p > 0,05$ ).

Las dos líneas de color de grano rojo sólido y el testigo no presentaron diferencias en cuanto a precocidad (87 a 90 días a la cosecha). En cuanto a vigor y carga, el testigo I-402 fue ligeramente superior a las líneas

(3, en la escala 1-9), las cuales presentaron una valoración intermedia (4, en la escala 1-9). El rendimiento de la variedad testigo fue superior a ambas líneas de 1089.76  $\text{kg ha}^{-1}$ , frente a 541.99  $\text{kg ha}^{-1}$  de la línea LR5, que presentó el promedio más bajo. La línea LRS4 presentó el promedio más alto en el peso de 100 granos, con 52.16 g, frente al testigo, con 36.64 g (Tabla 6).

En la Tabla 6 no se observó diferencias en cuanto a precocidad de las 2 líneas de color rojo moteado con relación al testigo I-484 Centenario. En vigor y carga (cantidad de vainas), se desatacó la línea LRM7 con 3.33 y 2.67, en las escalas de 1-9, respectivamente, lo cual indica un buen crecimiento y una adecuada adaptación. En referencia al rendimiento y peso de 100 granos, las 2 líneas y el testigo se ubicaron en el mismo rango, sobresaliendo en rendimiento la línea LRM7 con un promedio de 519.39  $\text{kg ha}^{-1}$  y la variedad I-484 Centenario con un peso de 100 granos de 49.01 g (Tabla 6).

La línea de grano color blanco, LB11, al igual que en la localidad de Yachay, fue más tardía que el testigo I-425 Blanco Fanesquero. En la localidad de Changuayacu, el testigo fue superior en cuanto a vigor y carga, ya que la línea LB11, presentó un vigor 4.33 en la escala 1-9, el cual es bueno; y una carga de 5, que representa un valor intermedio en la escala 1-9. Pese a que la línea y la variedad testigo se ubicaron en el mismo rango, el testigo fue superior en rendimiento y peso de 100 granos, con 665.32  $\text{kg ha}^{-1}$  y 56.83 g respectivamente, frente a los valores presentados por la línea LB11 de 396.0  $\text{kg ha}^{-1}$  y 54.40 g (Tabla 6).

Tabla 6. Promedio para vigor agrícola (VAG, escala 1-9), carga (escala 1-9); prueba DMS al 5% para días a la cosecha (DC), rendimiento (R  $\text{Kg ha}^{-1}$ ) y peso de 100 granos (P 100 G, g) de 5 líneas promisorias F<sub>9</sub> más 3 testigos comerciales de fréjol arbustivo. Changuayacu, Imbabura, 2021.

Línea	DC	VAG	Carga	R $\text{Kg ha}^{-1}$	P 100 G
LRS 4	90 abc	3.67	4.00	705.85 b	52.16 bc
LRS 5	88 bc	4.00	4.00	541.99 b	46.60 d
I - 402 (T)	87 c	3.00	2.67	1089.76 a	36.64 e
LRM 6	92 ab	4.67	4.00	396.50 b	46.07 d
LRM 7	90 abc	3.33	2.67	519.39 b	48.64 d
I-484 Centenario (T)	90 abc	4.00	4.00	343.66 b	49.01 cd
LB 11	93 a	4.33	5.00	396.50 b	54.40 ab
I-425 Fanesquero (T)	88 bc	3.33	3.00	665.32 b	56.83 a
Promedio	90	3.79	3.67	582.37	48.79

## 5. Conclusiones

- De manera general, las líneas que se adaptaron mejor a las condiciones de ambos sitios de evaluación, presentaron mayor precocidad y los más altos promedios de rendimiento, fueron las líneas de grano de color rojo sólido. La línea de grano de color blanco LB11, obtuvo el mejor promedio en cuanto a peso de 100 granos.

- En la localidad de Yachay, todos los materiales evaluados obtuvieron un nivel intermedio de resistencia a la salinidad, un alto nivel de resistencia a antracnosis, excepto la variedad I-425 Blanco Fanesquero; y un nivel de resistencia intermedio a ascoquita y mustia.
- El vigor y la carga son características importantes para conocer el desarrollo y el potencial productivo de las líneas; en la localidad de Chalguyacu, de forma general, se observó una alta adaptación de los materiales evaluados. Únicamente la línea LB11 obtuvo un nivel intermedio de carga.
- Las líneas promisorias seleccionadas para el siguiente ciclo de cultivo, en base a sus características agronómicas y a la calidad de grano fueron: LRS 4 (rojo sólido), LRM 7 (rojo moteado) y LB 11 (blanco).

## 6. Recomendaciones

- Las líneas promisorias seleccionadas deben ser evaluadas en ensayos de adaptación y rendimiento en campos de agricultores de las principales zonas de cultivo de fréjol arbustivo, considerando diferentes ambientes agroecológicos. Se debe incluir además evaluaciones participativas.

## 7. Referencias bibliográficas

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1987). Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de Frijol. Aart van Schoonhoven y Marcial A. Pastor Corrales (comps). Cali, Colombia 56 p.

Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). (2020). Superficie, según producción y ventas por cultivos transitorios (Hectáreas, Toneladas Métricas). Disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2>

International Board For Plant Genetic Resources (IBPGR). (1982). Descriptors for *Phaseolus vulgaris*. Roma- Italia. 32 p.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2009). Informe Anual 2009. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2015). Informe Anual 2015. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2016). Informe Anual 2016. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2017). Informe Anual 2017. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2019). Informe Anual 2019. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos, Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.

- Murillo, A., Minchala, L., Ochoa, J., Peralta, E., Pinzón, J. (1998). Búsqueda de fuentes de resistencia a roya y Antracnosis en frejol arbustivo y voluble en Ecuador. In PROFIZA. Memorias de la Sexta reunión de Leguminosas de Grano de la zona Andina (RELEZA VI). Santa Cruz, Bolivia. p. 87–89.
- Murillo, A., Peralta, E., Mazón, N., Rodríguez, D., Pinzón, J. (2012). INIAP 484 Centenario. Variedad de fréjol arbustivo con resistencia múltiple a enfermedades. Boletín Divulgativo No. 421. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador.
- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Monar, C., Pinzón, J. (2010). Manual Agrícola de Fréjol y Otras Leguminosas: cultivos, variedades y costos de producción. Publicación Miscelánea No. 135, 2da edición. Quito, Ecuador.
- Peralta, E.; Murillo A., Mazón, N.; Pinzón, J.; Villacrés, E. (2013). Manual Agrícola de Fréjol y otras Leguminosas. Cultivos, variedades y costos de producción. Publicación Misceláneas No. 135. 3era edición. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 70p.
- Peralta, E., Murillo, A., Mazón, N., Rodríguez, D. (2014). Catálogo de variedades mejoradas de fréjol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) para los valles y estribaciones de la sierra ecuatoriana. Incluye huella digital y razas. Publicación Miscelánea No. 146. 3era edición. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito, Ecuador. 66 p.
- Tacán, M., Tapia, C., Willians, D., Willians, K. (2010). Cantón Cotacachi: Catálogo de agrobiodiversidad. Cotacachi, Ecuador. 95 p.
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). (2015). Judía común, alubia (*Phaseolus vulgaris*). Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. TG/12/9 Rev. 2. Ginebra, Suiza.

## 8. Anexos

### **Anexo 1. Variables evaluadas en el ensayo de adaptación y rendimiento de líneas promisorias de fréjol arbustivo. Imabura. 2021.**

#### **Días a la floración**

Se calcula como días después de la siembra, que coinciden con el inicio de la etapa de desarrollo R6, cuando el 50% de las plantas presentan una o más flores (CIAT, 1987).

#### **Días a la cosecha**

Se calcula como días después de la siembra, que coinciden con el inicio de la etapa de desarrollo R9, cuando el 50% de plantas hayan alcanzado su madurez fisiológica (CIAT, 1987).

#### **Adaptación vegetativa (vigor)**

Variable establecida cuando las plantas alcanzan su máximo desarrollo; es decir, en etapa R6 (floración); teniendo en cuenta el efecto que ejerce el hábito de crecimiento en el vigor de la planta. Se utilizó la siguiente escala (CIAT, 1987; INIAP, 2009; INIAP, 2016):

- 1 Excelente
- 3 Buena
- 5 Intermedia
- 7 Pobre
- 9 Muy pobre

#### **Adaptación reproductiva (carga)**

Se registró en etapa de madurez fisiológica (R9). Deben ser consideradas las siguientes características para la evaluación: número de vainas, número de granos por vaina y tamaño del grano. Se empleó la siguiente escala (CIAT, 1987; INIAP, 2009; INIAP, 2016):

- 1 Excelente
- 3 Buena
- 5 Intermedia
- 7 Pobre
- 9 Muy pobre

#### **Reacción a la Salinidad**

Para el registro de la reacción a la salinidad del suelo, se empleó la escala adaptada por CIAT, 1987:

- 1 Excelente
- 3 Buena
- 5 Intermedia
- 7 Pobre

9 Muy pobre

**Severidad de ataque de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)**

La evaluación se realizó de acuerdo a la escala propuesta por CIAT, 1987 (Tabla 7).

Tabla 7. Escala de evaluación de antracnosis de fréjol bajo condiciones de campo (CIAT, 1987). Imbabura. 2021.

Tipos de reacción	Síntomas
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad, inmunidad.
3	Presencia de muy pocas lesiones, generalmente en la vena principal del envés de la hoja o en la vaina, las cuales cubren aproximadamente el 1% del área foliar.
5	Presencia de varias lesiones pequeñas en el pecíolo o en las venas primarias y secundarias del envés de las hojas. En las vainas, las lesiones redondas y pequeñas (menos de 2mm de diámetro), con esporulación reducida o sin ella, cubren aproximadamente el 5% de la superficie de la vaina.
7	Presencia de numerosas lesiones grandes en el envés de la hoja. También se pueden observar lesiones necróticas en el haz y en los pecíolos. En las vainas, presencia de lesiones de tamaño mediano (más de 2 mm de diámetro) aunque también pueden hallarse algunas lesiones pequeñas y grandes, generalmente con esporulación, que cubren aproximadamente el 10% de la superficie de las vainas.
9	Necrosis severa evidente en el 25% o más del tejido de la planta como resultado de lesiones en hojas, pecíolos, tallos, ramas e incluso en el punto de crecimiento; esta necrosis causa frecuentemente la muerte de gran parte de los tejidos de la planta. La presencia de chancros cóncavos, numerosos, grandes y con esporulación puede ocasionar la deformación de las vainas, un bajo número de granos, y finalmente la muerte de las vainas.

Reacciones 1-3: resistencia completa; 4-6: resistencia intermedia; 7-9: susceptibilidad.

**Severidad de ataque de ascoquita (*Phoma exigua* var. *diversispora*)**

Variable evaluada de acuerdo a la escala de CIAT (1987) (Tabla 8).

Tabla 8. Escala de evaluación de la ascoquita de fréjol bajo condiciones de campo desarrollada por el CIAT. Imbabura. 2021

Escala	Síntomas
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad.
3	Presencia de pocas lesiones concéntricas pequeñas y oscuras, que cubren aproximadamente el 2% del área foliar o del área de las vainas.
5	Presencia de varias lesiones de tamaño pequeño a mediano (hasta 1 cm de diámetro), con esporulación limitada, las cuales cubren aproximadamente el 5% del área foliar o del área de las vainas.
7	Presencia de lesiones grandes con esporulación que cubren aproximadamente el 10% del área foliar o del área de las vainas. También pueden aparecer lesiones en tallos y ramas. En el follaje, estas lesiones pueden juntarse.
9	Presencia de lesiones grandes con esporulación que cubren aproximadamente el 25% o más del área foliar o del área de las vainas. Las lesiones de las hojas se juntan con frecuencia causando necrosis de segmentos grandes que suelen desprenderse dejando orificios en las hojas; el resultado es una defoliación prematura y severa. Las lesiones también cubren grandes segmentos del tallo y de las ramas, y las vainas infectadas, que contienen un número escaso de granos, con frecuencia se muestran arrugadas.

Reacciones 1-3: resistencia completa; 4-6: resistencia intermedia; 7-9: susceptibilidad.

#### Severidad de ataque de mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*)

Variable evaluada de acuerdo a la escala de CIAT (1987) (Tabla 9).

Tabla 9. Escala de evaluación de mustia hilachosa de fréjol bajo condiciones de campo (CIAT, 1987). Imbabura. 2021.

Tipos de reacción	Síntomas
1	Sin síntomas visibles de la enfermedad, inmunidad.
3	Aproximadamente de 5 a 10% de la parcela evaluada está infectada.
5	Aproximadamente de 20 a 30% de la parcela evaluada está infectada.
7	Aproximadamente de 40 a 60% de la parcela evaluada está infectada.
9	Más del 80% de la parcela evaluada está infectada.

Reacciones 1-3: resistencia completa; 4-6: resistencia intermedia; 7-9: susceptibilidad.

### **Rendimiento**

Una vez realizado el trillado y la limpieza del grano, se registró el peso por parcela en gramos. Posteriormente se realizó la transformación a  $\text{kg ha}^{-1}$  (IBPGR, 1982; UPOV, 2015; INIAP, 2016).

### **Peso de 100 granos**

Una vez realizado el trillado, la limpieza y selección del grano, se registró el peso de 100 granos escogidos al azar (INIAP, 2019).