



Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones
Agropecuarias

Fecha de Presentación: Noviembre 2012

Estación Experimental: Santa Catalina

Programa: Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos

Proyecto: SENESCYT 21.00.539.030 PIC-12-INIAP-011 Granos Andinos

Título: “Evaluación agronómica de 14 líneas F₅ de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Alaquez (Cotopaxi) y Cutuglagua (Pichincha), 2013”

Ubicación 1: Provincia: Pichincha
Cantón: Mejía
Parroquia: Cutuglagua

Ubicación 2: Provincia: Cotopaxi
Cantón: Latacunga
Parroquia: Alaquez

Autor: Diego Fernando Mina Chalá

Colaboradores: Ing. Eduardo Peralta I. (PRONALEG-GA, INIAP)
Ing. Ángel Murillo I. (PRONALEG-GA, INIAP)
Ing. Nelson Mazón O. (PRONALEG-GA, INIAP)
Ing. Héctor Andrade (Director, Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central)

Fecha de Inicio: Diciembre 2012

Fecha de Terminación: Septiembre 2013

Presupuesto: \$ 6487.16

Fuentes de Financiamiento: INIAP
Becario

Contenido

1. Antecedentes

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), es uno de los cultivos ancestrales, cuyo centro de origen se encuentra en los valles de la Zona Andina. La quinua muestra la mayor diversidad de genotipos y de progenitores silvestres en los alrededores del lago Titicaca entre Perú y Bolivia, encontrándose la mayor diversidad entre Potosí - Bolivia y Sicuani (Cusco) Perú FAO/RLAC/UNA, (1998). Su origen genético proviene de la cruce de dos diferentes especies diploides (con $2n = 18$ cromosomas), por lo que es una planta tetraploide con $2n=4x = 36$ cromosomas Simmonds, 1971 citado por McElhinny. No se ha podido identificar, hasta el momento las dos especies parentelas de la quinua, pero se sospecha, que ya no existen o que se encuentran entre las especies silvestres (Tapia *et ál.*, 1979).

Según Núñez, citado por Gandarillas, *et ál.*, (1979) no se conoce bien como se domesticó la quinua. Sin embargo, por hallazgos en el norte de Chile (complejo Chinchorro), señala que la quinua fue utilizada antes del año 3000 A.C. Martínez, citado por González, (2009), señala que este cultivo ha sido domesticado en Bolivia, Ecuador y Perú hace unos 3000 a 5000 años, como evidencia de dicha domesticación son el incremento en el tamaño del grano, cambio de coloración y fácil dispersión del mismo. En cuanto a la distribución prehispánica, Pulgar Vidal, citado por Gandarillas, *et ál.*, (1979) cree que tribus colombianas muy antiguas, cultivaban quinua y que habrían migrado al sur del continente, llevando las semillas; de esta manera pudo haber llegado la quinua al Ecuador y otros países Andinos.

En cuanto a nombres regionales de la quinua, hay tantos como idiomas y regiones la conocían. Robledocitado por Gandarillas, *et ál.*, (1979), especifica que los Chibchas (Colombia), la denominaron "pasca" lo que significa "la olla o comida del padre", en idioma aimara ha recibido nombres según la variedad, así: la morada se llamaba "cami", la blanca y más apreciada "ppfique", la colorada "kanallapi", la amarilla "cchusllunca", otra variedad amarillenta "ccachuyusi" y la silvestre "isualla", de acuerdo a Latham, (1936), él mismo señala que en el norte de Chile se cultivaba quinua y que en atacameño se llamaba "dahue". Toro, (1964), relaciona la antigüedad del cultivo y el origen de la domesticación de la quinua con el actual uso de las voces quechua "kiuna" y aimara "jupha" y "jiura" las ve como pruebas de que las razas aimara y quechua fueron las primitivas domesticadoras de esta planta.

Actualmente la quinua se cultiva en países como: Estados Unidos, Alemania, Francia, China, Tailandia, Polonia, Lituania, Hungría, Holanda, Canadá, Bélgica, India, República Checa, Palestina, España, Eslovaquia, Malí, Italia, Austria, Portugal, Ucrania, Vietnam, Luxemburgo, Dinamarca, Tanzania, Sudáfrica, y Etiopía. En Sudamérica se encuentra en Argentina, Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador, Perú y México, siendo Bolivia el máximo productor (Linares, 2007). La producción de quinua obtenida por tres países Andinos (Bolivia, Perú y Ecuador) en el año 2002 fue de 54.820 toneladas, siendo 2.381,27 toneladas destinadas para la exportación. Bolivia aporta el 85% de la oferta mundial de quinua, le sigue Perú con 10% y por último Ecuador con apenas el 5%. Estados Unidos es el principal importador de quinua, obteniendo éste una participación en la demanda de quinua en el año 2002 de 972,96 t, lo cual significa que el 41% de las exportaciones de quinua mundial van destinadas hacia ese mercado (Bohórquez *et ál.*, (2009).

En Ecuador este cultivo estuvo sometido a un proceso de “erosión genética”. Sin embargo, en las últimas décadas ha experimentado un importante crecimiento en su producción y uso. La producción está destinada al autoconsumo y al mercado local e internacional, tal es el caso de las provincias de Imbabura, Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Carchi y Tungurahua.(INIAP y Fundación IDEA, 2001). Según datos de la FAO, (2012), la producción promedio anual de quinua en el Ecuador en el año 2009 fue de 800 t, mientras que para el año 2010 se situó en 840 t promedio. Se estima que existe una superficie potencial de 148138 (86856 ha) sin limitaciones y 61582 hectáreas con limitaciones ligeras (Peralta *et ál.*, 2008).

La quinua es muy importante por sus características agronómicas y de adaptabilidad ecológica a las condiciones ambientales adversas de la zona andina, así como por su alto valor nutritivo (14,6% de proteína), además de la composición de aminoácidos Fleming y Galwey, citado por McElhinny, (2002), señala que por esto y los granos andinos no solo tienen importancia económica sino también tienen gran importancia social, ecológica, nutricional y funcional (real y potencial). Uno de los principales factores para su consumo es que pueden prepararse de diferentes maneras, ofreciendo una gran diversidad culinaria la cual está asociada a su amplia diversidad genética. Otro elemento que hace que estos alimentos sean importantes para las sociedades andinas es su gran potencial de comercialización en el mercado nacional e internacional. La población andina que vive en el exterior (migrantes), demandan los granos como la quinua, raíces, tubérculos y frutas nativas como productos nostálgicos(Rojas, 2010).

Si hablamos de la cantidad de proteína de las variedades de quinua, INIAP Tunkahuan contiene un 16.14% de proteína en grano lavado (desaponificado), 0.06% de Ca, 0.73% de P, 0.68% de K y 53ppm de hierro; mientras que la variedad INIAP Pata de Venado posee el 17.45% de proteína, 0.09% de Ca, 0.65% de P, 0.69% de K y 100ppm de hierro (Peralta *et ál.*, 2009).

Dentro de los principales limitantes en la producción de este cultivo se encuentran: limitada diversidad y potencial genético del germoplasma, plagas y enfermedades, factores climáticos adversos, degradación de suelos, pérdida de conocimientos ancestrales, poca competitividad de mercados, entre otros. Todo esto hace que la quinua ecuatoriana no sea competitiva en lo referente a los costos, sin embargo su alta calidad le da una ventaja comparativa frente a la competencia, la misma que le ha permitido obtener buenos precios en el mercado internacional.

A pesar de que en Ecuador el promedio de producción por área de quinua se encuentra entre 0,8 a 1,0 t/ha, representa un 30 a 50% más que en Perú y Bolivia, la mano de obra hace que la quinua ecuatoriana sea relativamente más cara, convirtiéndose en una limitante. Según los precios de quinua orgánica provenientes de los otros países, para ser competitivo, el país necesita aumentar su oferta de quinua y mejorar su productividad considerablemente (Jacobsen y Sherwood, 2002). En Ecuador la producción y comercialización está a cargo de las siguientes empresas privadas: ERPE (Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador), INAGROFA, MASCORONA, Camari, La Pradera, Don Vicho, Alimentos Vitales, Supermaxi, Mi Comisariato (Bohórquez *et ál.*, 2009).

Métodos de Mejoramiento

Por tratarse de una especie autógama con polinización cruzada frecuente Gandarillas, (1979), los métodos de mejoramiento aplicables para la quinua son aquellas desarrolladas para las autógamas de grano, esto considerando de que la quinua no pasa del 10% de alogamia Tapia *et ál.*, (1979). La elección del método de mejoramiento para la quinua dependerá de los objetivos del mejoramiento genético, las características del material de partida, de los recursos disponibles, el conocimiento de las técnicas de mejoramiento, etc. Los principales métodos de mejoramiento genético utilizados en quinua son: Selección panoja/surco, hibridación, método de la línea o pedigree, Selección masal (Gandarillas, 1979).

Selección individual en autógamas, es un método de selección basado únicamente en características fenotípicas deseables, su clave está en la selección visual de características fácilmente observables como altura de planta, susceptibilidad a enfermedades, precocidad, etc. El procedimiento consiste en hacer la selección de plantas antes de que ocurra la polinización, se deben reproducir entre ellas y para asegurar esto se eliminan las plantas no seleccionadas, eliminando las anteras, luego una vez ya ocurrida la polinización se seleccionan solo las plantas femeninas, pues aquí se encuentra todo el polen de todas las plantas de la población seleccionada, estas plantas seleccionadas son registradas y sembradas de forma individual en la próxima generación (Andrade, 2012).

En definitiva éste método se basa en mecanismos genéticos como la androesterilidad, para manejar éste parámetro en programas genotécnicos es conveniente conocer su estructura genética a través del tiempo. Los grados extremos de sistemas de apareamiento en genotecnia vegetal por parecido génico son el apareamiento aleatorio y la autofecundación, y entre estos extremos existe una gama de situaciones según sea el porcentaje de inter cruzamiento y el valor adaptativo de los diferentes genotipos (Márques, 1985).

El método de selección panoja/surco, consiste básicamente en aislar fenotipos para evaluarlos posteriormente por su genotipo, descansa en el principio establecido por Viimorin en Francia, quién señaló que el camino para evaluar un individuo es ensayar su progenie, el material para seleccionar puede provenir de una muestra comercial adquirida en los mercados rurales de los campos de cultivo o de colecciones de germoplasma, este material en el primer año se siembra en bloques lo suficientemente grandes para obtener un buen número de plantas, en dichas parcelas se autofecundan plantas seleccionadas de acuerdo a los caracteres buscados, el segundo año éstas plantas autofecundadas se siembran; se seleccionan los surcos más prometedores y uniformes, el resto es descartado. En el tercer año se siembran las plantas seleccionadas con una repetición para iniciar las evaluaciones, el cuarto año se hacen las pruebas de rendimiento, el quinto año las pruebas regionales y finalmente el sexto año se hace la distribución de semilla mejorada (Gandarillas, 1979).

El método de hibridación, ofrece buenas perspectivas para lograr objetivos como alto rendimiento, tamaño de fruto, resistencia a enfermedades y otros caracteres agronómicos importantes dichos caracteres se encuentran en diferentes razas o variedades. El análisis del comportamiento de estos factores, ligados a las

diferentes razas de quinuas, muestra que las posibilidades de obtener por selección una nueva variedad con los caracteres deseados, son poco probables. Para reunir en una sola variedad más caracteres favorables, hay que recurrir al cruzamiento de una o varias razas. Las técnicas de cruzamientos en sí varían en el cómo se lleva el procedimiento aunque de forma general primero se debe realizar una castración de las flores que servirán como madres y luego hay que polinizar con los granos de polen que tienen características deseadas (Gandarillas, 1979).

El método de selección masales uno de los métodos más fáciles, sencillos y económicos dentro del fitomejoramiento y consiste en mezclar toda la semilla proveniente de F_1 y se siembra en una parcela suficientemente grande para obtener la semilla F_2 . La semilla proveniente de esta última se siembra en la misma forma hasta obtener la generación F_6 , a partir de la cual se seleccionan las panojas previa evaluación, para continuar la evaluación con el método de línea. La semilla proveniente de cada generación se debe sembrar en cantidad suficiente para obtener una población considerable (Gandarillas, 1979).

Dentro del fitomejoramiento es importante considerar la resistencia; y en la quinua la principal enfermedad es el mildiu (*Peronospora farinosa*), enfermedad de importancia económica en las zonas agroecológicas de producción del Ecuador, tanto así que los mismos agricultores andinos manifiestan que ésta es una de las enfermedades más importantes en el cultivo (Gamarra *et ál.*, 2001). Desde 1999 al 2001 el INIAP con el apoyo del Proyecto de Resistencia Duradera para la Zona Andina (PREDUZA), realizó trabajos de mejoramiento genético para resistencia duradera a mildiu, los cuales estaban básicamente orientados a la evaluación de la resistencia a mildiu en accesiones de germoplasma local y a la selección de líneas promisorias con la participación activa de los agricultores. En este trabajo observaron que cuanto más precoz es la planta mayor es el grado de susceptibilidad y cuanto más tardía es la planta, mayor es la resistencia al hongo (Gamarra *et ál.*, 2001).

El INIAP inició los trabajos con quinua en la década de los años ochenta y entre los principales logros alcanzados están las variedades INIAP-Imbaya e INIAP-Cochasqui liberadas en 1986 (no vigentes), en 1992 se liberan las variedades INIAP-Ingapirca (no vigente) e INAP-Tunkahuan (vigente) (Peralta, *et ál.*, 2009). La última variedad de quinua lanzada por el INIAP fue la "Pata de Venado (Taruka Chaki)" (vigente), proviene de una entrada obtenida por intercambio de germoplasma con Bolivia (Ex-IBTA, EE. Patacamaya 1983), las principales y más importantes características de esta variedad es que es precoz y de grano dulce (bajo contenido de saponinas), desde el 2002 hasta el 2005 la nueva variedad fue evaluada en forma participativa con los agricultores y fue en ese mismo año donde se realizó su entrega (Mazón *et ál.*, 2008). Mediante el método de selección es muy difícil superar a estas variedades, por lo que es necesario iniciar un programa de mejoramiento genético por hibridación.

En el año 2009 el Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos (PRONALEG-GA) del INIAP, evaluó 519 accesiones del banco de germoplasma de quinua. Se observó que únicamente el 11% de los materiales del banco presentaron buenos niveles de resistencia intermedia a mildiu, la mayoría de accesiones fueron susceptibles a la enfermedad (INIAP, 2009). Además fueron seleccionadas 35 accesiones como posibles padres donantes de genes confirmándose el buen nivel

de resistencia al mildiu y la posibilidad de ser utilizadas en futuras cruzas. Con ocho progenitores seleccionados en el 2010, se realizaron 11 cruzamientos, para resistencia a mildiu, precocidad, grano grande y dulce (Peralta *et ál.*, 2011).

Antecedentes de obtención de líneas F₅ en INIAP.

Los materiales que se utilizarán para el desarrollo de la presente investigación se obtuvieron a partir de cruzas directas y recíprocas entre las variedades de quinua INIAP Tunkahuan x INIAP Pata de Venado realizadas en el año 2008, en el siguiente ciclo se sembraron y evaluaron las F₁ en la Estación Experimental Santa Catalina. Desde el año 2009 hasta el año 2012 se sembraron las poblaciones F₂ hasta llegar a obtener las líneas F₅. Desde la F₁ hasta la F₄ en cada filial se realizó selección individual de plantas, seleccionando las mejores panojas, las semillas F₄ fueron sembradas panoja/surco y a la cosecha fueron seleccionadas los mejores surcos (líneas)(ANEXO 3), de donde se obtuvo la semilla F₅ que será usada para el establecimiento del presente trabajo (INIAP, 2008, 2009, 2010, 2011).

2. Justificación

Como ya se mencionó, la quinua se caracteriza por su alto valor nutritivo debido a su composición, cantidad y calidad de proteína; por esto, es reconocida como uno de los alimentos de origen vegetal con mayor valor nutricional.

Sin embargo, las variedades mejoradas y tradicionales de quinua están adaptadas a las condiciones agroclimáticas locales y poseen buenas características organolépticas; pero son muy tardías, susceptibles a enfermedades, con altos contenidos de saponina (variedades amargas), grano mediano a pequeño y con bajo potencial de rendimiento. Por lo tanto, es necesario generar nuevas variedades con mejores características que las ya existentes (adaptabilidad, agronómicas, calidad del grano, nutricional, etc.) (Mazón *et ál.*, 2009).

Todo esto se puede alcanzar a través del mejoramiento genético por hibridación y el presente trabajo de investigación pretende aportar a éste proceso investigativo que viene desarrollando el PRONALEG-GA mediante la evaluación y selección de las mejores líneas F₅ de quinua, en base al grado de adaptabilidad (precocidad, resistencia a mildiu, grano mediano a pequeño y alto rendimiento). Por estos motivos, se propone la presente investigación, con la prioridad de cumplir los siguientes objetivos:

3. Objetivos

3.1. General

- Evaluar líneas F₅ de quinua, en base al grado de adaptabilidad en dos ambientes agroecológicos.

3.2. Específicos

- Evaluar la adaptabilidad de 14 líneas F₅ de quinua en base a precocidad, resistencia a mildiu, grano grande y alto rendimiento, en dos localidades.
- Evaluar agronómicamente 14 líneas F₅ de quinua en dos localidades.
- Analizar el contenido nutricional en las mejores líneas preseleccionadas.

4. Hipótesis

H₀: Las líneas F₅ de quinua no se adaptan en los dos ambientes.

5. Materiales y Métodos

5.1. Materiales:

Material Genético:

- Semilla de 14 líneas F₅ de Quinua y dos testigos (anexo 2)

Material de campo:

- Fundas de papel
- Tarjetas para las muestras (Etiquetas)
- Azadón y rastrillos
- Flexómetro, piolas y estacas
- Costales, guantes, cinta métrica para evaluaciones

Material de Laboratorio:

- Tubos de ensayo
- Balanza digital.
- Calibrador digital

Materiales y equipos para recopilación y análisis de información.

- Libro de campo
- Computador
- Calculadora, cámara digital

5.2. Metodología

La investigación iniciará con la siembra y establecimiento de las 14 líneas F₅ de quinua más los dos testigos en campo, tanto en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del INIAP (Cutuglagua-Pichincha); como en el Colegio Simón Rodríguez (CSR), parroquia Alaquez-Cotopaxi. En cada una de las localidades se dará un manejo agronómico con labores propias del cultivo como fertilizaciones, deshierbas, aporques, etc., conforme al desarrollo del cultivo se tomarán datos de variables en diferentes etapas fenológicas, hasta llegar a la cosecha. Luego en poscosecha se tiene previsto tomar datos de rendimiento, tamaño, diámetro, espesor y forma de grano, además del contenido de saponinas, peso de 100 semillas y peso hectolítrico. Los datos de las variables serán tabulados, analizados y al final las mejores líneas serán seleccionadas para terminar con un análisis completo del contenido nutricional.

5.2.1. Características del sitio experimental

La investigación se conducirá en la EESC del INIAP y en el CSR.

Cuadro 1. Características de las localidades de evaluación.

Características	Localidades	
	EESC	CSR
Provincia:	Pichincha	Cotopaxi
Cantón:	Mejía	Latacunga
Parroquia:	Cutuglagua	Alaquez
Altitud:	3057 m.s.n.m.	2850 m.s.n.m.
Latitud:	0 22 36 S	0 52 33 S
Longitud:	78 34 18 E	78 33 4 E
Temperatura promedio	11.6°C	14°C
Precipitación promedio anual	1500 mm	500 mm
Humedad relativa	79%	70%.

Fuente: INIAP, 2008 e INAMHI 2008, Anuario meteorológico

Elaborado: Diego Mina

Año: 2012

5.2.2. Factores en estudio

A. Líneas F₅ de quinua:

- L₁: (TUNKAHUAN X PDV)S17-1F₂-11F₃-1F₄
- L₂: (TUNKAHUAN X PDV)S17-1F₂-11F₃-2F₄
- L₃: (TUNKAHUAN X PDV)S17-1F₂-11F₃-3F₄
- L₄: (TUNKAHUAN X PDV)S28-1F₂-16F₃-2F₄
- L₅: (TUNKAHUAN X PDV)S28-1F₂-16F₃-3F₄
- L₆: (TUNKAHUAN X PDV)S28-1F₂-16F₃-4F₄
- L₇: (TUNKAHUAN X PDV)S20-2F₂-25F₃-1F₄
- L₈: (TUNKAHUAN X PDV)S20-2F₂-25F₃-3F₄

- L₉: (TUNKAHUAN X PDV)S20-2F₂-25F₃-5F₄
- L₁₀: (TUNKAHUAN X PDV)S20-2F₂-25F₃-6F₄
- L₁₁: (TUNKAHUAN X PDV)S33-3F₂-37F₃-1F₄
- L₁₂: (TUNKAHUAN X PDV)2F₂-51F₃-4F₄
- L₁₃: (TUNKAHUAN X PDV)4F₂-53F₃-6F₄
- L₁₄: (TUNKAHUAN X PDV)8F₂-57F₃-1F₄
- L₁₅: VARIEDADINIAP TUNKAHUAN (TESTIGO)
- L₁₆: VARIEDADINIAP PATA DE VENADO (TESTIGO)

B. Localidades (sitios):

- S₁: Estación Experimental Santa Catalina (Mejía- Pichincha)
- S₂: Colegio Simón Rodríguez (Latacunga-Cotopaxi)

5.2.3. Tratamientos

Los tratamientos del ensayo resultan de la combinación de los niveles de los factores en estudio y se presentan en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Tratamientos a aplicarse en la "Evaluación agronómica de 14 líneas F₅ de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Alaequez (Cotopaxi) y Cutuglagua (Pichincha), 2013".

Tratamientos	Nomenclatura	DESCRIPCION	
		LINEA	LOCALIDAD (Sitio)
t ₁	L ₁ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)S17-1F ₂ -11F ₃ -1F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₂	L ₂ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)S17-1F ₂ -11F ₃ -2F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₃	L ₃ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)S17-1F ₂ -11F ₃ -3F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₄	L ₄ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)S28-1F ₂ -16F ₃ -2F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₅	L ₅ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)S28-1F ₂ -16F ₃ -3F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₆	L ₆ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)S28-1F ₂ -16F ₃ -4F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₇	L ₇ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F ₂ -25F ₃ -1F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₈	L ₈ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F ₂ -25F ₃ -3F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₉	L ₉ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F ₂ -25F ₃ -5F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₁₀	L ₁₀ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F ₂ -25F ₃ -6F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₁₁	L ₁₁ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)2F ₂ -51F ₃ -4F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₁₂	L ₁₂ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)2F ₂ -51F ₃ -4F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₁₃	L ₁₃ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)4F ₂ -53F ₃ -6F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₁₄	L ₁₄ S ₁	(TUNKAHUAN X PDV)8F ₂ -57F ₃ -1F ₄	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)

t ₁₅	L ₁₅ S ₁	INIAP TUNKAHUAN (TESTIGO)	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₁₆	L ₁₆ S ₁	INIAP PATA DE VENADO (TESTIGO)	E E Santa Catalina (Mejía-Pichincha)
t ₁₇	L ₁ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)S17-1F2 -11F3 -1F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₁₈	L ₂ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)S17-1F2 -11F3 -2F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₁₉	L ₃ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)S17-1F2 -11F3 -3F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₂₀	L ₄ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)S28-1F2 -16F3 -2F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₂₁	L ₅ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)S28-1F2 -16F3 -3F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₂₂	L ₆ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)S28-1F2 -16F3 -4F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₂₃	L ₇ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F2 -25F3 -1F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₂₄	L ₈ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F2 -25F3 -3F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₂₅	L ₉ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F2 -25F3 -5F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₂₆	L ₁₀ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F2 -25F3 -6F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₂₇	L ₁₁ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)2F2 -51F3 -4F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₂₈	L ₁₂ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)2F2 -51F3 -4F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₂₉	L ₁₃ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)4F2 -53F3 -6F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₃₀	L ₁₄ S ₂	(TUNKAHUAN X PDV)8F2 -57F3 -1F4	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₃₁	L ₁₅ S ₂	INIAP TUNKAHUAN (TESTIGO)	CSR (Latacunga-Cotopaxi)
t ₃₂	L ₁₆ S ₂	INIAP PATA DE VENADO (TESTIGO)	CSR (Latacunga-Cotopaxi)

Elaborado: Diego Mina

Año: 2012

5.2.4 Fuentes de Variación (ADEVA):

Análisis en cada Localidad:

FUENTES DE VARIACIÓN	GL
TOTAL	95
TRATAMIENTOS	31
Líneas (V)	15
Localidades (L)	1
V X L	15
REPETICIONES	2
ERROR EXPERIMENTAL	62
Promedio: \bar{u}	
Coefficiente de Variación:	%

Elaborado: Diego Mina

Año: 2012

Análisis Total:

FUENTES DE VARIACION	GL
TOTAL	95
REPETICIONES	2
LOCALIDADES (S)	1
ERROR (a)	2
LÍNEAS (L)	15
L ₁₅ VS L ₁ L ₂ L ₃ L ₄ L ₅ L ₆ L ₇ L ₈ L ₉ L ₁₀ L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₁ VS L ₂ L ₃ L ₄ L ₅ L ₆ L ₇ L ₈ L ₉ L ₁₀ L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₂ VS L ₃ L ₄ L ₅ L ₆ L ₇ L ₈ L ₉ L ₁₀ L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₃ VS L ₄ L ₅ L ₆ L ₇ L ₈ L ₉ L ₁₀ L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₄ VS L ₅ L ₆ L ₇ L ₈ L ₉ L ₁₀ L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₅ VS L ₆ L ₇ L ₈ L ₉ L ₁₀ L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₆ VS L ₇ L ₈ L ₉ L ₁₀ L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₇ VS L ₈ L ₉ L ₁₀ L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₈ VS L ₉ L ₁₀ L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₉ VS L ₁₀ L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₁₀ VS L ₁₁ L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₁₁ VS L ₁₂ L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₁₂ VS L ₁₃ L ₁₄ L ₁₆	1
L ₁₃ VS L ₁₄ L ₁₆	1
L ₁₄ VS L ₁₆	1
SXL	15
ERROR (b)	62
Promedio:	
Coeficiente de variación (a): ... %	
Coeficiente de variación (b): ... %	

Elaborado: Diego Mina

Año: 2012

5.2.5. Unidad experimental

Cuadro 3. Descripción de la unidad experimental

Unidad Experimental	16 unidades por repetición, con un total de 48 unidades en todo el ensayo (por cada localidad)
Unidad Experimental Neta	3.50m ²
Area	12.80m ² para cada unidad (4 m x 3.2 m)
Forma	Rectangular
Número de surcos/unidad experimental	4
Densidad de siembra	10 kg/ha (3 g de semilla por cada surco)

Cuadro 4. Características del área del experimento en cada localidad

Área total del experimento	897.6m ²
Dimensiones del área del experimento	27.2 m x 33m
Área neta del ensayo	614.4m ²
Número total de hileras	192
Longitud de hileras	4m
Distancia entre surcos	0.80m
Número de surcos de las poblaciones testigo	8 por cada repetición

5.2.6 Diseño Experimental

Los datos se tabularán como un Diseño de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones para cada localidad y luego se realizará el análisis total como un Experimento en serie.

5.2.7. Análisis funcional

De diferenciarse los tratamientos, factores y la interacción con significación estadística, se analizarán los datos con una prueba de Tukey con un rango de confiabilidad del 95 %. De igual manera se procederá para las comparaciones ortogonales.

5.2.8 Variables y Método de Evaluación

AGRONÓMICAS:

- 1. Días a la emergencia:** Se registrará el número de días desde la siembra hasta observar aproximadamente el 50% de emergencia de las plántulas, Oñate, (2004). Esta variable se evaluará de acuerdo a la siguiente escala:
 - 1: Buena emergencia (mayor a 90%)
 - 2: Mediana emergencia (70 a 90%)
 - 3: Poca emergencia (menor a 70%)
- 2. Diámetro del tallo a nivel del suelo:** Esta variable se tomará de 10 plantas seleccionadas al azar dentro de cada parcela, este dato se registrará a la madurez fisiológica y se expresará en mm (Oñate, 2004).
- 3. Días al panojamiento:** Se contabilizarán los días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 50 % de las plantas de la parcela hayan iniciado la formación de panojas. (PROINPA, 2003).
- 4. Días a la floración:** Se contabilizarán los días transcurridos desde la siembra hasta que por lo menos el 50% de plantas de la parcela presenten el botón apical abierto (Oñate, 2004).

5. **Porcentaje de plantas acamadas:** Se registrará estableciendo una relación entre las plantas acamadas vs. las plantas no acamadas de cada hilera y esto se expresará en porcentaje. (PROINPA, 2003).
6. **Severidad del ataque de mildiu:** Esta variable se evaluará utilizando la escala de 1 a 9, donde: 1-3 representa el avance de la enfermedad hasta el primer tercio de la planta (parte baja), 4-6 si el patógeno ha llegado a afectar el segundo tercio y 7-9 si el patógeno ha afectado el último tercio de la planta, se tomarían cuatro evaluaciones, la primera se tomaría desde el apareamiento de la enfermedad (aproximadamente a los 30 días después de la siembra), la segunda y tercera se tomarían un mes después cada una y por último la cuarta evaluación se realizaría cuando las plantas lleguen al estado de floración, la evaluación se realizará en dos de las cuatro parcelas de cada una de las líneas dentro de cada repetición, con los datos obtenidos se pretende calcular la AUDPC (área bajo la curva de progreso de la enfermedad) para hacer un mejor análisis de los resultados. (INIAP, 2009).

Se calculará con las cuatro lecturas de evaluación de severidad de ataque de mildiu y se lo hará con la siguiente fórmula: (McElhinny, 2002).

n-1

$$ABCPE = \sum_{i=1}^{n-1} (y_i + y_{i+1}) / 2 * (t_{i+1} - t_i)$$

i

Donde:

n = número de evaluaciones,

y = severidad de la enfermedad,

t = número de días después de la siembra.

7. **Altura de planta:** Se tomará a la madurez fisiológica del cultivo, tomando 10 plantas al azar por parcela neta, midiendo desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, se expresará en cm (Oñate, 2004).
8. **Longitud de panoja:** Se tomará a la madurez fisiológica, se medirá desde la base hasta el ápice de la panoja principal. Medida de 10 plantas tomadas al azar en cada parcela, se expresará en cm (Oñate, 2004).
9. **Diámetro de panoja:** Se medirá el diámetro de 10 plantas al azar a la madurez fisiológica, se expresará en cm (PROINPA, 2003).
10. **Días a la madurez de cosecha:** Se contabilizarán los días transcurridos desde la siembra hasta que por lo menos el 50% de plantas de la parcela presenten características de madurez de cosecha (Oñate, 2004).

- 11. Diámetro del grano:** Se medirá con pie de rey o calibrador digital, la medida se expresará en mm. (Promedio de 20 granos) (PROINPA, 2003).
- 12. Espesor del grano:** Se medirá utilizando un calibrador de granos, la medida se expresará en mm. (Promedio de 20 granos) (PROINPA, 2003).
- 13. Rendimiento por parcela:** Se pesará en gramos la cantidad de semilla obtenida por parcela neta y se transformará en kg/ha (Oñate, 2004).
- 14. Peso de 100 semillas en gramos:** Se pesarán 100 semillas tomadas al azar dentro de cada una de las 16 líneas y se determinará el promedio en gramos (Oñate, 2004).
- 15. Peso hectolítrico:** Se tomará el peso hectolítrico con la semilla obtenida de cada unidad experimental y se expresará en kg/Hl (Oñate, 2004).

OTRAS:

- 16. Contenido de saponina:** Para registrar la cantidad de saponina se utilizará el siguiente método: Se colocará 0.5g de grano de quinua en un tubo de ensayo, luego se añadirá 5mL. de agua destilada, tapar el tubo y sacudir vigorosamente durante 30 segundos, dejar reposar 10 segundos para que se establezca la espuma, finalmente medir la altura de la espuma desarrollada (Koziot, 1990).

$$\text{Cálculo: \%saponina} = 0.441 \times (\text{altura de espuma})/5$$

Se evaluará según:

- 1: quinuas libres de saponina: variedades que tienen 0.00 % de saponina.
- 2: quinuas dulces: variedades que tienen < 0.11 % de saponina.
- 3: quinuas amargas: variedades que tienen > 0.11 % de saponina

- 17. Análisis bromatológico completo:** Las líneas seleccionadas se enviarán al laboratorio (200 g de semilla). Se analizará los siguientes contenidos:

Cuadro 5. Elementos que se analizarán en la prueba bromatológica

ELEMENTOS	UNIDAD	ELEMENTOS	UNIDAD
Proteínas	(%)	Mg	(%)
Carbohidratos	(%)	K	(%)
Grasas	(%)	Na	(%)
Cenizas	(%)	Zn	ppm
Ca	(%)	Mn	ppm
P	(%)	Fe	ppm
Fibra	(%)	Cu	ppm

5.2.10. Manejo específico del experimento

El ensayo está planificado bajo el modelo del Diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones en cada localidad. Cada línea se la sembrará en parcelas compuestas por 4 surcos cada una, el surco tendrá una longitud de 4m; y estarán distanciados a 0.80m entre sí, el ensayo será sembrado con el sistema de siembra manual a chorro continuo, con una densidad de 3g de semilla por cada surco equivalente a 10 kg/ha.

En las 14 líneas F₅ más los dos testigos se realizará el manejo agronómico recomendado por Peralta *et ál.*, (2008) para el cultivo de quinua. Primero para la siembra se prepararán sobres con aproximadamente 3g de semilla, misma que se sembrará a chorro continuo, previa a la aplicación de fertilización de fondo (18-46-00), la siembra se realizará en diciembre 2012 para la localidad EE Santa Catalina y en febrero 2013 para la localidad del Colegio Simón Rodríguez.

Las labores culturales como el control de malezas y el aporque se llevarán a cabo entre los 45 y 60 días después de la siembra Peralta *et ál.*, (2008), se realizarán en forma manual, el uso de herbicidas puede influenciar el crecimiento y desarrollo de las plantas objeto de estudio. En caso de presentarse problemas con plagas como trozadores, se aplicará (Deltametrina, piretroide) en dosis de 400cc/ha (Peralta *et ál.*, 2008).

Conforme avance el crecimiento y desarrollo del cultivo se registrarán datos de días a la emergencia, diámetro de tallo a nivel de suelo, días al panojamiento y floración, porcentaje de plantas acamadas, severidad de ataque de mildiu, altura de planta, longitud y diámetro de panoja, días a la madurez de cosecha; todas estas variables serán evaluadas mientras se hacen las labores culturales necesarias.

La cosecha se realizará de forma manual e individualmente cada una de las líneas en las tres repeticiones, luego una vez realizada la labor de trilla, limpieza y selección de la semilla; se procederán a registrar datos de diámetro y espesor de grano, rendimiento por parcela, peso de 100 semillas y peso hectolítrico, contenido de saponinas; todas estas y las anteriores variables descritas están consideradas dentro de las variables agronómicas.

Una vez se tengan seleccionadas la o las mejores líneas se enviará una muestra de aproximadamente 200 g de semilla al laboratorio de Nutrición para que se haga un análisis bromatológico completo.

6. Cronograma

Cuadro 6. Cronograma de actividades para el proyecto de tesis, "Evaluación agronómica de 14 líneas F₅ de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Alaquez (Cotopaxi) y Cutuglagua (Pichincha), 2013".

MESES														
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Elaboración de anteproyecto	■													
Presentación al Comité		■	■											
Siembras				■	■	■	■	■						
Evaluación y medición de variables					■	■	■							
Procesamiento de Datos							■	■	■					
Corrección de tesis										■	■			
Presentación del proyecto final												■		

7. Presupuesto

Cuadro 7. Presupuesto del proyecto de tesis "Evaluación agronómica de 14 líneas F₅ de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Alaquez (Cotopaxi) y Cutuglagua (Pichincha), 2013".

RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	VALOR TOTAL USD
A. PREPARACIÓN DEL SUELO				
Arada y Rastrada	horas/tractor	1	15,00	15.00
Surcada	horas/tractor	1	15,00	15.00
Subtotal preparación del suelo				30.00
B. MANO DE OBRA				
Siembra	Jornal	2	12	24.00
Fertilización	Jornal	2	12	24.00
Deshierba	Jornal	2	12	24.00
Aporque	Jornal	2	12	24.00
Cosecha y Trilla	Jornal	2	12	24.00
Subtotal mano de obra	Jornal			120.00
C. INSUMOS				

Fertilizantes	Kg	3	0,75	2.25
Abonos Foliareos	Kg	2	8.00	16.00
Costales	Costal	100	0,25	25.00
Rótulos de tratamientos	Unidad	32	1.00	32.00
Subtotal Insumos				75.25
Subtotal A+B+C				225.25
D. OTROS				
Movilización		1	200,00	200,00
Material de oficina		1	100,00	100,00
Aranceles		1	400,00	400,00
Visita de tesis		2	50,00	100,00
Subtotal D				800.00
SUBTOTAL 1 (Aporte INIAP)				1025.25
OTROS				
Aranceles de Facultad	Unidad	1	302,00	302.00
Empastado	Unidad	6	8,50	51.00
Sueldo de tesista (Aporte SENESCYT)	Mensual	12	400,00	4800.00
SUBTOTAL 2				5153.00
TOTAL DE COSTOS				6178.25
Imprevistos (5 %)	%			308.91
GRAN TOTAL				6487.16

Elaborado: Diego Mina
Año: 2012

8. Bibliografía

1. Andrade, H. 2012. Métodos de mejora genética en maíz (*Zea mays*). s.l., s.e. 38 p.
2. Bohórquez, P; Riofrío, H. 2009. "Producción y comercialización de quinua en el Ecuador". Tesis Ingeniería Comercial. Guayaquil, EC, Escuela Superior Politécnica del Litoral. 248 p.
3. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1998. Prueba Americana y Europea de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). La Paz, BO. 138 p.
4. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2012. Cantidades de producción de cultivos por país. (Documento en Línea). Quito, EC. Consultado el 9 de enero 2013, Disponible en:
http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es#VISUALIZE_BY_DO_MAIN

5. Gandarillas, H. 1979. La quinua y la kañiwa. Cultivos andinos. Bogotá, CO, IICA/CIID. 120 p.
6. Gamarra, M; Bonifacio, A; Peralta, E.2001. Mejoramiento genético y participativo en quinua al mildew en Perú, Bolivia y Ecuador. In Danial, DL. Ed. Memorias de la Conferencia Internacional sobre: Futuras Estrategias para Implementar Mejoramiento Participativo en los Cultivos de las Zonas Altas en la Región Andina (2001, Quito, EC) .Quito, EC, PREDUZA. P 119-138.
7. González, S. 2009. Estudio de flujo de genes en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en campo de agricultores mediante el uso de marcadores microsatélites. Tesis de Ing. en Biotecnología. Sangolquí, EC, Escuela Politécnica del Ejército.120 p.
8. INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, EC). 2008. Anuario meteorológico no. 44-48. (Documento en línea). Quito, EC. Consultado 27 octubre 2012. Disponible en: <http://www.inamhi.gov.ec/html/anuarios.htm>
9. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC). Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. 2009. Informe anual 2008. Quito, EC. 91p.
10. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC). Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. 2010. Informe Anual 2009. 105 p.
11. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC). Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. 2011. Informe anual 2010. Quito, EC. 118 p.
12. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC). Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. 2012. Informe anual 2011. 110 p.
13. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, EC). 2001. Manual de producción de quinua de calidad en el Ecuador. (Documento en línea).Quito, EC. Consultado el 10 de octubre de 2012. Disponible en: <http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.concope.gov.ec>
14. Jacobsen, SE; Sherwood, S. 2002. Cultivo de granos andinos- Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. Quito, EC, FAO/CIP/CRS. 99p.

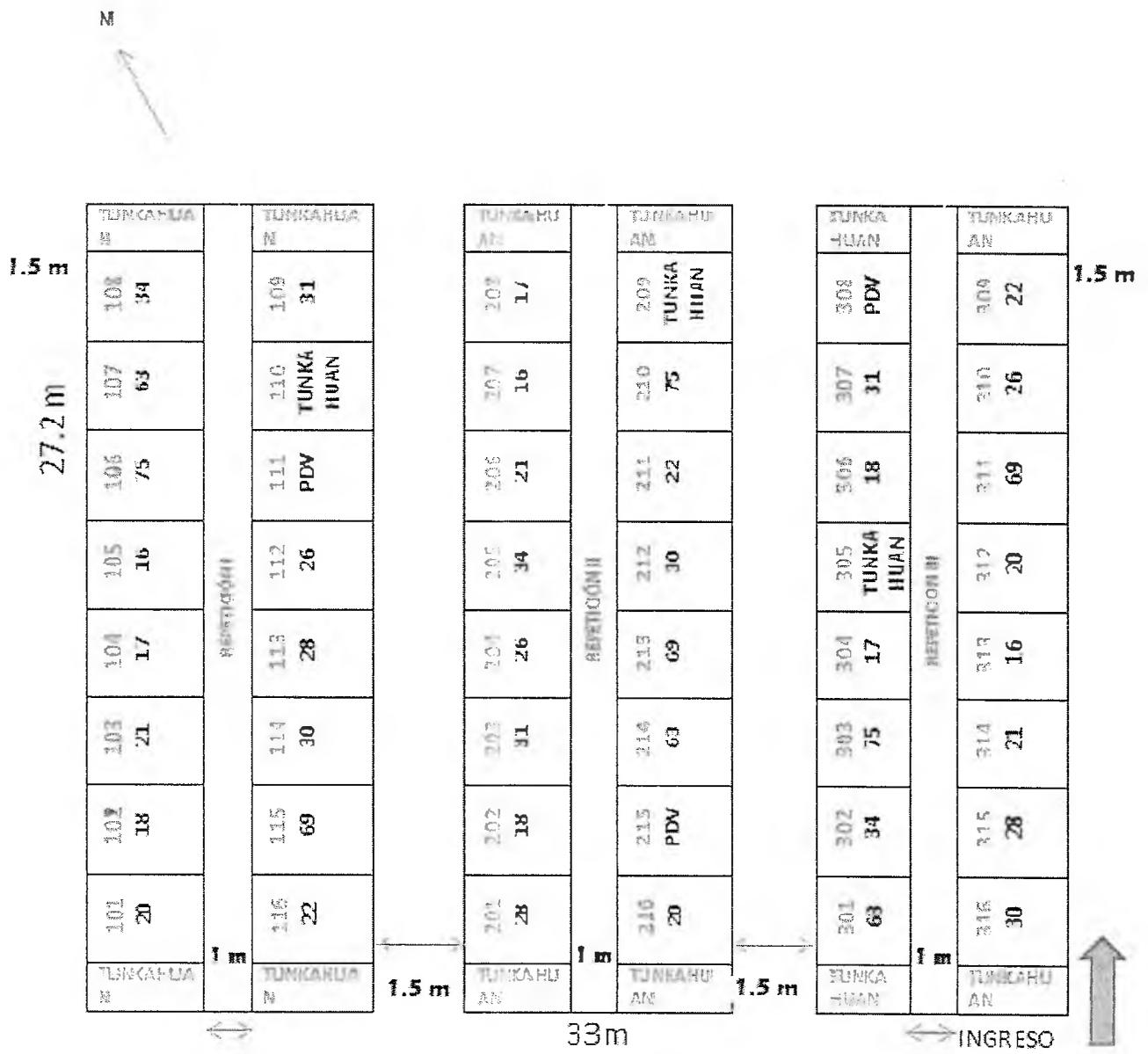
15. Koziot, MJ. 1990. Desarrollo del método para determinar el contenido de saponinas en la quinua. In Wahli, Ch. Quinua hacia su cultivo comercial. Quito, EC, LANTINRECO. p 175-179.
16. Latcham, R. 1936. La agricultura precolombina en Chile y los países vecinos. Santiago, CL, Universidad de Chile. 215 p.
17. Linares J. 2007. *Chenopodium quinoa* Willd. (Documento en Línea). Quito, EC. Elaborado: miércoles 16 de mayo 2007, Actualizado: domingo 29 de noviembre 2009. Consultado el 23 de octubre 2012, Disponible en <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=322&method=displayAAT>
18. Marques, F. 1985. Genotecnia vegetal. México, MX, A.G.T. editor. 260 p.
19. Mazón, N; Peralta, E; Monar, C; Subia, C; Rivera, M. 2008. INIAP Pata de Venado (Taruka chaki). Quito, EC, INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. 8 p. (Plegable no. 261).
20. Mazón, N; Peralta, E; Villacrés, E; Rivera, M; Subia, C. 2009. Investigación y desarrollo en granos Andinos: chocho y quinua. Un aporte a la seguridad y soberanía alimentaria de comunidades del cantón Saquisilí-Cotopaxi, Ecuador. Resumen de actividades y resultados de la fase 1 del proyecto INIAP-CORPOINIAP-McKNIGHT. Quito, EC, INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. 36p. (Boletín divulgativo no. 362).
21. McElhinny, E. 2002. Resistencia al mildiu (*Peronospora farinosa* f.sp. *chenopodii*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y aspectos de la evaluación participativa en la evaluación con agricultores en Ecuador. Mag. Sc. Thesis. Wageningen, NL, Universidad Wageningen. 123 p.
22. Mendoza, M. 1982. Comparación de Metodologías de fitomejoramiento en dos variedades temporales de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Mag. Sc. Chapingo, MX. Colegio de Posgraduados, Universidad Chapingo. 210 p.
23. Oñate, E. 2004. Evaluación del efecto del mildiu (*Peronospora farinosa*) en el crecimiento y desarrollo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), bajo diferentes fuentes de materia orgánica. Tesis Ing. Agr. Riobamba, EC, Escuela Politécnica de Chimborazo. 184 p.
24. Peralta, E; Mazón, N; Murillo, A; Rivera, M; Monar, C. 2008. Manual agrícola de granos Andinos: Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco. Cultivos variedades y costos de producción. Quito, EC, INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. 71p. (Manual no. 69).

25. 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. Quito, EC, INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Quito, EC. 24p. (Publicación Miscelánea no. 151).
26. Peralta, E; Mazón, N; Murillo, A; Rivera, M; Pinzón, J; Rodríguez, D. 2011. Memoria anual granos andinos. Quito, EC, INIAP. Estación Experimental Santa Catalina. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. 2 p.
27. PROINPA (Fundación para la promoción e investigación en productos andinos, BO). 2003. Descriptores para quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*). (Documento en línea). La Paz – Bolivia. Consultado el 19 de octubre de 2012. Disponible en: <http://laquinua.blogspot.com/2007/08/descriptores-de-quinua-2003.html>
28. Promueve Bolivia. Unidad de Apoyo al Exportador. Perfil Producto Quinua. (Documento en línea). La Paz, BO. Elaborado: 2011, consultado el 2 de noviembre 2012. Disponible en <http://www.promueve.gob.bo/-Directorio de exportadores>.
29. Rojas, W; Soto, JL; Pinto, M; Jäger, M. 2010. Granos, Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. La Paz, BO, Padulosi. 178 p.
30. Tapia, M. 1979. Historia y distribución geográfica. In Gandarillas, H. 1979. La quinua y la kañiwa. Cultivos Andinos. Bogotá, CO, IICA/CIID. p 11-19.

9. Anexos

9.1. Anexo 1

Distribución de los surcos de las poblaciones F₅ de quinua en las dos localidades



ANEXO 2: Codificación de las líneas F₅ de Quinua

N°	LINEA/ VARIEDAD	CODIFICACION
1	16	(TUNKAHUAN X PDV)S17-1F ₂ -11F ₃ -1F ₄
2	17	(TUNKAHUAN X PDV)S17-1F ₂ -11F ₃ -2F ₄
3	18	(TUNKAHUAN X PDV)S17-1F ₂ -11F ₃ -3F ₄
4	20	(TUNKAHUAN X PDV)S28-1F ₂ -16F ₃ -2F ₄
5	21	(TUNKAHUAN X PDV)S28-1F ₂ -16F ₃ -3F ₄
6	22	(TUNKAHUAN X PDV)S28-1F ₂ -16F ₃ -4F ₄
7	26	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F ₂ -25F ₃ -1F ₄
8	28	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F ₂ -25F ₃ -3F ₄
9	30	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F ₂ -25F ₃ -5F ₄
10	31	(TUNKAHUAN X PDV)S20-2F ₂ -25F ₃ -6F ₄
11	34	(TUNKAHUAN X PDV)S33-3F ₂ -37F ₃ -1F ₄
12	63	(TUNKAHUAN X PDV)2F ₂ -51F ₃ -4F ₄
13	69	(TUNKAHUAN X PDV)4F ₂ -53F ₃ -6F ₄
14	75	(TUNKAHUAN X PDV)8F ₂ -57F ₃ -1F ₄
15	TUNK	VARIEDADINIAP TUNKAHUAN (TESTIGO)
16	PDV	VARIEDADINIAP PATA DE VENADO (TESTIGO)

ANEXO 3: Proceso de obtención de las semillas F_5 de Quinua