



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).
Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**ADAPTABILIDAD DE TRES GENOTIPOS DEL CULTIVO DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* WILLD) EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

PRESENTADO POR:

Bach. María Noris Chinchay Córdova

ASESOR:

Ing. M. Sc. Tedy Castillo Díaz

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tarapoto – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTA DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
ÁREA DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE CULTIVOS

TESIS

ADAPTABILIDAD DE TRES GENOTIPOS DEL CULTIVO DE QUINUA
(*Chenopodium quinoa* WILLD) EN LA PROVINCIA DE LAMAS

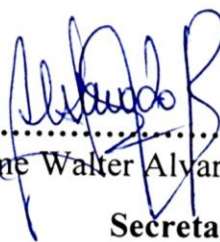
PRESENTADO POR:
Bach. María Noris Chinchay Córdova

Sustentado y aprobado ante el honorable jurado
el 16 de octubre del año 2017



.....
Dr. Carlos Rengifo Saavedra

Presidente



.....
Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez

Secretario



.....
Ing. María Emilia Ruiz Sánchez

Miembro



.....
Ing. M Sc. Tedy Castillo Díaz

Asesor

Declaratoria de Autenticidad

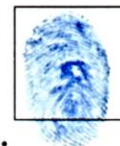
Yo, **María Noris Chinchay Córdova**, egresada de la Facultad de **Ciencias Agrarias de la Escuela profesional de Agronomía**, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto con la tesis titulada **“ADAPTABILIDAD DE TRES GENOTIPOS DEL CULTIVO DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* WILLD) EN LA PROVINCIA DE LAMAS”**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndose a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 26 de septiembre del 2017.



.....
María Noris Chinchay Córdova
DNI N° 72105514

Formato de autorización **NO EXCLUSIVA** para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	CHINCHAY CORDOVA MARIA NORIS	
Código de alumno :	101305	Teléfono: 948911864
Correo electrónico :	proyectperusac@gmail.com	DNI: 72105514

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de:	AGRONOMÍA

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(x)	Trabajo de investigación ()
Trabajo de suficiencia profesional	()	

4. Datos de trabajo de investigación

Título:	ADAPTABILIDAD DE TRES GENOTIPOS DEL CULTIVO DE QUINUA (Chenopodium quinoa WILD) EN LA PROVINCIA DE LAHNAS.
Año de publicación:	2017

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público*	(x)	Embargo ()
Acceso restringido	()	

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín -Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso contuyente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-cc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales – RENATI “ Las Universidades, institutos y escuelas de educación superior tiene como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA”.

.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T

Fecha de recepción del documento:

08/05/2018



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM-T

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

A mi querida madre la señora Genara Córdova García, mi querido padre, Duberly Chinchay Carrasco, por el ejemplo de honradez, rectitud, constancia y por el apoyo moral y económico que ha sido la base para cumplir uno de mis más anhelados sueños. A mis hermanos; Yaxeis, Esmen, Neiy, Milusca, Maridelsa, Emperatriz y Carmen, que me brindaron el apoyo en todo momento.

A mis amigos, que me apoyaron en el trascurso de mi formación profesional y moral, quienes influenciaron de manera positiva en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero y profundo agradecimiento a Dios por darme la vida, a mi alma mater Universidad Nacional de San Martín - T, a la Facultad de Ciencias Agrarias, a mis apreciados docentes, por su apoyo valioso y oportuno en transcurso de mi formación profesional.

Al Ing. M Sc. Tedy Castillo Díaz por su apoyo como asesor de tesis, maestro y amigo.

Al Ing. Agrónomo Luciano Fabian Carrillo Chiroque, investigador en el cultivo de quinua Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Piura por su apoyo como Co-asesor de tesis, y amigo incondicional.

Al Ing. Jorge Luis Peláez Rivera por su colaboración en campo, apoyo incondicional y amistad.

Expreso mi agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma han estado implicadas en el desarrollo de este trabajo, por su orientación y apoyo.

ÍNDICE

	Págs
RESUMEN	
ABSTRAC	
INTRODUCCIÓN	
CAPITULO I: REVISIÓN DE LITERATURA	
1.1. Origen de la quinua	3
1.2. Clasificación taxonomica	3
1.3. Propiedades nutricionales de la quinua	3
1.4. Distribución geográfica y ecología	4
1.5. Adaptabilidad	6
1.6. Requerimientos de la quinua	8
1.7. Fenología	9
1.8. Rendimiento económico	12
1.9. índice de cosecha	12
1.10 Características de los genotipos en estudio	13
1.11 Resultados de investigaciones en quinua	15
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1. Materiales	19
2.1.1. Ubicación del campo experimental	19
2.1.2. Ubicación del fundo “El Pacífico” y de la parcela experimental en Lamas	19
2.1.3 Historia del campo experimental	19
2.1.4 Características edafoclimáticas	19
2.2 Metodología	22
2.2.1 Diseño experimental	22
2.2.2 Material experimental	23
2.2.3. Características del campo experimental	23
2.2.4 Conducción del experimento	24
2.2.5 Labores culturales	26
2.2.6. Variables evaluadas	27
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSION	
3.1. Días al panojamiento, floración, al grano formado y a la madurez de cosecha.	30
3.2. Altura de planta (cm)	32

3.3. Diámetro del tallo (cm)	35
3.4. Longitud de la panoja (cm)	38
3.5. Diámetro ecuatorial de la panoja (cm)	40
3.6. Peso de la panoja por planta (g)	41
3.7. Peso de 1000 granos (g)	43
3.8. Índice de cosecha (%)	45
3.9. Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	47

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1: Características físico-químico del suelo	21
Tabla 2: Datos meteorológicos	22
Tabla 3: Análisis de varianza del experimento	22
Tabla 4: Tratamientos estudiados	23
Tabla 5: Genotipos, días a la madurez y clasificación	27
Tabla 6: Análisis de varianza para los días al panojamiento y para los días a la floración	30
Tabla 7: Análisis de varianza para los días al grano formado y a la madurez de cosecha	30
Tabla 8: Análisis de varianza para la Altura de planta	32
Tabla 9: Análisis de varianza para el diámetro del tallo	36
Tabla 10: Análisis de varianza para longitud de panoja	38
Tabla 11: Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial de la panoja	40
Tabla 12: Análisis de varianza para el peso de panoja por planta	42
Tabla 13: Análisis de varianza para el peso de 1000 semillas	44
Tabla 14: Análisis de varianza para el índice de cosecha	45
Tabla 15: Análisis de varianza para el rendimiento	48

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Págs.
Gráfico 1: Prueba de Duncan para promedios de días a panojamiento, floración grano formado y madurez de cosecha	31
Gráfico 2: Prueba de Duncan para promedios de altura de planta	33
Gráfico 3: Prueba de Duncan para promedios del diámetro del tallo	37
Gráfico 4: Prueba de Duncan para promedios de la longitud de la panoja	39
Gráfico 5: Prueba de Duncan para promedios del diámetro ecuatorial de la panoja	41
Gráfico 6: Prueba de Duncan para promedios del peso de la panoja	43
Gráfico 7: Prueba de Duncan para promedios del peso de 1000 granos	45
Gráfico 8: Prueba de Duncan para promedios de índice de cosecha	46
Gráfico 9: Prueba de Duncan para promedios del rendimiento	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1: Imagen satelital de Google Earth (2016)	19
Figura 2: Siembra de quinua Variedad INIA 431-Altiplano	24
Figura 3: Almacigo de quinua	24
Figura 4: Terreno listo para el trasplante	25
Figura 5: Kancolla	28
Figura 6: Negra de Oruro	28
Figura 7: INIA 431- Altiplano	28
Figura 8: a. Limpieza del grano, b. Pesado de la biomasa y c. Peso de 1000 granos de quinua	29

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico y productivo de tres genotipos de quinua *Chenopodium quinoa* Willd., en función a las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas. La investigación fue realizada en los terrenos del Fundo “El Pacífico”, ubicado políticamente en el distrito y provincia de Lamas, departamento de San Martín. Se utilizó el Diseño Estadístico de Bloques Completamente al azar (DBCA) con cuatro bloques y tres tratamientos. El distanciamiento entre hileras fue de 40 cm por 20 cm entre filas. La siembra se realizó con fecha 10/12/2015. Los resultados obtenidos indican que, el genotipo Kancolla fue el más precoz con 45 días al panojamiento, 65 días a la floración, 110 días al grano formado y 138 días a la madurez de la cosecha, seguido del genotipo de quinua Negra de Oruro con 55 días al panojamiento, 84 días a la floración, 130 días al grano formado y 158 días a la madurez de la cosecha y el genotipo INIA 431 se comportó como la más tardía con 62,3 días al panojamiento, 90 días a la floración, 145 días al grano formado y 162 días a la madurez de la cosecha. Los genotipos con mayor rendimiento, índice de cosecha y peso de 1000 granos y consecuentemente con mejor adaptabilidad fue el geotipo Kancolla con 3 566,7 kg.ha⁻¹ de rendimiento, 51,9% de índice de cosecha y 2,9 g de peso de 1000 granos, seguido de Negra de Oruro con 2 8880,6 kg.ha⁻¹ de rendimiento, 44,3% de índice de cosecha y 2,43 g de peso de 1000 granos y INIA 431 con 2 815,8 kg.ha⁻¹ de rendimiento, 40% de índice de cosecha y 2,69 g de peso de 1000 granos.

Palabras Claves: Adaptabilidad, genotipos, quinua, *Chenopodium quinoa*, variedades.

ABSTRACT

The following research aimed to evaluate the agronomic and productive behavior of three genotypes of quinoa *Chenopodium quinoa* Willd., According to agro-ecological conditions in the district of Lamas. The research was conducted on the grounds of Fundo "The Pacific" owned by Mr. Jorge Luis Pelaez Rivera, politically located in the district and province of Lamas, San Martin department. The statistical design of randomized complete block design (RCBD) with four blocks and three treatments were used. The row spacing was 40 cm by 20 cm between rows. Planting was dated 10/12/2015. The results indicate that genotype Kancolla was the earliest 45 days to panicle, 65 days to flowering, 110 days a formed grain and 138 days maturity of the harvest, followed by genotype Black quinoa Oruro 55 panicle days, 84 days to flowering, 130 days and 158 days formed grain maturity and harvest INIA 431 genotype behaved like the later with 62,3 days per panicle, 90 days to flowering, 145 days to 162 days fashioned grain and maturity of the crop. The genotypes with higher yield, harvest index and 1000 grain weight and consequently with better adaptability was the Kancolla geotype 3 566.7 kg ha⁻¹ yield, 51,9% of harvest index and 2,9 g of 1000 grain weight, followed by Black Oruro with 2 8880.6 kg ha⁻¹ yield, 44,3% of harvest index and 2,43 g weight of 1000 grains and INIA 431 2 815.8 kg.ha⁻¹ yield, 40% of harvest index and 2,69 g weight of 1000 grains.

Keywords: Adaptability, genotypes, quinoa, *Chenopodium quinoa*, variety.



INTRODUCCIÓN

La quinua *Chenopodium quinoa* Willd., es un grano nativo de los andes altamente nutritivo que posee aminoácidos esenciales, minerales, aceites, vitaminas y no contiene gluten; desde la década de los sesenta se empieza a reconocer su valor nutritivo y se inicia su exportación, generando recursos para las regiones más pobres donde se cultiva (Bois *et al.*, 2006).

Este cultivo cuenta con más de tres mil genotipos tanto cultivados como silvestres que se clasifican en cinco categorías según la gradiente altitudinal: genotipos del nivel del mar, del altiplano, de valles interandinos, de los salares y de las Yungas (Tapia *et al.*, 2000 y PROINPA, 2011). Crece tradicionalmente en los Andes de Bolivia, Perú y Ecuador, lugares donde es un alimento básico e importante (Rasmussen *et al.*, 2003).

Ha sido seleccionada por la FAO como uno de los cultivos destinados para combatir el hambre y la desnutrición en el mundo, en este siglo XXI (Jacobsen, 2003). La situación de la producción y distribución de alimentos en el planeta presenta desafíos de gran magnitud a los cuatro pilares de la seguridad alimentaria: disponibilidad, acceso, consumo y utilización biológica.

La quinua, puede hacer frente al cambio climático como lo sostiene la unión Europea que ha iniciado la expansión del cultivo desde los años 1970 y los programas que han intensificado su expansión a partir de 1993 (Jacobsen, 2014). Se adapta a diferentes climas desde el desértico hasta climas calurosos y secos (Espíndola, 1986). Existen reportes que indican que sobrevive a $-7,8^{\circ}\text{C}$ en etapas iniciales en condiciones de Montecillo, México, que se encuentra a 2245 m.s.n.m; tolera suelos de diferente textura y pH (Mujica, 1988). Su potencial excepcional de supervivencia y su alto valor nutritivo han hecho que este cultivo se convierta en un producto agrícola con valor estratégico importante para la seguridad alimentaria de la humanidad (PROINPA, 2011).

El Perú se caracteriza por poseer una amplia variabilidad de climas debido a factores entre los que destacan la influencia de la Cordillera de los Andes, las corrientes marinas, la dirección de los vientos alisios y su ubicación en latitudes tropicales. En la selva alta o

montaña, el clima es templado con temperatura promedio de 24°C y con humedad variable; en las planicies selváticas trasandinas es cálido y húmedo.

La región San Martín cuenta con suelos ácidos, neutros y básicos, con deficiencia de agua de mayo a setiembre y de diciembre a enero que podrían ser aprovechados por cultivos tolerantes como la quinua que tiene una amplia adaptabilidad. Por su contenido de hierro se podría insertar en la dieta alimentaria de la población para reducir la anemia de conformidad con el Plan Nacional de la reducción de la anemia 2017-2021 (MINSa, 2017), de esta manera podemos contribuir con la sostenibilidad.

Además, es un cultivo alternativo a cultivos ilícitos como la coca *Erythroxylum coca*, *Papaver somniferum* y *Cannabis sativa*. Por tal motivo se planteó el objetivo de Evaluar la adaptabilidad de tres genotipos de quinua *Chenopodium quinoa* Willd. en función a las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas, Evaluar el comportamiento agronómico de tres genotipos de quinua bajo condiciones agroecológicas del distrito de Lamas y Determinar el genotipo de quinua, con el mayor rendimiento en función a las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas.

Los resultados de las evaluaciones agronómicas y de productividad de los genotipos estudiados nos muestran que la quinua es adaptable al distrito de Lamas. Se deben hacer ensayos de campo para incentivar el cultivo. En este contexto la quinua constituye un cultivo estratégico para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria en la región.

CAPITULO I:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Origen de la quinua

La quinua es un cultivo andino tradicional que ha sido cultivado en los Andes de Perú y Bolivia por más de 7000 años (FAO *et al.*, 2012 y Yazar *et al.*, 2014); mientras que Espinoza (2016), señala que la quinua fue domesticada antes de los 5000 años a. C., deducción basada en los hallazgos arqueológicos hechos en Ayacucho Perú; “los años de existencia no es precisa”.

Las especies consideradas como ancestros de la quinua, *Chenopodium quinoa* Willd, son *Chenopodium hircintum*, *Ch. petiolare* y *Ch. berlandieri* (Tapia y Fries, 2007). También señalan que es importante reconocer que la quinua tiene un pariente muy cercano en el huazontle, *Chenopodium berlandieri* sub. sp *nuttaliae*, el cual fue cultivado intensamente hace muchos años por los aztecas en México.

La quinua fue descrita por Willdenow en 1778, como una especie nativa de Sudamérica, cuyo centro de origen, se encuentra en los Andes de Bolivia y Perú según Cárdenas, 1944 corroborado por Gandarillas, 1979 (PROINPA, 2011). Así mismo, indica que su área de dispersión geográfica es muy amplia, no sólo por su importancia social y económica, sino porque allí se encuentra la mayor diversidad de genotipos tanto cultivados técnicamente como en estado silvestre.

1.2. Clasificación Taxonómica

Pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Caryophyllales, familia Amaranthaceae, subfamilia Chenopodioideae, género *Chenopodium* y especie *Chenopodium quinoa* Willdenow (APG, 2009).

1.3 Propiedades nutricionales de la quinua

Cada 100 g de quinua contiene proteína 13%, grasa 6,10%, hidratos de carbono 71%, Azúcar 0%, hierro 5,20% y calorías 350 kcal; en proteínas supera a la leche vacuna y leche humana que tienen 3,5%, pero no supera a la carne, al

huevo y al queso según el Informe Agroalimentario (2009) mencionado por la (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2011).

1.4 Distribución Geográfica y Ecología

Su cultivo se extendió en casi toda la región andina incluyendo el Perú, Bolivia, Colombia (Pasto), Ecuador, Norte de Argentina (Jujuy y Salta) y Chile (Antofagasta) (PROINPA, 2011 y Espinoza, 2016). La quinua es considerada como un alimento sagrado, denominado *grano de los incas*, siendo empleada además para usos medicinales (Espinoza, 2016).

La distribución geográfica de la quinua en los Andes se extiende desde los 5° de Latitud Norte al sur de Colombia, hasta los 43° de la Latitud Sur en la décima región de Chile, y su distribución altitudinal varía desde el nivel del mar en Chile hasta los 4000 m.s.n.m.m. en el altiplano que comparten Perú y Bolivia según (PROINPA, 2011).

La distribución de la quinua en un territorio amplio con diversidad de climas, suelos, precipitación y altitud ha sido posible gracias a una serie de cambios en las características morfológicas y fisiológicas, que han permitido la adaptación del cultivo a diversos ambientes (Mujica *et al.*, 2001), quien afirma que los subtipos climáticos y nichos ecológicos tienen genotipos propios, producto de la selección natural y adaptación. Extendiéndose según Jacobsen (2014) al Reino Unido (1970), Estados Unidos (1980,) Canadá (1980), Holanda (1986), Marruecos y Dinamarca (1987), Francia, Italia Suecia, Polonia, República Checa, Austria y Grecia (1993).

Según su centro de domesticación, existen cinco grandes grupos de quinuas y que de acuerdo a su importancia se mencionan de la siguiente manera:

- a. **Quinuas del valle:** son propias de los valles andinos de 2000 a 3600 m.s.n.m.m., se cultivan mayormente en la parte Central y Norte del Perú. Son plantas de gran desarrollo, cuya altura varía de 2 a 2,5 m de altura, algunas llegan a medir hasta 3,5 m como las observadas en Urubamba (Perú) y Cochabamba (Bolivia) (Tapia *et al.*, 2000) quien señala que son ramificadas con períodos vegetativos mayores a los 220 días, rendimientos no muy altos,

con panojas de tipo amarantiforme muy laxa y semillas pequeñas.

En este grupo se encuentran fuentes de resistencia o tolerancia a la enfermedad del mildiu causado por *Peronospora farinosa*; crecen en valles secos (Junín) y en valles húmedos; existen variedades características como la Blanca y Rosada de Junín, Amarilla de Maranganí, Dulce de Quitopampa (Colombia), Dulce de Laso (Ecuador), Nariño y otras (Tapia, 1997 y Tapia *et al.*, 2000).

- b. Quinuas del altiplano:** crecen en el área circundante al lago Titicaca, entre los 3600 a 3800 m.s.n.m.m., pero pueden crecer a altitudes mayores; en esta área se encuentra la mayor variabilidad de caracteres y el mayor número de variedades mejoradas (Tapia *et al.*, 2000), manifiesta que son plantas de 1 a 1,8 m de altura con tendencia a un solo tallo, panoja terminal glomerulada densa y de semillas más pequeñas que las quinuas del valle, variables en su tolerancia al mildiú y al ataque de insectos, son tolerante a las heladas.

Entre las características de las variedades se mencionan: quinuas precoces (Illpa-INIA y Salcedo-INIA), semi-tardías (Blanca de Juli) y tardías (Kancolla, Chewecca, Tahuaco, Amarilla de Maranganí). El genotipo INIA 431-Altiplano logra rendimientos de 2800 kg. ha⁻¹, tiene amplia capacidad de adaptación que va del altiplano a la costa peruana INIA (2013).

- c. Quinuas de los salares:** plantas de 1,0 a 1,50 m, con tallo principal bien desarrollado, alto contenido de saponina, frutos con los bordes afilados, adaptadas a suelos salinos y con pH alto (7,5 a 8) (Tapia *et al.*, 2000). Las cuales prosperan bajo climas muy secos (300 mm de precipitación), los granos son amargos y tienen alto porcentaje de proteínas (Tapia *et al.*, 2014), son propias del Altiplano Sur de Bolivia (salar de Uyumi y Mendoza)

Se caracteriza por presentar granos dulces y de buen tamaño con período vegetativo aproximadamente entre 154 y 170 días, dentro de las cuales se encuentran las variedades Ratuqui, Rabura, Kellu, Michka y otros (Tapia *et al.*, 2000)

- d. Quinuas del nivel del mar:** Se cultivan al Sur de Chile en la zona de Concepción y Valdivia, son plantas de tamaño mediano (2 m de altura), presentan granos de color amarillo a rosados y amargos que se adaptan a fotoperiodos largos, en general no son ramificadas (Tapia *et al.*, 2000). El mismo autor menciona que están adaptadas a climas húmedos con temperaturas regulares sobre todo a latitudes de los 40° Longitud Sur; los genotipos más sobresalientes son: Quechuco de Cautin, Picharan de Maule, Baer, Litu.
- e. Quinuas de yungas o subtropicales:** localizadas en los valles interandinos de Bolivia, entre los 1500 y 2000 m.s.n.m.m., estas plantas tienen coloración verde oscura a la floración y en la madurez se tornan naranja, las semillas son pequeñas de color naranja, alcanzan hasta de 2,20 m pero están adaptadas a climas subtropicales lo cual les permite adecuarse a niveles más altos de precipitación y calor (Tapia *et al.*, 2000). En el Perú se cultivan las quinuas del Valle y del Altiplano (Apaza, 1995; Tapia, 2003; Bonifacio, 2003 y Gómez & Eguiluz, 2011).

1.5. Adaptabilidad

La región Andina, principalmente el Altiplano peruano - boliviano presentan una de las zonas ecológicas más difíciles para la agricultura moderna, cuyos límites altitudinales son de 3000 a 4000 m.s.n.m.m., con suelos frecuentemente aluviales y de escaso drenaje según (Espíndola, 1986). Sin embargo, es en esa zona han desarrollado las especies del género *Chenopodium*, (APG, 2009), cuya característica principal es su resistencia a condiciones climáticas y edáficas adversas. Las *Chenopodiaceae* pueden sobrevivir en lugares donde otros cultivos no pueden prosperar e incluye cultivos importantes para la producción de alimentos y forraje National Research Council, 1989 citado por (Bonifacio, 2003).

La quinua pertenece a dicho grupo y es caracterizada por una gran variedad y plasticidad entre especies, lo cual le permite crecer bajo condiciones climáticas y agronómicas diversas; su adaptación excepcional al medio ambiente son: la tolerancia a la sequía (Jensen *et al.*, 2000; García *et al.*, 2003; 2007, Jacobsen *et al.*, 2001, 2003, Bois *et al.*, 2006, Geerts *et al.*, 2008), a las heladas (Jacobsen *et al.*, 2005, 2007), a los suelos salinos (Koyro & Eisa 2008, Rosa *et al.*,

2009, Ruffino *et al.*, 2010, Jacobsen & Mujica 2003) y otros factores abióticos y bióticos adversos (Bertero *et al.*, 2004, Jacobsen *et al.*, 2006), todos los autores mencionado son citados por Jacobsen y Soronsen, (2010).

Por su amplia variabilidad genética, está bien adaptada a climas que van desde el desértico hasta los de la puna, crece desde el nivel del mar hasta altitudes como la del altiplano donde su cultivo tiene especial importancia (FAO *et al.*, 2012). Puede crecer con humedades relativas desde 40% hasta 88% (PROINPA, 2011) y de 40% en el altiplano hasta 100% en la Costa en los meses de mayor desarrollo de la planta enero y febrero (Mujica *et al.*, 2001) lo que facilita que las enfermedades fungosas como el mildiu, progresen con mayor rapidez, por ello en zonas con alta humedad relativa se debe sembrar variedades resistentes al mildiu.

Aún no hay umbrales definidos de temperaturas óptimas para el desarrollo de la quinua, sin embargo los investigadores sostienen que la temperatura adecuada para el cultivo es de 15°C a 20°C, pero puede soportar desde - 4°C hasta 38°C; es una planta eficiente al uso de agua, tolerante y resistente a la falta de humedad del suelo, obteniéndose producciones aceptables con precipitaciones de 100 a 200 mm (Mujica *et al.*, 2001 y PROINPA, 2011). Las variedades del valle están adaptadas a temperaturas que fluctúan entre 10 y 18° C y no son resistentes a las heladas (Jacobsen *et al.*, 2004).

Respecto a las temperaturas extremas altas, se ha observado que temperaturas mayores a 38°C producen aborto de flores, muerte de estigmas y estambres, imposibilitando la formación de polen, impidiendo así la formación de grano Junta del Acuerdo de Cartagena, 1990 citado por (Mujica *et al.*, 2001).

En el área andina, se ha descuidado el estudio del cultivo de la quinua, siendo relegado por algunos investigadores, como consecuencia de ello, son pocos los avances obtenidos en el aspecto agronómico, hecho que ha provocado que los rendimientos de granos sean bajos. Sin embargo los métodos de adaptación de la quinua al cambio climático consistirá en ubicar variedades tolerantes a la sequía, helada y granizada de los Andes; así, se elevarán los rendimientos económicos

favoreciendo desarrollo de los pobladores de la provincia de Ocros en la región Áncash y la provincia de Angaraes en la región Huancavelica (Espinoza, 2016).

1.6 Requerimientos de la quinua

La quinua prospera en suelos francos, poco arenosos, arenosos o franco arcillosos; semi profundo con buen drenaje (porque es muy susceptible al exceso de humedad, sobre todo en los primeros estados), con alto contenido de materia orgánica, con pendientes moderadas (Mujica *et al.*, 2001, Gómez & Aguilar, 2016).

El pH ideal para la quinua son los cercanos a la neutralidad; sin embargo, se obtienen producciones buenas en suelos alcalinos de hasta 9 de pH (Mujica *et al.*, 2001, Gómez & Aguilar, 2016). Así mismo se puede encontrar variedades cultivadas en suelos con pH desde 4,5 en los valles interandinos del Norte del Perú (Gómez & Aguilar 2016), existen genotipos adecuados para cada una de las condiciones extremas de salinidad o alcalinidad, por ello se recomienda utilizar el genotipo más adecuado para cada condición de pH y salinidad en el suelo; esto se debe a la amplia variabilidad genética de esta planta (Mujica *et al.*, 2001).

La quinua es un cultivo con diferentes requerimientos de humedad y temperatura (Tapia *et al.*, 2000), en el grupo del valle se presentan diferencias entre aquellas que se desarrollan en valles interandinos con acceso al riego, como ocurre en Urubamba (Perú), Cochabamba (Bolivia) y aquellas que se cultivan en secano como en Huaraz, parte alta del Mantaro, Ayacucho y Abancay (Perú). Las primeras alcanzan una altura hasta de 3,5 m (Tapia, 1997).

Las quinuas del altiplano como las variedades Kancolla, Blanca de Juli y Tahuaco se desarrollan bajo poca precipitación y condiciones climáticas favorables como en la zona circunlacustre del lago Titicaca, en lagunas o quebradas cercanas a ríos de donde son originarias; en cambio, existen otras variedades que se adaptan a las pampas altas como son la Cheweca y Witulla, con panojas coloreadas que soportan temperaturas bajas (Tapia *et al.*, 2000).

La humedad y temperatura según los grupos agroecológicos de quinua, requiere para las del Valle de 700-1500 mm y 3°C, Altiplano 400-800 mm y 0°C, Salares 250-400 mm y 1°C, Nivel del mar 800-1500 mm y 5°C, Yungas 1000-2000 mm y 7°C (Mujica *et al.*, 2001),

El mismo autor reporta que este cultivo crece y se adapta desde el nivel del mar hasta cerca de los 4000 m.s.n.m.m. Tapia & Fries (2007), señalan que la altitud óptima para las quinuas del Valle va de 2000 a 3400 m.s.n.m.m y para las quinuas de Altiplano va de 3800 a 4000 m.s.n.m.m, en general el mejor desarrollo del cultivo se tiene entre los 2800 a 3900 m.s.n.m.m. para la zona andina (Soto, 2010).

1.7 Fenología

Es el estudio de los cambios externos diferenciables y visibles que muestran las plantas como resultado de sus relaciones con las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad, suelo) del lugar donde se desarrollan. La fenología mide las diferentes fases de desarrollo de la planta, a través de la observación y determina los distintos eventos de transformación fenotípica de la planta, dando rangos de tiempo comprendidos entre una y otra etapa (Mujica, 2006).

Las fases pueden ser vegetativas o reproductivas y cuando se manifiestan exteriormente son llamadas fases visibles (desarrollo del botón floral, floración, etc.). Las fases invisibles son aquellas que no se pueden apreciar a simple vista como la germinación, lo cual hace más complejo su observación y registro Gastiazoro, 2002 citado por Quillatupa, (2009). El tiempo que transcurre entre dos fases sucesivas de una planta se denomina etapa Fuentes, 1996 citado por Quillatupa, (2009). Mujica (2006), determinó que la fenología de la quinua atraviesa por 13 fases importantes y claramente distinguibles. Las fases son las siguientes:

Emergencia se inició cuando los cotiledones emergen del suelo a manera de una cabeza, ello ocurre de los 5-6 días después de la siembra, en condiciones adecuadas de humedad.

Hojas cotiledóneas se forma cuando los cotiledones emergidos se separan y muestran las dos hojas cotiledóneas extendidas de forma lanceolada angosta, esto ocurre de los 7-10 días después de la siembra.

Dos hojas verdaderas: se forman después de las dos hojas cotiledóneas, aparecen dos hojas verdaderas extendidas que ya tienen forma romboidal y con nervaduras claramente distinguibles y se encuentran en botón foliar el siguiente par de hojas, ocurre de los 15-20 días después de la siembra.

Cuatro hojas verdaderas es cuando ya se observa dos pares de hojas verdaderas completamente extendidas y aún se nota la presencia de las hojas cotiledóneas de color verde, encontrándose en botón foliar las siguientes hojas del ápice de la plántula e inicio de formación de botones en las axilas del primer par de hojas; ocurre de los 25-30 días después de la siembra.

Seis hojas verdaderas: se observa tres pares de hojas verdaderas extendidas, tornándose amarillas y flácidas, las hojas cotiledóneas, se puede notar los botones axilares e incluso algunos en apertura, siendo evidente la presencia de hojas axilares, la cual inicia en la base de la planta y se dirige hacia el ápice de la misma. Esta fase ocurre de los 35-45 días después de la siembra.

Ramificación: se nota 8 hojas verdaderas extendidas y las hojas axilares extendidas hasta la tercera fila de hojas en el tallo, las hojas cotiledóneas se caen y dejan cicatrices claramente notorias en el tallo, también se observa la presencia de la inflorescencia protegida por las hojas sin dejar al descubierto la panoja, ocurre de los 45-50 días después de la siembra.

Inicio de panojamiento es cuando la inflorescencia va emergiendo del ápice de la planta, observándose alrededor aglomeraciones de hojas pequeñas con bastantes cristales de oxalato de calcio, las cuales van cubriendo a la panoja en sus tres cuartas partes. Ello ocurre de los 55-60 días después de la siembra. En esta fase ocurre el ataque de la primera generación de *Eurissacca quinoa* Povolmy “kconakona”.

Panojamiento: la inflorescencia sobresale con mucha nitidez por encima de las hojas superiores, notándose los glomérulos de la base de la panoja, los botones florales individualizados sobre todo los apicales que corresponderán a las flores pistiladas. Esta etapa ocurre de los 65-70 días después de la siembra; a partir de esta etapa se puede consumir las panojas tiernas como verdura.

Inicio de floración es cuando las flores hermafroditas apicales de los glomérulos se encuentran abiertos, mostrando los estambres separados de color amarillo, ocurre de los 75-80 días después de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía y heladas; ocurre amarillamiento y defoliación de las hojas inferiores sobre todo aquellas de menor eficiencia fotosintética.

Plena floración se considera cuando el 50% de las flores de la inflorescencia principal (cuando existan inflorescencias secundarias) se encuentran abiertas, esto ocurre de los 90-100 días después de la siembra.

Grano lechoso fase durante la cual los frutos al ser presionados entre las uñas de los dedos pulgares, explotan y dejan salir un líquido lechoso, ocurre de los 100-130 días después de la siembra. En esta fase el déficit de agua es perjudicial para la producción.

Grano pastoso es cuando los frutos al ser presionados presentan una consistencia pastosa de color blanco, ocurre de los 130-160 días después de la siembra, en esta fase el ataque de la segunda generación de *Eurissacca quinoae* Povolny “Kcona-Kcona” causa daños considerables, así mismo el déficit de humedad afecta fuertemente a la producción.

Madurez fisiológica: es la fase en la que la planta completa su madurez y se reconoce cuando los granos al ser presionados por las uñas presentan resistencia a la penetración, ocurre de los 160-180 días después de la siembra, en esta etapa el contenido de humedad del grano varía de 14 a 16%; el lapso comprendido desde la floración hasta la madurez fisiológica viene a constituir el período de llenado de grano.

1.8 Rendimiento Económico

Los rendimientos varían en función a la variedad, fertilidad, drenaje, tipo de suelo, manejo del cultivo en el proceso productivo, factores climáticos, nivel tecnológico, control de plagas y enfermedades, obteniéndose entre 800 kg.ha⁻¹ a 1500 kg.ha⁻¹ en años buenos. Sin embargo, según el material genético se puede obtener rendimientos de hasta de 3000 kg.ha⁻¹ (Tapia *et al.*, 2000).

El rendimiento potencial de grano es de 11000 kg.ha⁻¹; sin embargo, la producción más alta obtenida, en promedio, en condiciones óptimas de suelo, humedad, temperatura y en forma comercial está alrededor de 6000 kg.ha⁻¹ (Mujica *et al.*, 2001). La quinua produce (kg.ha⁻¹) en año seco 1000-1500, año húmedo 600-1000; según el nivel de fertilización baja 600, media 1200, alta 1800; pérdida de producción por efecto de plagas 40-50% y efecto de enfermedades 20-30% (Tapia & Fries, 2007).

Los rendimientos (kg.ha⁻¹) potenciales de la quinua en el altiplano de Puno, según la precipitación en tiempo seco producción baja de 500-700, en periodo muy lluvioso producción mediano de 700-900 y en periodo intermedio sin heladas producción alta 1200-1800 (Tapia, 2010).

1.9 Índice de cosecha

El índice de cosecha, es un marco fisiológico útil para investigar los efectos del ambiente y del genotipo en el comportamiento del cultivo (Apaza, 1995); en quinua se obtiene de la relación entre el peso de la semilla (rendimiento económico) y el peso seco de toda la planta, incluyendo la semilla (rendimiento biológico) (Piwandes, 2008), y en el campo se encuentra entre 0,3 y 0,5 fracción que representa el 30% y 50% (FAO *et al.*, 2012).

El parámetro índice de cosecha (IC) según Stoskopf (1981) y Garrido *et al.*, (2013) definen el índice de cosecha como el cociente o relación entre el rendimiento de grano (semilla) y la biomasa aérea total de las plantas (hoja, tallo, panoja) sin considerar las raíces y hojas caídas. Además, el desarrollo del índice de cosecha toma poco tiempo para los cultivares precoces y desde 80 a 100 días para los tardíos (FAO *et al.*, 2012).

En variedades los que obtuvieron mayor porcentaje de índice de cosecha fueron Blanca de Juli, Kcancolla y Salcedo INIA con 37%, 37% y 36%, respectivamente, y el menor porcentaje recayó a la variedad Blanca de Junín con 19%, por ser de ciclo biológico tardío; en ecotipos el que tuvo mayor porcentaje de índice de cosecha fue el ecotipo Choclito con 40%, seguido de Chullpi Blanco con 35%, y el menor porcentaje correspondió al ecotipo Qoitu con 34% (Marca *et al.*, 2015).

En el ensayo de evaluación del rendimiento de nueve genotipos de quinua *Chenopodium quinoa* Willd. bajo diferentes disponibilidades hídricas en ambiente mediterráneo (Garrido *et al.*, 2013) encontró el índice de cosecha de 49,70% para ambiente y 39,80% para GxE.

1.10 Características de los genotipos en estudio

a. Kancolla

Seleccionada a partir del genotipo local de la zona de Cabanillas, Puno, planta de color verde, tamaño mediano alcanzando 80 cm de altura, de ciclo vegetativo tardío, más de 170 días, grano blanco, tamaño mediano, con alto contenido de saponina, panoja generalmente amarantiforme, resistente al frío, granizo y al mildiu, rendimiento promedio de 2500 kg.ha⁻¹, segrega a otros colores desde el verde hasta el púrpura, muy difundida en el altiplano peruano Vergara, (2015).

Mientras que Apaza *et al.*, (2013), menciona que fue liberada en la región Puno en el año 1975, para la zona agroecológica circunlacustre y suni del altiplano entre los 3800 y 3900 m.s.n.m.m, con clima frío seco, precipitación pluvial de 450 a 600 mm, con temperaturas de 4° a 15°C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 8,0.

El mismo autor reporta que tiene ciclo vegetativo de 170 días (tardío), altura de planta 1,01 a 1,10 m, rendimiento promedio de grano 1500 a 2000 kg.ha⁻¹, diámetro del tallo 1,10 a 1,20 cm, longitud de panoja 30,20 cm, diámetro de panoja 6,20 a 7,80 cm, rendimiento de semillas por planta 31,00 a 35,40 g, peso de 1000 granos 2,70 g, días hasta la emergencia de plántulas a la superficie del suelo 7 días, días hasta el inicio de panoja 62 días, días hasta la

floración 116 días, días hasta la madurez fisiológica 170 días. También es tolerante a la baja temperatura, a la sequía y humedad.

Flores, 1960 citado por (Saavedra, 2013) Señala que el genotipo Kancolla es obtenido por la selección masal de ecotipos de Cabanillas (Puno), con grano mediano de 1,6 a 1,9 mm de diámetro, de color blanco o rosado, alto contenido en saponina, tipo de panoja glomerulada, periodo vegetativo 160 a 180 días (tardía) rendimiento de 3500 kg/ha-1, tolerante al mildiu, es muy atacado por la kaona (*Eurysaccaquinoa* Povof), recomendable para las zonas alejadas del lago Titicaca, como Juliaca, Cabanillas, Azangaro.

b. Negra de Oruro

Mujica 1996 y Camacho 2009 mencionan que presenta las siguientes características: es una quinua tardía, color del grano negro, forma redonda, tamaño del grano 2,1 a 2,8 mm.

c. INIA 431-Altiplano

Está adaptado a la zona agroecológica circunlacustre y suni del altiplano puneño entre los 3800 y 3950 m.s.n.m, con clima semiseco frio, precipitación pluvial de 400 a 560 mm, con temperaturas de 6° a 17°C, en suelos de textura franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 7,8; actualmente se cultiva en la Costa del Pacífico del Perú (Apaza *et al.*, 2013).

El mismo autor señala que su ciclo vegetativo es de 150 días para el altiplano y 120 días para la costa, altura de planta 1,50 m, rendimiento promedio de grano 3000 kg/ha⁻¹, diámetro del tallo 2,10 a 2,50 cm, longitud de panoja 33,80 cm, diámetro de panoja 8,60 cm, rendimiento de semillas por planta 30,50 g, peso de 1000 granos 3,30 g, días hasta la emergencia de plántulas a la superficie del suelo 7 días en el altiplano y 3 días en costa días hasta el inicio de panoja 60 días en el altiplano, días hasta la floración 97 días en el altiplano, días hasta la madurez fisiológica 150 días. Según su reacción a factores abióticos, es moderadamente tolerante a la baja temperatura, sequía y humedad.

1.11 Resultados de Investigaciones en quinua

Alanoca & Mamani (2014), evaluaron variables cuantitativas y cualitativas de tres variedades de quinua (Blanquita, Aynoka y Horizontes) en dos comunidades (Chiarhumani y Jatuqira) del Altiplano Central de Bolivia. Los resultados obtenidos indican que la variedad Aynoka registró mayor altura promedio en la comunidad Chiarhumani, superando a Jatuqira en 20,4 cm; esta diferencia en altura de planta entre ambas comunidades se atribuye a la distribución de semillas a mayor distancia, la longitud de panoja fue mayor para la variedad Horizonte en Jatuqira (19,4 cm) y para la variedad Blanquita en Chiarhumani (26,1 cm). La comunidad que registró la mayor longitud promedio de panoja fue Chiarhumani, el diámetro promedio de panoja fue mayor para la variedad Blanquita en ambas comunidades (4,12 cm en Jatuqira y 5,29 cm en Chiarhumani).

Zúñiga & Valencia (2014), evaluaron cuatro variedades de quinua: 2 variedades provenientes del Valle del Mantaro (Hualhuas y Huancayo), y las otras 2 variedades Pasankalla y Negra Kollana, provenientes de la Región Puno; el experimento se llevó a cabo en la Campaña agrícola en el 2012 – 2013 en las zonas productoras de quinua de las Regiones de Junín y Huancavelica como Conopa y Pampas ubicado en la provincia de Tayacaja departamento de Huancavelica, y las localidades de Aramachay y Azapampampa, ubicadas en la provincia de Jauja y Huancayo respectivamente, pertenecientes ambas a la Región Junín; concluyeron que en la localidad de Aramachay, se obtuvo los más altos rendimientos con las variedades Huancayo y Hualhuas con $2945 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $2938 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente, mientras que en la localidad de Azapampampa, destacaron por su alto rendimiento las variedades Hualhuas, Huancayo y Pasankalla con rendimientos de $2594 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $2578 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $2398 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ cada una.

En la localidad de Conopa, se obtuvo el rendimiento con las variedades de Hualhuas y Huancayo de $2625 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $2445 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente; finalmente en la localidad de Pampas, se obtuvo rendimientos con las variedades Huancayo, Hualhuas y Pasankalla con $2664 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $2523 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $2211 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en cada caso. Para parcelas con niveles de aplicación de compost, el nivel de $8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ dio mejor resultado en la localidad de Azapampampa con $2484 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; en la localidad de Pampas, se obtuvo un rendimiento de $2469 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; en Aramachay y Conopa no

se detectó diferencias significativas para la aplicación de compost. Para tamaño de grano, la variedad Pasankalla llegó a tener de 82,5% de granos mayores de 1,6 mm de diámetro, seguido de la variedad Huancayo con 72,6% de granos mayores de 1,6 mm de diámetro (Zúñiga & Valencia 2014)

Curti (2014), a través de su tesis aborda la caracterización morfológica, la evaluación fenológica y los patrones de interacción genotipo \times ambiente ($G \times A$) para rendimiento en grano, sus determinantes fisiológicos y componentes numéricos de un conjunto de poblaciones del germoplasma nativo de quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) del Noroeste Argentino, combinando localidades y años en tres ecorregiones de cultivo; los resultados mostraron que el germoplasma es altamente diverso a nivel fenotípico, reflejando variación en el ambiente de origen. Se observó amplia variación en el tiempo a floración entre poblaciones y ambientes evaluados y el patrón de respuesta fue coherente con una adaptación fotoperiódica cuantitativa a días cortos. Los efectos del fotoperiodo fueron más importantes en las poblaciones cultivadas a menor altitud, mientras que la temperatura lo fue para las poblaciones cultivadas a mayor altitud.

Marca *et al.*, (2015), evaluaron el potencial de comportamiento, adaptación y rendimiento de semilla de variedades mejoradas y genotipos de quinua en condiciones de valle de Majes-Arequipa, se utilizó como material biológico de Junín, y del altiplano de Puno.

Los resultados indican que la mayor altura de planta alcanzó la variedad Blanca de Junín con 165 cm y la menor altura correspondió a la variedad Kancolla con 126 cm; en relación al ciclo biológico, la variedad Kancolla y el genotipo Qoitu se mostraron como precoces, la Salcedo INIA, Blanca de Juli, Illpa INIA y el genotipo Choclito como semiprecoces y la Blanca de Junín y el genotipo Chullpi Blanco como tardíos; el mayor rendimiento de semilla obtuvieron las variedades Blanca de Juli, Kancolla y Salcedo INIA con 3690; 3488 y 3008 kg.ha⁻¹; en genotipos el Choclito alcanzó mayor rendimiento con 3484 kg.ha⁻¹ y el menor correspondió al genotipo Qoitu con 2632 kg.ha⁻¹; el mayor rendimiento biológico logró la variedad Blanca de Juli con 10000 kg.ha⁻¹, y el menor la variedad Blanca

de Junín con 4533 kg ha⁻¹; el 40% de índice de cosecha obtuvo el genotipo Choclito y el 37% las variedades Kancolla y Blanca de Juli.

El peso de mil granos es un parámetro que mide indirectamente la calidad del grano ya que a mayor peso de mil granos se tendrá granos mejor llenados y de mayor calidad (Apaza, 1995). El tamaño de los granos varía bastante entre cultivares, bajo condiciones sin estrés el peso de mil granos está entre 1,2 y 6 gramos (FAO *et al.*, 2012).

Las densidades de siembra con forme van disminuyendo, debido al mayor número de plantas lo cual se traduce en un menor número de panojas, si bien es cierto que son pequeñas contribuyen estas a su vez por compensación a un menor número de granos, traduciendo en menor rendimiento a diferencia si hay una menor competencia de plantas por bajas densidades de plantas por hectárea; habrá mayor desarrollo de panojas y mayor número de granos, obteniéndose una mayor producción (Vite, 2015).

La quinua se puede sembrar entre hileras 12,5; 25 y 50 cm; si se siembra con una distancia entre 25 y 50 cm se puede utilizar escarda. La siembra usada para cereales de 12,5 cm las arvenses solo pueden ser controladas con la labranza con rastra; no existe correlación entre densidad de plantas y el rendimiento que demuestra la capacidad compensatoria de la quinua; si hay pocas plantas serán grandes y con alto rendimiento por planta. Sin embargo, se prefiere una densidad relativamente alta para asegurar plantas y madurez uniforme es así que la recomendación es utilizar 100 plantas por metro cuadrado obtenidos con una tasa de siembra de aproximada de 10 kg por hectárea (Jacobsen, 2014).

Para algunas variedades como Atlas y Pasto con madurez temprana y un ciclo de crecimiento de 6 meses están adaptadas a condiciones climáticas de Europa y de días largos con contenidos de saponina muy bajo. Niveles óptimos son de 70-140 plantas por metro cuadrado con un espacio entre hileras de 12,5 lo que corresponde a una densidad de siembra de 8-10 kg por hectárea y una profundidad de siembra de 1-2 cm (Piva *et al.*, 2014).

Según Wahli (1990), los materiales de quinua se pueden clasificar por madurez fisiológica de la siguiente manera: materiales tardíos, mayor de 180 días, materiales semitardíos, 150 y 180 días, materiales semiprecoces, 130 y 150 días, y materiales precoces menor de 130 días.

La quinua se puede sembrar entre hileras de 12,5, 25 y 50 cm si la quinua se siembra con una distancia entre 25 y 50 cm se puede utilizar escarda. Si se siembra a una distancia usada para cereales de 12,5 cm, las malezas solo pueden ser controladas con labranza con rastra; no existe correlación entre la densidad de plantas y el rendimiento que demuestra la capacidad compensatoria de la quinua; si hay pocas plantas serán grandes con alto rendimiento por planta Vite (2015).

Sin embargo se prefiere una densidad relativamente alta para asegurar plantas y madurez uniforme ya que según Jacobsen (2014) Vite (2015) recomienda utilizar 100 plantas por metro cuadrado obteniendo una tasa de siembra de aproximadamente 10 kg.

Para algunas variedades como Atlas y Pasto con madurez temprana y ciclo de crecimiento de 6 meses están adaptados a condiciones climáticas de Europa y de días largos; los niveles óptimos son de 70-140 plantas por metro cuadrado con espacio entre hileras de 12,5 la cual corresponde a una densidad de siembra de 8-10 kg.ha⁻¹ y una profundidad de siembra 1-2 cm (Piva *et al.*, 2014).

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1 Ubicación del campo experimental

El trabajo de investigación se realizó en el fundo “el pacífico” propiedad del Sr. Jorge Luíz Peláez Rivera, cuya ubicación política pertenece al distrito y provincia de Lamas, departamento y región San Martín con Latitud Sur $06^{\circ} 20' 15''$, Longitud Oeste $76^{\circ} 30' 45''$, a la Altitud de 835 m.s.n.m.m y zona de vida bosque seco tropical (Holdridge, 1984)

2.1.2 Ubicación del fundo “El Pacífico” y de la parcela experimental en Lamas



Figura 1: Imagen satelital de Google Earth (2016)

2.1.3 Historia del campo experimental

Presenta amplio historial de cultivos hortícolas rotados como: Lechuga, culantro, pepinillo, cebolla china, ají, tomate, brócoli por un periodo aproximado de 25 años los cuales se ha venido trabajando con sistemas de abono orgánico en base a pollaza, gallinaza y microorganismos de montaña de forma constante. Siendo el cultivo de lechuga, que se sembró antes de instalar el cultivo de quinua.

2.1.4 Características edafoclimáticas

a. Características edáficas

El suelo del fundo el pacífico se encuentra situado fisiográficamente en una colina de origen residual (suelo inceptisol), con una

pendiente de 0-2% en el área de experimentación y 15-20% en el terreno, con profundidad efectiva de 1,70 m (muy profundo), no hay presencia de piedras. El análisis de suelo se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare de la FCA, UNSM.T (2015). Los resultados se muestran en la Tabla 1.

El suelo presenta textura franca arcillo arenoso, lo cual caracteriza un suelo con buena capacidad de retención de agua, poca velocidad de infiltración y buen drenaje favoreciendo de esta manera el contenido de agua en la planta. El pH moderadamente ácido (6,48) con contenido alto de calcio. Según conductividad eléctrica se clasifica en un suelo con problemas medio de sales con contenido de materia orgánica media (3,02%) lo que favorece la descomposición de la materia orgánica por ende la cantidad de nitrógeno es normal (0,51%). El fósforo se encuentra en un nivel alto (82,32 ppm) mientras que el potasio es medio (135,23 ppm).

La capacidad de intercambio catiónico indica que la fertilidad potencial del suelo es baja. Respecto a los cationes cambiabes predomina el calcio y el magnesio. Las relaciones catiónicas Ca/Mg bajo, Ca/K alto en potasio, Mg/K alto en magnesio y K/Mg bajo en potasio, cuyos valores son 7,15; 102,21; 14,30 y 0,07 (meq/100 g de suelo) respectivamente.

Tabla 1:
Características físico-químico del suelo

Determinaciones		Datos	Interpretación
pH		6.48	Moderadamente ácido
M.O (%)		3.02	Medio
C.E. (μ S)		236.56	Problemas medios de sales
N (%)		0.151	Normal
P (ppm)		82.32	Alto
K20 (ppm)		135.23	Medio
Análisis mecánico (%)		(%) Arena (%) Limo (%) Arcilla	56.32 27.00 16.68
Clase textural		Franco Arcillo Arenoso	
CIC (meq)			
Cationes cambiables (meq)	Ca ⁺⁺ (meq/100 g)	15.23	Alto
	Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	2.13	Normal
	K ⁺ (meq/100 g)	0.346	Medio
	Na ⁺ (meq/100 g)	1.65	Muy alto

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare de la FCA, UNSM-T (2015).

b. Características climáticas

Ecológicamente el campo pertenece a una zona de vida caracterizada por ser bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge, 1984). En la tabla 2, se muestran los datos meteorológicos reportados por SENAMHI, en donde se observa temperatura media mensual de 24,85°C, precipitación total mensual de 156,51 mm y humedad relativa media mensual de 84,66% en los meses que se realizó el presente trabajo de investigación.

Tabla 2:
Datos Meteorológicos del distrito de Lamas

Meses	Temperatura Media Mensual (°C)	Precipitación Total Mensual (mm)	Humedad Relativa Media Mensual (%)
Nov. 2015	25.65	144.70	82.00
Dic. 2015	24.30	155.70	86.00
Ene. 2016	26.45	24.20	79.00
Feb. 2016	24.10	229.20	87.00
Mar. 2016	24.35	249.60	87.00
Abr. 2016	24.30	135.70	87.00
Total	149.15	939.10	508.00
Promedio	24.85	156.51	84.66

Fuente SENAMHI, Estación CO-Lamas (2015-2016).

2.2 Metodología

2.2.1 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completamente al Azar (DBCA) con 4 bloques y 3 tratamientos, con 12 unidades experimentales. La información generada fue procesada utilizando el Software estadístico SPSS versión 19 para el análisis de varianza (ANVA) y para la Prueba de Duncan a una probabilidad de $\alpha=0,05$ y $0,01$. En las tablas 3 y 4 se muestran el análisis de varianza del experimento y los tratamientos en estudio.

Tabla 3:
Análisis de varianza del experimento

Fuente de variabilidad	Fórmula	Grados de libertad
Tratamiento	$(t - 1)$	$3 - 1 = 2$
Bloques	$(r - 1)$	$2 - 1 = 1$
Error	$(t - 1)(r - 1)$	$2 \times 3 = 6$
Total	$r \times t - 1$	11

Tabla 4:
Tratamientos estudiados

Número de tratamientos	Clave	Nombre del genotipo
1	T1	Kancolla
2	T2	Negra de Oruro
3	T3	INIA 431 Altiplano

2.2.2 Material experimental

Se utilizó semilla certificada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) genotipo Kancolla, Negra de Oruro y INIA 431 Altiplano, procedente de la Universidad Nacional de Piura.

2.2.3 Características del campo experimental

Del experimento

Área del experimento	: 145,8 m ²
Área de camino	: 45 m ²
Área total de parcelas	: 100,8 m ²

Del Bloque

Área total de bloques	: 103,68 m ²
Área de bloques	: 25,92 m ²
Largo de bloques	: 10,8 m
Ancho de bloques	: 2,4 m

Parcela experimental (Unidad experimental)

Número de unidades experimentales	: 12
Área de cada unidad experimental	: 8,4 m ²
Ancho de unidad experimental	: 2,40 m
Largo de unidad experimental	: 3,60 m
Nº de plantas por unidad experimental	: 142 p
Distancia entre hilera	: 0,4 m
Distancia entre plantas	: 0,2 m
Área de la parcela neta de la unidad experimental	: 6,8 m ²
Largo de la parcela neta de la unidad experimental	: 6,8 m ²

Ancho de la parcela neta de la unidad experimental : 6,8 m²

N° de plantas por parcela neta de la unidad experimental : 85p

2.2.4 Conducción del experimento

a. Almacigo

Se realizó en bandejas almacigueras de 192 celdas usando sustrato de algas marinas (Premix 3), colocando una semilla por celda, permaneciendo 25 días (del 16 de noviembre al 10 de diciembre de 2015).

b. Riego al almacigo

Los riegos fueron diarios durante el periodo que duró el almacigo, porque las plantas de la quinua permanecieron bajo el techo de un tinglado por un periodo de 25 días, desde la siembra hasta el trasplante.



Figura 2: Siembra de quinua
Variedad INIA 431-Altiplano



Figura 3: Almacigo de quinua

c. Limpieza del terreno

Se utilizaron machetes y lampas para eliminar las malezas como *Portulca oleracea*, *Cyperus rotundus*, *Setaria viridis*, *Setaria sanguinalis*, para evitar la competencia de agua, luz y nutrientes, esta actividad se llevó a cabo el 08 de diciembre del año 2015.

d. Preparación del terreno y mullido

Se realizó removiendo el suelo con el uso de pala de corte, previa incorporación de gallinaza (3 kg.m²), con la finalidad de mejorar la textura y uniformizar el suelo. Seguidamente se empezó a mullir el suelo con la ayuda de un rastrillo y mula mecánica, esta actividad se llevó a cabo el 09 de diciembre del año 2015.

e. Parcelado, demarcación y rotulado

Después de la remoción y mullido del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en cuatro bloques cada uno con sus tratamientos, esta actividad se llevó a cabo el 10 de diciembre del año 2015.



Figura 4: Terreno listo para el trasplante

f. Muestreo de suelo

Esta actividad se realizó antes de la siembra, tomando diferentes muestras de suelo en forma de zig zag, recolectando una muestra de un kilogramo de suelo, que luego fueron llevados al Laboratorio de Suelos Aguas y Foliare de la FCA-UNSM-T.

g. Trasplante

Se efectuó en campo definitivo de forma manual, cuando las plántulas tenían tres pares de hojas a los 20 días. Ubicando una plántula por hoyo a una profundidad de 5 cm con distanciamiento de 0,2 m entre planta y 0,4 m entre hilera; con una densidad de 125000 plantas por hectárea. Antes del trasplante se regaron las hileras para que facilite la actividad.

2.2.5 Labores culturales

a. Control de malezas

Se realizó de forma manual dos veces durante el periodo fisiológico de la planta. El primero se hizo el 26 de diciembre del 2015 a los 16 DDT y el segundo el 30 de enero del 2016, a los 50 DDT.

b. Aporque

El aporque consistió en cubrir con suelo la base de las plantas, con la finalidad de darle el soporte a las plantas de quinua, esta actividad se llevó a cabo el 30 de diciembre del año 2015.

c. Control fitosanitario

Durante el experimento no se aplicó ningún producto, sin embargo, se pudo apreciar la presencia de plagas como gusano de tierra *Copitarsia sp*, diabrotica *Diabrotica sp* y aves; enfermedades como mildiu *Peronospora farinosa*, y *Sclerotium sp*, causando daños en el rendimiento del cultivo.

d. Cosecha

Se recolectaron las panojas al momento que alcanzó el estado de madurez fisiológica, de acuerdo a cada genotipo, la cosecha se efectuó en forma manual, a partir del 4 de marzo del 2015 (Kancolla), el 16 de marzo (Negra de Oruro) y el 25 de marzo (INIA 431 Altiplano).

Posteriormente se realizó el secado de las plantas a temperatura ambiente bajo sombra durante 15 días, seguidamente se efectuó la trilla de forma manual mediante el azote sobre carpas de polipropileno; terminando este proceso con el venteado dejando los granos limpios listos para el pesado de conformidad con cada tratamiento.

2.2.6 Variables evaluadas.

a. Días al panojamiento

Se evaluaron en función de 10 plantas de quinua tomadas al azar de cada tratamiento, desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas formaron panoja.

b. Días a la floración

Se registró en base a 10 plantas tomadas al azar, desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas presentaron panojas florecidas.

c. Días a grano formado

Se realizó en base a 10 plantas desde el inicio de la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas presentaron granos con cierta resistencia.

d. Días a madurez de cosecha

Se efectuó desde la siembra hasta cuando más del 50% de las plantas presentaron el grano harinoso. Es decir, la vida económica del cultivo de acuerdo a cada variedad. En la tabla 5, se muestran los genotipos y sus características con relación a días a la madurez a la cosecha y su clasificación.

Tabla 5:

Genotipos, días a la madurez y clasificación

Material	Días a la madurez de cosecha	Clasificación
Kancolla	138	Semiprecoz
Negra de Oruro	150	Semiprecoz
INIA 431Altiplano	162	Semitardio

Fuente: Adaptado de (Wahli, 1990)



Figura 5. Kancolla

Figura 6. Negra de ouro

Figura 7. INIA 431-
Altiplano

e. Altura de planta en (cm)

Se midió las alturas desde la base del tallo, pegado a la superficie del suelo hasta el ápice de la panoja; durante el llenado del grano cuando las plantas alcanzaron su altura máxima.

f. Diámetro del tallo en (cm)

Se evaluaron 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento, utilizando un vernier. Esta información se realizó en el periodo de la madurez fisiológica al nivel del suelo.

g. Longitud de la panoja (cm)

La evaluación se realizó desde la base floral hasta el ápice, en función a 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento.

h. Diámetro ecuatorial de la panoja (cm)

Esta variable se midió con la ayuda de una cinta métrica y se efectuó tomando la medida en el punto más ancho de la panoja (diámetro ecuatorial). Esta variable se registró a la madurez fisiológica.

i. Peso de la panoja por planta (g)

Se determinó utilizando una balanza de precisión al momento de la cosecha, tomando 10 plantas al azar de cada tratamiento.

j. Peso de mil granos (g)

Se efectuó utilizando una balanza de precisión después de la cosecha, cuando los granos estaban limpios y secos, por cada genotipo se contaron 4000 semillas divididos en cuatro repeticiones de 1000 semillas.

k. índice de cosecha (%)

El índice de cosecha de cada genotipo se determinó dividiendo el rendimiento del grano (semilla) sobre rendimiento de la biomasa aérea (Tallos, hojas y panojas con grano) multiplicado por 100 (Stoskopf, 1981 y Garrido *et al.*, 2013).

$$IC = (\text{Rendimiento de grano Kg/ha}^{-1} / \text{Rendimiento de biomasa Kg/ha}^{-1}) * 100$$



Figura 8: a. Limpieza del grano, b. Pesado de la biomasa y c. Grano de quinua

l. Rendimiento

Se calculó después de la trilla, limpieza y venteo, determinando la masa de los granos obtenidos de las 10 plantas al azar por cada tratamiento. Mediante el peso en kg de gramos por planta y el número de plantas por hectárea. Los datos se obtuvieron en Kg.ha⁻¹.

CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Días al panojamiento, floración, al grano formado y a la madurez de cosecha

En las tablas 6 y 7, se presentan los análisis de varianza para los días al panojamiento, días a la floración, días al grano formado y los días a la madurez de la cosecha respectivamente, el cual nos muestra altas significancias estadísticas a un $p < 0,01$ (99%) para la fuente de variabilidad Tratamientos, debido a que los valores de la probabilidad (p-valor) fueron menores que los niveles de riesgo ($\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$) determinándose la existencia de un grado de asociación entre las variables de estudio.

Tabla 6:

ANVA para los días al panojamiento y para los días a la floración

Fuentes de variabilidad	G.L.	Panojamiento			Floración		Sig.
		S.C.	P-valor	Sig.	S.C.	P-valor	
Bloques	3	2,250	0,247	N.S	0,667	0,859	N.S
Tratamientos	2	600,167	0,000	**	1362,67	0,000	**
Error exp.	6	2,500			5,333		
Total	11	604,917			1368,67		
		C.V. = 1,2%	R ² = 99,6%		C.V. = 0,5%	R ² = 9,6%	

N.S. no significativo **altamente significativo (P<0,01)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7:

ANVA para los días al grano formado y a la madurez de cosecha

Fuentes de variabilidad	G.L.	Grano formado			Madurez de la cosecha		Sig.
		S.C.	P-valor	Sig.	S.C.	P-valor	
Bloques	3	2,000	0,455	N.S	2,000	0,455	N.S
Tratamientos	2	2466,667	0,000	**	1152,0	0,000	**
Error exp.	6	4,000			4,000		
Total	11	2472,667			1158,0		
		C.V. = 0,6%	R ² = 99,8%		C.V. = 0,5%	R ² = 9,7%	

N.S. no significativo **altamente significativo (P<0,01)

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, observamos que los Coeficientes de variabilidad (C.V.) variaron desde 1,2%, 1,2% para los días al panojamiento, floración de 0,6% y 0,5%

respectivamente, los cuales se encuentran dentro de la variabilidad aceptada en trabajos de investigación de esta naturaleza (Calzada, 1982), Así mismo, el efecto determinado por los tratamientos estudiados (tres variedades del cultivo de quinua) sobre los días: al panojamiento, a la floración, al grano formado y a la madurez de la cosecha fueron determinados por Coeficiente de Determinación (R^2) en 99,6%, 99,6%, 99,8% y 99,7%, lo que nos indica que el porcentaje del ajuste (porcentaje de la variación) que se ha conseguido se explica muy bien a través del modelo lineal estimado; es decir, que con las variables evaluadas se consiguieron predicciones altas de la varianza explicada sobre la varianza no explicada.

La prueba de rangos múltiples de Duncan, gráfico 1, muestra que el genotipo INIA 431-Atiplano fue semitardío en los días al panojamiento, a la floración, al grano formado y a la madurez de la cosecha con 62,3 días, 90 días, 145 días y 162 días, superando estadísticamente a los genotipos (tratamientos) Negra de Oruro con 55, 84, 130 y 158 días y la Kancolla con 45, 65, 110 y 138 días calificándose como semi precoz

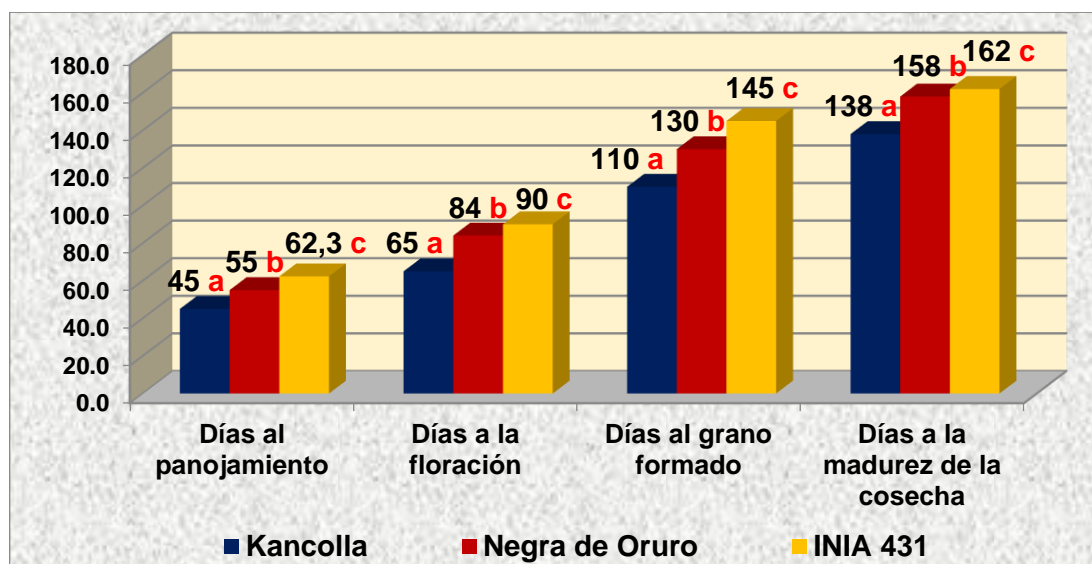


Gráfico 1: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de los días al panojamiento, a la floración, al grano formado y a la madurez de cosecha.

Curti (2014), demostró que los materiales del germoplasma nativo de quinua del Noroeste Argentino presentaron variabilidad en los días a la floración en cuatro zonas de estudio, siendo que en la Zona de transición se obtuvo promedio de 70

días, en el Altiplano obtuvo promedio de 39,2 días, en los Valles húmedos obtuvo promedio de 89,4 días y en los Valles secos promedio de 68,1 días. Estos resultados fueron muy similares a los obtenidos en los genotipos evaluados con 90 días en INIA 431, 84 días en Negra de Oruro y 65 días en Kancolla. Por lo que las respuestas a las características morfo genéticas se deben a las condiciones del ecosistema donde se desarrollan los diferentes genotipos de Quinoa, lo que se sustenta en gran variación existente.

Respecto a los días a la madurez fisiológica, Curti (2014), encontró que en la Zona de transición el promedio fue de 173,2 días, en el Altiplano con promedio de 118 días, en los Valles húmedos con promedio de 179 días y en los Valles secos con promedio de 164,7 días. En las condiciones agroecológicas estudiadas los promedios obtenidos para los días a la madurez fisiológica fueron de 162 días en el genotipo INIA 431, 158 días en la variedad Negra de Oruro y 138 días en el genotipo Kancolla, promedios muy similares a los valles secos y valles húmedos del Noroeste argentino.

3.2. Altura de planta (cm)

En la tabla 8, se presenta los resultados del análisis de varianza para la altura de planta, el cual nos muestra que no existió diferencias estadísticas significativas para la fuente de variabilidad Tratamientos, puesto que el valor de la probabilidad (p-valor) fueron mayores que los niveles de riesgo ($\alpha= 0,05$ y $\alpha= 0,01$) determinándose que no existió ningún grado de asociación entre las variables de estudio.

Tabla 8:

ANVA para la Altura de planta (cm)

Fuentes de variabilidad	Suma de cuadrados	GL	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Sig.
Bloques	425,653	3	141,884	1,425	0,325	N.S.
Tratamientos	807,301	2	403,651	4,055	0,077	N.S.
Error experimental	597,290	6	99,548			
Total	1830,244	11				
Promedio = 144,19						
				C.V. = 6,9%		R ² = 67,4%

N.S. no significativo

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, observamos que el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) fue de 6,9%, el cual se encuentra dentro de la variabilidad aceptada en trabajos de investigación de esta naturaleza (Calzada, 1982). Por otro lado, el efecto determinado por los tratamientos estudiados (tres variedades del cultivo de quinua) sobre la altura de planta (variable predictora) fue determinado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 67,4%, lo que nos indica que el porcentaje del ajuste (porcentaje de la variación) que se ha conseguido no se explica suficientemente bien a través del modelo lineal estimado; es decir, que con la variable evaluada no se consiguió una predicción aceptable de la varianza explicada sobre la varianza no explicada, debiendo esta haber superado el 70%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan, presentado en el gráfico 2, nos muestra que el genotipo Kancolla obtuvo el mayor promedio con 151,6 cm de altura de planta, siendo estadísticamente igual al genotipo INIA 431-Altiplano quien obtuvo promedio de 148,3 cm de altura de planta, superando estadísticamente al tratamiento (genotipo) Negra de Oruro quien obtuvo promedio de 132,7 cm de altura de planta.

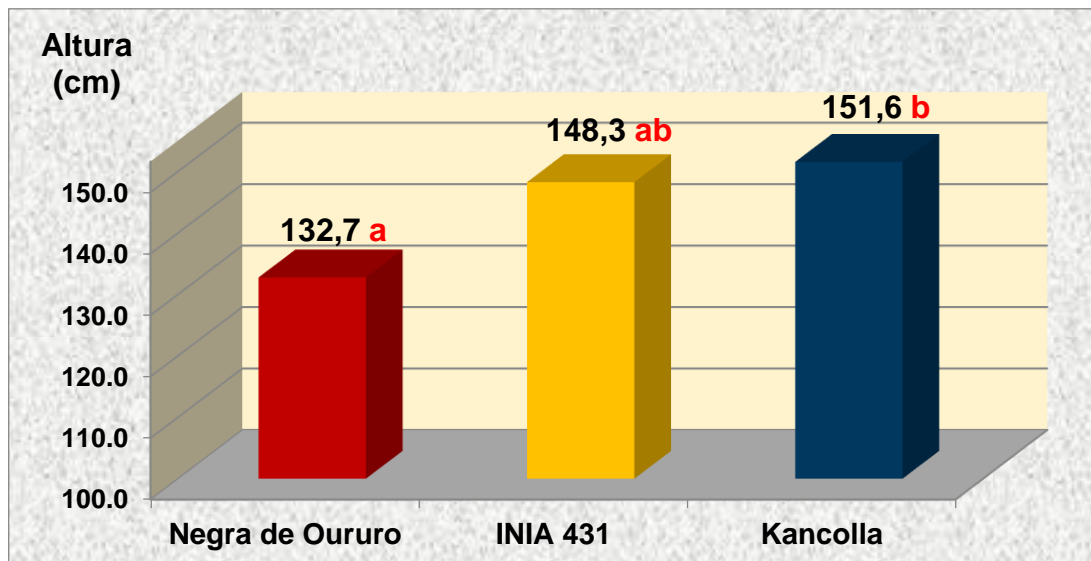


Gráfico 2: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de la altura de planta

Curti (2014), encontró que los promedios de las evaluaciones de altura de planta en las cuatro zonas del Noreste argentino fueron muy variables, donde la Zona de transición, el promedio alcanzado fue 81,6 cm de altura, en el Altiplano el promedio fue 39,5 cm de altura, en los Valles húmedos, el promedio fue de 156,8 cm y en los Valles secos, el promedio fue 139,4 cm., los resultados de los valles húmedos fueron similares a los obtenidos en el trabajo de investigación, porque se tuvo buena precipitación fluvial (939,10 mm) durante el desarrollo de experimento, siendo superior a los resultados de la zonas secas.

Los resultados obtenidos fueron similares a los encontrados por Marca *et al.*, (2015), quién determinó que la altura de planta de las variedades mejoradas varió entre 126 a 165 cm, los mayores valores presentaron la Blanca de Junín, Salcedo INIA, Blanca de Juli, Negra Collana, Kancolla y la menor altura correspondió a la variedad Illpa INIA, y en los genotipos la mayor altura alcanzó Chullpi Blanco, seguida de Qoitu y Choclito.

Estos resultados también son similares con los reportados por Risi y Galwey (1991) donde las 10 variedades de quinua estudiadas en Cambridge-Inglaterra, alcanzaron alturas entre 135,8 y 172,4 cm. Asimismo, Delgado *et al.*, (2009), en un estudio de evaluación de 16 genotipos de quinua dulce en Nariño Colombia encontró alturas de plantas que variaron entre 111,23 y 176,65 cm. También se ha observado que altas dosis de fertilización nitrogenada estimula la ramificación, abundancia de follaje y el crecimiento de las plantas en altura con menor rendimiento de semilla.

La altura de la quinua Kancolla con 151,6 cm, INIA 431 Altiplano 148,3 cm y negra de Oruro con 132,7 cm, están dentro del rango 1,0 a 1,8 m para la quinua del altiplano como menciona INIA (2013); esta variable nos indica que es adaptable a las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas, pero no tiene similitud con los estudios realizados por Vergara (2015) quien menciona que Kancolla tuvo 85 cm en la Zona de Cabanillas Puno.

Este comportamiento estaría relacionado con las temperaturas bajas durante la noche que mejoran el equilibrio de agua en la planta, que es el principal motivo de un aumento en el crecimiento del tallo. Como vemos, la temperatura puede

ser utilizada como una herramienta reguladora de la altura de la planta; además, bajas temperaturas durante la noche también pueden significar un ahorro de energía (CANNA, 2018).

Pero las condiciones donde realizó el estudio de Vergara se presentaron niveles adversos de temperatura muy bajos los cuales, sumados con otros factores como los niveles de luz, dióxido de carbono, humedad del aire, agua y nutrientes, la temperatura influye en el crecimiento de la planta y la productividad de las cosechas. Existe también las Caídas e integral térmica (DIF) que no afecta el crecimiento del follaje, pero sí el de las secciones de los entrenudos del tallo. Las plantas que hayan crecido con una DIF positiva serán más altas que aquellas que lo hayan hecho con una DIF igual a cero, y estas serán más altas y sus secciones de los entrenudos más largas que aquellas cultivadas con una DIF negativa (CANNA, 2018).

Estas diferencias de observación se pueden deber a las condiciones de humedad del campo, distribución del agua en el suelo, en que fue conducido el experimento ya que presentó una precipitación promedio mensual de 156,51 mm y durante en experimento recibió 939,10 mm, a esto se le ha adicionado riego de acuerdo al requerimiento del cultivo asimismo se atribuye a la densidad de siembra y nivel de nutrientes disponibles en el suelo, temperaturas promedio de 24,88°C, humedad relativa 84,68% y al contenido de los macronutrientes (NPK) que tuvo el suelo los cuales ayudaron a la multiplicación celular y al desarrollo de los tejido meristemáticos.

3.3. Diámetro del tallo (cm)

En la tabla 9, se presenta el análisis de varianza para el diámetro del tallo, el cual nos muestra diferencias altamente significativas a un $p < 0,01$ (99%) para la fuente de variabilidad Tratamientos, debido a que los valores de la probabilidad (p-valor) fueron menores que los niveles de riesgo ($\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$) determinándose así la existencia de un grado de asociación entre las variables de estudio.

Tabla 9:
ANVA para el Diámetro del tallo (cm)

Fuentes de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Sig.
Bloques	0,007	3	0,002	0,340	0,798	N.S.
Tratamientos	0,161	2	0,080	11,341	0,009	**
Error experimental	0,043	6	0,007			
Total	0,211	11				
Promedio = 1,52			C.V. = 5,5%			R ² = 79,8%

N.S. no significativo **altamente significativo (P<0,01)

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, observamos que el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) fue de 5,5%, el cual se encuentra dentro de la variabilidad aceptada en trabajos de investigación de esta naturaleza (Calzada, 1982). Por otro lado, el efecto determinado por los tratamientos estudiados (tres genotipos del cultivo de quinua) sobre el diámetro del tallo (variable predictora) fue determinado por el Coeficiente de Determinación (R²) en 79,8%, lo que nos indica que el porcentaje del ajuste (porcentaje de la variación) que se ha conseguido explicar suficientemente bien a través del modelo lineal estimado, es decir, que con la variable evaluada se consiguió una predicción aceptable de la varianza explicada sobre la varianza no explicada (error experimental), superando este al 70%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan, presentado en el gráfico 3, nos muestra que los genotipos Kancolla y Negra de Oruro obtuvieron los mayores promedios estadísticamente iguales entre sí con 1,64 cm y 1,56 cm de diámetro del tallo respectivamente y superando estadísticamente al tratamiento (genotipo) INIA 431-Altiplano quien obtuvo un promedio de 1,36 cm de diámetro del tallo.

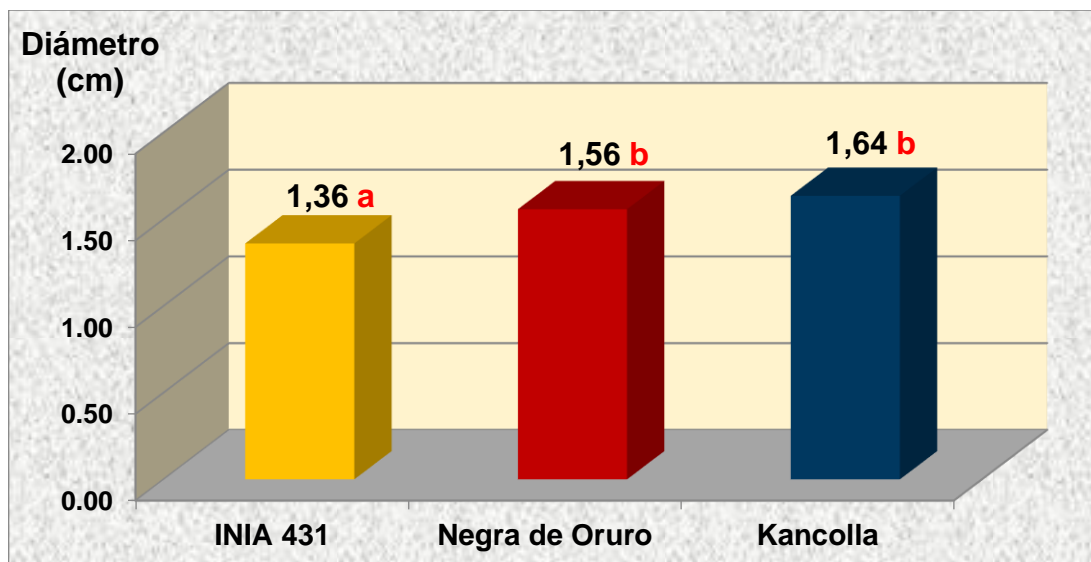


Gráfico 3: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios del diámetro del tallo

La variación de los descriptores cuantitativos evaluados por Curti (2014) y específicamente en el diámetro del tallo (mm), evaluados en cuatro zonas del Noroeste argentino fueron: en la Zona de transición con promedio de 5 mm de diámetro del tallo, en el Altiplano con promedio de 3,7 mm, en los valles húmedos con promedio de 6,4 mm, en los valles secos con promedio de 7,4 mm de diámetro del tallo respectivamente. Siendo que estos difieren fuertemente de los obtenidos con el presente trabajo de investigación donde obtuvimos promedios de 1,64 cm (16,4 mm) y 1,56 cm (15,6 mm) de diámetro del tallo para las variedades de Kancolla y Negra de Oro, respectivamente y 1,36 cm (13,6 mm) de diámetro del tallo para la variedad INIA 431-Altiplano.

Obviamente, el desarrollo alcanzado por las plantas de quinua en la zona de Lamas obtuvo promedios mayores a los obtenidos por Curti en el Noroeste de Argentina, esto se debe a las bajas densidades de plantas por hectárea (125000 plantas por hectárea) aproximadamente 13 plantas por metro cuadrado, y existe menor competencia intraespecífica por agua luz y nutrientes.

El diámetro registrado por (Apaza *et al.*, 2013), para la variedad Kancolla fue de 1,0 a 1,2 cm que también es inferior a lo registrado en la zona agroecológica de Lamas, pero la variedad INIA 431-Altiplano de 2,10 y 2,5 cm es superior registrado en el distrito Lamas.

3.4. Longitud de la panoja (cm)

En la tabla 10, se presenta el análisis de varianza para la longitud de la panoja, el cual nos muestra diferencias significativas a un $p < 0,05$ (95%) para la fuente de variabilidad Tratamientos, debido a que los valores de la probabilidad (p-valor) fue menor que el nivel de riesgo de $\alpha = 0,05$ y mayor que el nivel de riesgo $\alpha = 0,01$ determinándose así la existencia de un grado de asociación entre las variables de estudio.

Tabla 10:

ANVA para la Longitud de la Panoja (cm)

Fuentes de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Sig.
Bloques	22,371	3	7,457	0,527	0,680	N.S.
Tratamientos	160,241	2	80,121	5,665	0,041	*
Error experimental	84,855	6	14,142			
Total	267,466	11				
Promedio = 46,06			C.V. = 8,2%			R ² = 68,3%
N.S. no significativo	*significativo (P<0,05)					

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, observamos que el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) fue de 8,2%, el cual se encuentra dentro de la variabilidad aceptada en trabajos de investigación de esta naturaleza (Calzada, 1982). Por otro lado, el efecto determinado por los tratamientos estudiados (tres genotipos del cultivo de quinua) sobre la longitud de panoja (variable predictora) fue determinado por el Coeficiente de Determinación (R²) en 68,3%, lo que nos indica que el porcentaje del ajuste (porcentaje de la variación) que se ha conseguido está ligeramente debajo de mínimo permisible pudiendo explicar suficientemente los resultados a través del modelo lineal estimado, es decir, que con la variable evaluada se consiguió una predicción ajustada de la varianza explicada sobre la varianza no explicada (error experimental), ligeramente debajo del 70%; esto se debe a la variación de la longitud de panoja entre las plantas evaluadas del mismo genotipo.

La prueba de rangos múltiples de Duncan, presentado en el gráfico 4, nos muestra que los genotipos Kancolla e INIA 431 Altiplano obtuvieron los mayores promedios, pero estadísticamente iguales entre sí con 49,0 cm y 48,2 cm de longitud

de la panoja, respectivamente; superando estadísticamente al tratamiento (genotipo) Negra de Oruro quien obtuvo promedio de 40,9 cm de longitud de la panoja.

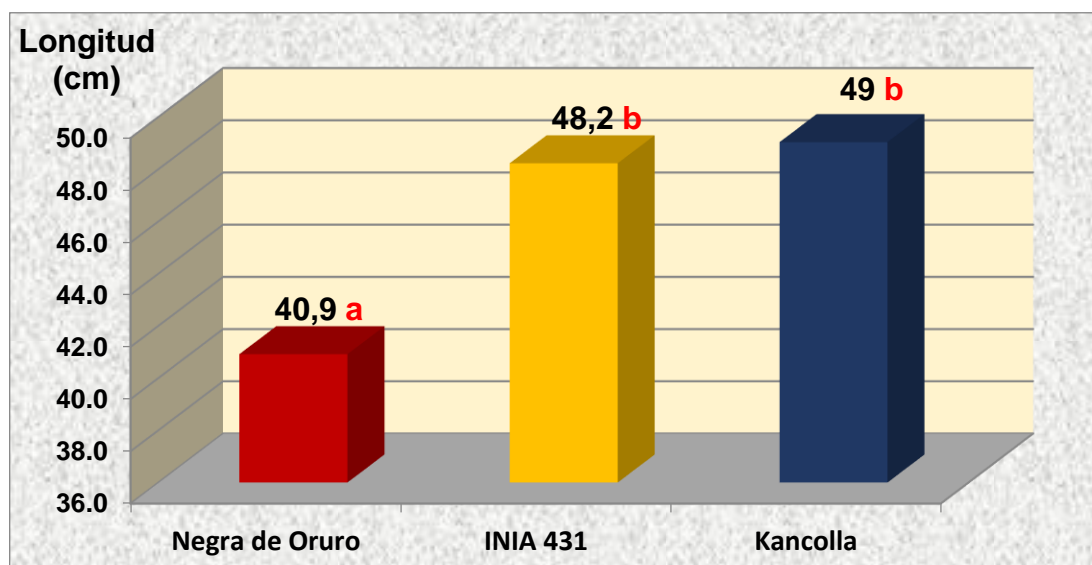


Gráfico 4: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de la longitud de la panoja

La variación de los promedios de la longitud de la panoja (cm) encontrados por Curti (2014) en la Zona de transición fue de promedio de 25 cm de longitud de la panoja, en el Altiplano con un promedio de 19,9 cm, en los valles húmedos con un promedio de 30,2 cm, en los valles secos con 38,7 cm de longitud de la panoja.

Mientras que Apaza (2013) para el altiplano de Puno menciona que la longitud de panoja para la variedad (genotipo) Kancolla fue 30,20 cm y el INIA431-Altiplano con 33,8 cm. Los promedios obtenidos con las variedades Kancolla, INIA 431-Altiplano y Negra de Oruro fueron de 49 cm, 48,2 cm y 40,9 cm respectivamente; bajo condiciones agroecológicas del distrito Lamas en San Martín, superaron a los descrito por Curti (2014) y Apaza *et al.*, (2013), debido a la buena precipitación pluvial que tuvo durante el mes de febrero de 229,20 mm, con temperaturas promedio de 24,10°C durante todo el experimento y con humedad relativa de 87,00% entre noviembre del año 2015 a abril del 2016.

3.5. Diámetro ecuatorial de la panoja (cm)

En la tabla 11, se presenta el análisis de varianza para el diámetro ecuatorial de la panoja, el cual nos muestra diferencias altamente significativas a un $p < 0,01$ (90%) para la fuente de variabilidad Tratamientos, debido a que los valores de la probabilidad (p-valor) fueron menores que los niveles de riesgo de $\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$, determinándose así la existencia de un grado de asociación entre las variables de estudio.

Tabla 11:

ANVA para el Diámetro ecuatorial de la panoja (cm)

Fuentes de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Sig.
Bloques	0,525	3	0,175	0,343	0,795	N.S.
Tratamientos	43,882	2	21,941	43,096	0,000	**
Error experimental	3,055	6	0,509			
Total	47,461	11				
Promedio = 5,82		C.V. = 12,3%				$R^2 = 93,6\%$

N.S. no significativo **altamente significativo ($P < 0,01$)

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, observamos que el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) fue de 12,3%, el cual se encuentra dentro de la variabilidad aceptada en trabajos de investigación de esta naturaleza (Calzada, 1982). Mientras que el efecto determinado por los tratamientos estudiados (variedades del cultivo de quinua) sobre el diámetro ecuatorial de la panoja (variable predictora) fue determinado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 93,6%, lo que nos indica que el porcentaje del ajuste (porcentaje de la variación) que se ha conseguido está por encima del mínimo permisible pudiendo explicar suficientemente los resultados a través del modelo lineal estimado, es decir, que con la variable evaluada se consiguió una alta predicción de la varianza explicada sobre la varianza no explicada (error experimental), por encima del 70%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan, presentado en el gráfico 5, nos muestra que el genotipo Negra de Oruro, obtuvo el mayor promedio con 8,4 cm. de diámetro ecuatorial de la panoja, superando estadísticamente a los tratamientos

(genotipos) Kancolla e INIA 431- Altiplano quienes obtuvieron promedios de 5,2 cm y 3,8 cm de diámetro ecuatorial de la panoja.

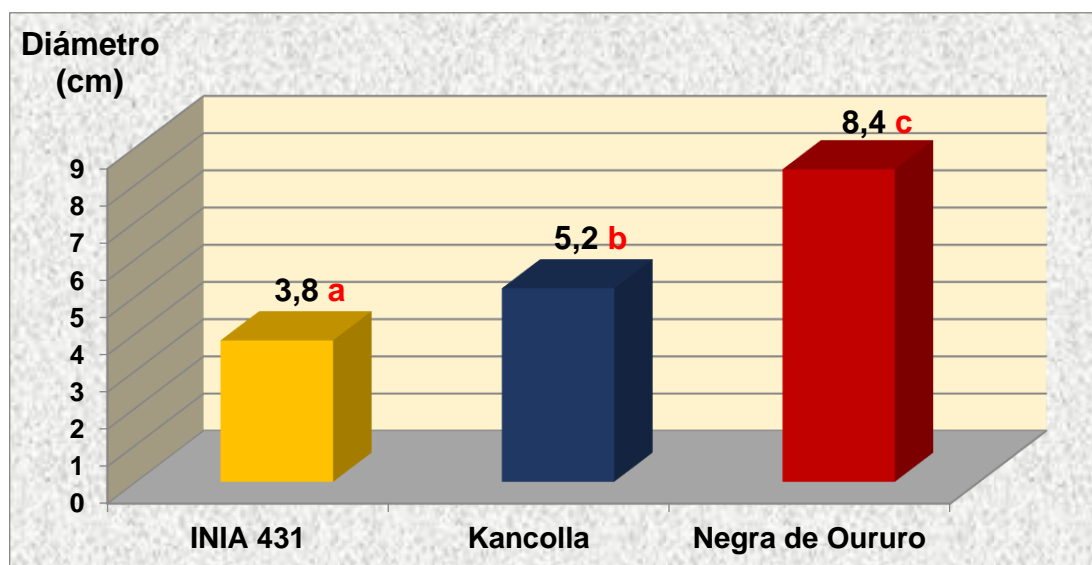


Gráfico 5: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios del diámetro ecuatorial de la panoja de los genotipos de quinua

Los diámetros ecuatoriales obtenidos por las variedades de quinua estudiadas bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas son inferiores con lo reportado por (Apaza *et al.*, 2013) cuando describe que la variedad (genotipo) Kancolla está entre el rango de 6,20 a 7,8 cm y la variedad INIA431-Altiplano con 8,6 cm. Estas variaciones se deben al efecto de la Temperatura (19-28 °C) y a las horas de luz que se tiene a los 6 grados de la Latitud Sur (12 horas), a la baja densidad de siembra que como consecuencia se tuvo alta diferencia en el diámetro ecuatorial panoja entre las plantas de los mismos tratamientos como resultado se tiene heterogeneidad, que parte se debe a la distribución de la parcela experimental.

3.6. Peso de la panoja por planta (g)

En la tabla 12, se presenta el análisis de varianza para el peso de la panoja por planta de la quinua, los resultados muestran que no existió diferencias significativas para la fuente de variabilidad Tratamientos, porque los valores de la probabilidad (p-valor) fueron mayores a los niveles de riesgo de $\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$ determinándose así la no existencia de ningún grado de asociación entre las variables de estudio.

Tabla 12:

ANVA para el peso de la panoja por planta de la quinua (expresado en g)

Fuentes de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrático promedio	F.C.	p-valor	Sig.
Bloques	8,069	3	2,690	0,362	0,783	N.S.
Tratamientos	31,779	2	15,889	2,140	0,199	N.S.
Error experimental	44,554	6	7,426			
Total	84,402	11				
Promedio = 12,46		C.V. = 21,9%				R ² = 47,2%

N.S. no significativo

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, observamos que el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) fue de 21,9%, el cual se encuentra dentro de la variabilidad aceptada en trabajos de investigación de esta naturaleza (Calzada, 1982). Por otro lado, el efecto determinado por los tratamientos estudiados (tres genotipos del cultivo de quinua) sobre el peso de la panoja por planta (variable predictora) fue determinado por el Coeficiente de Determinación (R²) en 47,2%, lo que nos indica que el porcentaje del ajuste (porcentaje de la variación) que se ha conseguido está por debajo del mínimo permisible, lo que se constituyó en una variable que no explicó suficientemente los resultados a través del modelo lineal estimado; es decir, que con la variable evaluada se consiguió baja predicción de la varianza explicada sobre la varianza no explicada (error experimental), por encontrarse debajo del 70%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan, presentado en el gráfico 6, nos muestra que no existió diferencias significativas entre los promedios de los genotipos evaluados, donde los tratamientos (genotipos) Negra de Oruro, Kcancolla e INIA 431 se obtuvieron promedios de 14,7 g, 11,6 g y 11,0 g de peso de la panoja por planta respectivamente.

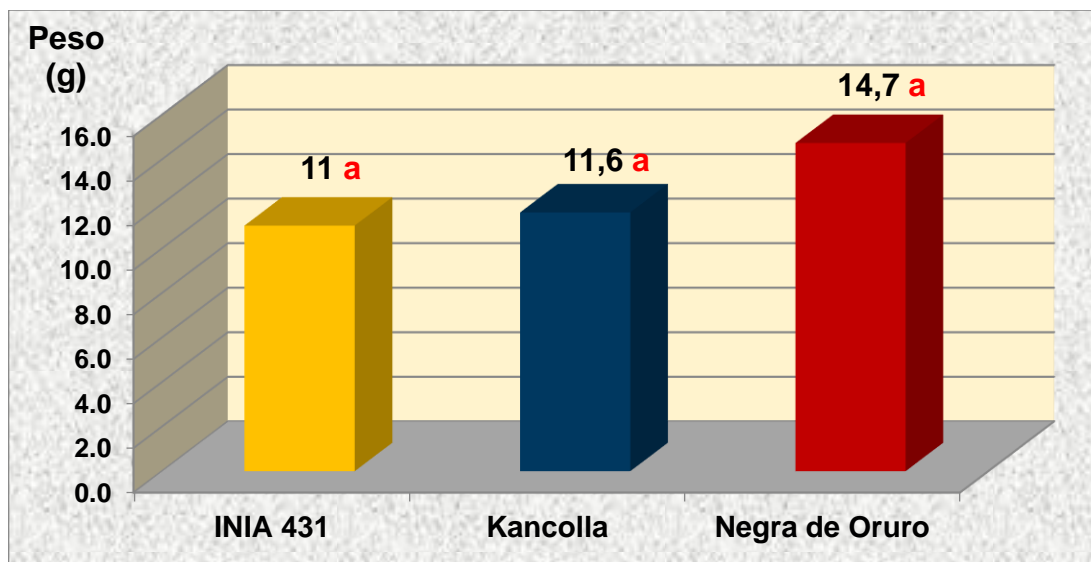


Gráfico 6: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios del peso de la panoja por planta

Los resultados obtenidos nos indican que los genotipos estudiados han poseído diferentes potenciales genéticos, de capacidad productiva y fisiológica de adaptabilidad a las condiciones modificación del suelo del fundo el pacífico por la aplicación constante de estiércol de pollo para ser descompuesto en el mismo campo el cual está conduciendo a la salinización y sodificación, el desequilibrio de macronutrientes como el exceso P_2O_5 frente al nitrógeno.

La tecnología utilizada puede incrementar su potencial de desarrollo genético con un mejor manejo del agua, densidades más apropiadas, fertilización óptima entre otros, para producir mayor porcentaje de semilla (grano) y rendimiento de biomasa.

El peso de panoja por planta es inferior a lo observado por (Apaza *et al.*, 2013) que reporta de 31,0 a 35,40g para la Kancolla y 30,50g para el genotipo INIA 431-Altiplano, esto se debe que en nuestras condiciones agroecológicas eran de menor tamaño, pero en mayor cantidad llegando a un promedio de tres panojas por planta.

3.7. Peso de 1000 granos (g)

En la tabla 13, se presenta el análisis de varianza para el peso de 1000 semillas, el cual nos muestra diferencias altamente significativas a $p < 0,01$ (90%) para la fuente de variabilidad Tratamientos, debido a que los valores de la probabilidad (p -

valor) fueron menores que los niveles de riesgo de $\alpha=0,05$ y $\alpha= 0,01$, determinándose así la existencia de asociación entre las variables de estudio.

Tabla 13:

ANVA para el Peso de 1000 granos de quinua expresado en gramos (g)

Fuentes de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Sig.
Bloques	0,134	3	0,045	2,174	0,192	N.S.
Tratamientos	0,646	2	0,323	15,723	0,004	**
Error experimental	0,123	6	0,021			
Total	0,903	11				
Promedio = 2,7			C.V. = 5,4%			R ² = 86,4%
N.S. no significativo	**altamente significativo (P<0,01)					

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, observamos que el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) fue de 5,4%, el cual se encuentra dentro de la variabilidad aceptada en trabajos de investigación de esta naturaleza (Calzada, 1982). Por otro lado, el efecto determinado por los tratamientos estudiados (tres genotipos del cultivo de quinua) sobre el peso de 1000 granos (variable predictora) fue determinado por el Coeficiente de Determinación (R²) en 86,4%, lo que nos indica que el porcentaje del ajuste (porcentaje de la variación) que se ha conseguido está por encima del mínimo permisible pudiendo explicar suficientemente los resultados a través del modelo lineal estimado; es decir, que con la variable evaluada se consiguió una alta predicción de la varianza explicada sobre la varianza no explicada (error experimental), por encima del 70%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan, presentado en el gráfico 7, nos muestra que con el genotipo Kancolla obtuvo el mayor promedio con 2,99g de peso de 1000 granos y superando estadísticamente a los tratamientos (genotipos) INIA 431 y Negra de Oruro quienes obtuvieron promedios 2,69 g y 2,43 g de peso de 1000 g respectivamente, estos granos fueron de mayor tamaño a lo reportado por (Apaza *et al.*, 2013) en el Altiplano Puno, que registró para la Kancolla 2,70g y para INIA 431- Altiplano 3,30g, esto se explica que mayor temperatura mayor respiración de planta por tanto mayor degaste de energía. También esto se debe a la precocidad de la quinua bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas.

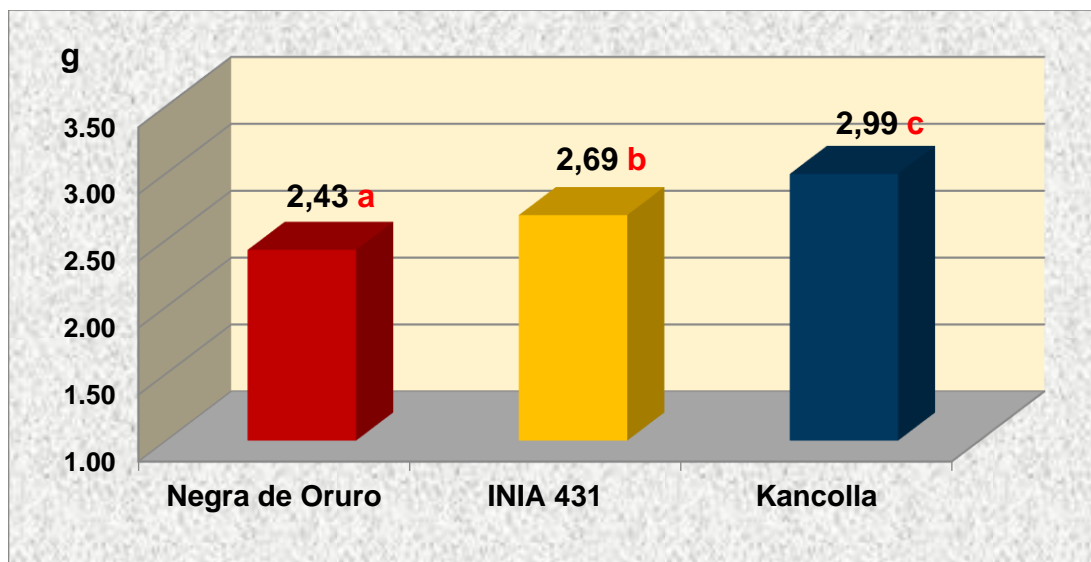


Gráfico 7: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios del peso de 1000 granos

3.8. Índice de cosecha (%)

En la tabla 14, se presenta el análisis de varianza para el Índice de cosecha, el cual nos muestra diferencias significativas a un $p < 0,01$ (99%) para la fuente de variabilidad tratamientos, porque los valores de la probabilidad (p-valor) fue menor que el nivel de riesgo de $\alpha = 0,05$ y mayor que el nivel de riesgo $\alpha = 0,01$, determinándose así la existencia de un grado de asociación entre las variables de estudio.

Tabla 14:

ANVA para el Índice de cosecha

Fuentes de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Sig.
Bloques	53,911	3	17,970	1,666	0,272	N.S.
Tratamientos	291,391	2	145,695	13,505	0,006	**
Error experimental	64,729	6	10,788			
Total	410,031	11				
Promedio = 45,37		C.V. = 7,23%		R ² = 84,2%		

N.S. no significativo *significativo ($P < 0,01$)

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, observamos que el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) fue de 7,23%, el cual se encuentra dentro de la variabilidad aceptada en trabajos de investigación de esta naturaleza (Calzada, 1982). Por otro lado, el efecto determinado por los tratamientos estudiados (tres genotipos del cultivo de quinua) sobre el índice

de cosecha (variable predictor) fue determinado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 84,2%, lo que nos indica que el porcentaje del ajuste (porcentaje de la variación) que se ha conseguido está por encima del mínimo permisible explicando suficientemente los resultados a través del modelo lineal estimado, es decir, que con la variable evaluada se consiguió una alta predicción de la varianza explicada sobre la varianza no explicada (error experimental), por encima del 70%.

La prueba de rangos múltiples de Duncan, presentado en el gráfico 8, nos muestra que con el genotipo Kancolla se obtuvo el mayor promedio con 51,9 de índice de cosecha, superando estadísticamente a los tratamientos (genotipos) Negra de Oro y INIA 431 quienes obtuvieron promedios 44,3 y 40 de índice de cosecha respectivamente.

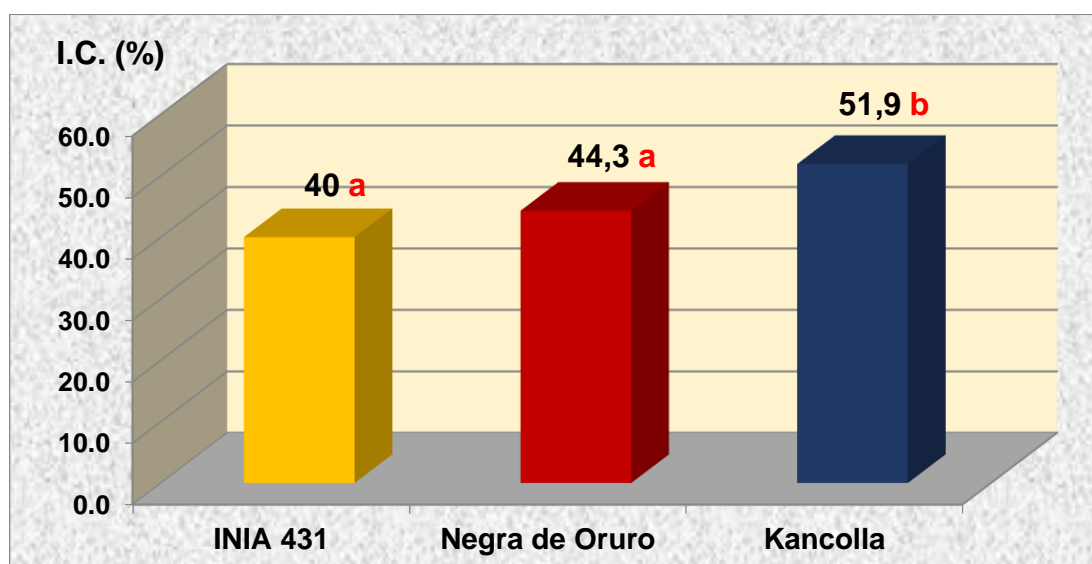


Gráfico 8: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios del índice de cosecha

El principio de la maduración fisiológica, es cuando la semilla ya no depende más de la planta madre; es decir, los nutrientes absorbidos por las raíces y los fotosintatos elaborados en las hojas a través de la fotosíntesis no son trastocados y acumulados por las semillas, convirtiéndose la semilla en un ser viviente independientes con todas sus estructuras vitales y funcionales (embrión, perisperma y cáscara). Además, en el momento de la maduración fisiológica la semilla alcanza y posee la máxima calidad fisiológica (germinación y vigor) y física (tamaño, peso), no

obstante, la semilla contiene mayor porcentaje de humedad (15 a 18%), las hojas y los tallos aún se encuentran verdes Marca *et al.*, (2009).

El índice de cosecha para el caso de INIA 431- Altiplano representa el 40% Negra de Oruro con 44,3% y Kancolla 51,9% de producción de la biomasa aérea bajo las condiciones de suelo donde se realizó el experimento y las condiciones climáticas del distrito de Lamas se observa que el genotipo Kancolla tiene mejor adaptabilidad que el INIA 431-Altiplano y la Negra de Oruro.

El índice de la Kancolla de 51,9% obtenido bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas es superior al 30 % y 50% descrita por FAO *et al.*, (2012), a lo que reportó Garrido *et al.*, (2013) de 49,70% para ambiente y 39.80% para Genotipo por especie y a lo que menciona Marca *et al.*,(2015) sobre los genotipos que obtuvieron mayor porcentaje de índice de cosecha fueron Blanca de Juli, Kancolla y Salcedo INIA con 37%, 37% y 36%, respectivamente, y el menor porcentaje recayó a la variedad Blanca de Junín con 19%, por ser de ciclo biológico tardío.

En ecotipos el que tuvo mayor porcentaje de índice de cosecha fue el ecotipo Choclito con 40%, seguido de Chullpi Blanco con 35%, y el menor porcentaje correspondió al ecotipo Qoitu con 34%. La negra de Oruro e INIA 431-Altiplano están dentro del rango establecido por los autores mencionados. Los resultados de índice de cosecha nos abren una posibilidad para introducir la quinua en la región San Martín como un cultivo alternativo, nutritivo y económico dentro de una agricultura sostenible.

Esta investigación nos sirve como base para fomentar el cultivo de quinua con aplicaciones de nitrógeno fósforo, potasio, magnesio y calcio, bajo las condiciones del suelo donde se ha trabajado y proyectarse a suelos ácidos.

3.9. Rendimiento (kg.ha⁻¹)

En el cuadro 15, se presenta el análisis de varianza para el rendimiento en kg.ha⁻¹, el cual nos muestra diferencias significativas a un $p < 0,05$ (95%) para la fuente de variabilidad Tratamientos, debido a que los valores de la probabilidad (p-valor) fue

menor que el nivel de riesgo de $\alpha=0,05$ y mayor que el nivel de riesgo $\alpha= 0,01$, determinándose así la existencia de un grado de asociación entre las variables de estudio.

Tabla 15:

ANVA para el Rendimiento en kg.ha⁻¹

Fuentes de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L	Cuadrático promedio	F.C.	P-valor	Sig.
Bloques	131099,827	3	43699,942	0,490	0,702	N.S.
Tratamientos	1385037,092	2	692518,546	7,763	0,022	*
Error experimental	535254,757	6	89209,126			
Total	2051391,676	11				
Promedio = 3087,69						$R^2 = 73,9\%$
N.S. no significativo	*significativo (P<0,05)					

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, observamos que el Coeficiente de Variabilidad (C.V.) fue de 9,7%, el cual se encuentra dentro de la variabilidad aceptada en trabajos de investigación de esta naturaleza (Calzada, 1982).

Por otro lado, el efecto determinado por los tratamientos estudiados (tres genotipos del cultivo de quinua) sobre el rendimiento en kg.ha⁻¹ (variable predictora) fue determinado por el Coeficiente de Determinación (R^2) en 73,9%, lo que nos indica que el porcentaje del ajuste (porcentaje de la variación) que se ha conseguido está por encima del mínimo permisible explicando suficientemente los resultados a través del modelo lineal estimado; es decir, que con la variable evaluada se consiguió una buena predicción de la varianza explicada sobre la varianza no explicada (error experimental), por encima del 70%.

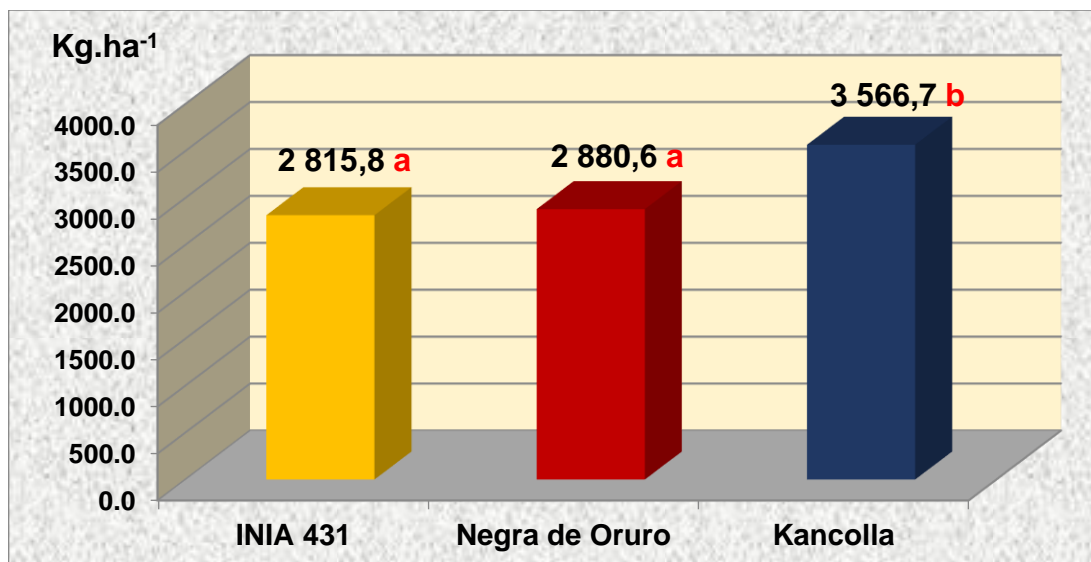


Gráfico 9: Prueba de Duncan ($P < 0,05$) para los promedios de rendimiento

La prueba de rangos múltiples de Duncan, presentado en el gráfico 9, nos muestra que con el genotipo Kancolla se obtuvo el mayor promedio con $3566,7 \text{ kg.ha}^{-1}$ de rendimiento, superando estadísticamente a los tratamientos (genotipos) Negra de Oro e INIA 431 quienes obtuvieron promedios $2880,6 \text{ kg.ha}^{-1}$ y $2815,8 \text{ kg.ha}^{-1}$ respectivamente. Las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas favorecen la producción de la quinua y de esta manera favoreció que los granos se desarrollen y sean más grandes que los demás obtenidos en los otros genotipos.

En el experimento realizado no existe heladas y periodos secos prolongados, superando a la producción del altiplano de Puno en el tiempo seco de $500 - 700 \text{ kg.ha}^{-1}$ y en periodo lluvioso producciones medianas a $700 - 900 \text{ kg.ha}^{-1}$ y en periodo intermedio ha heladas producciones altas $1200-1800 \text{ kg.ha}^{-1}$ (Tapia, 2010).

Rendimiento de la variedad INIA 431 - Altiplano logra rendimientos económicos de 2800 kg.ha^{-1} tiene amplia capacidad de adaptación que va desde el altiplano a la costa peruana señala INIA, (2013) este reporte tiene similitud con el rendimiento obtenido bajo las condiciones de suelo del fundo el pacífico y agroecológicos del distrito de Lamas que se obtuvo $2815,8 \text{ kg.ha}^{-1}$

Los rendimientos de la variedad Kancolla de $3566,7 \text{ kg.ha}^{-1}$, es superior a reportado por Vergara (2015) quien obtuvo rendimientos de 2500 kg.ha^{-1} en la zona de

Cabanillas, Puno por lo tanto las condiciones agroecológicas de Lamas tiene mejores condiciones para la producción. Por otro lado los rendimientos son inferiores al rendimiento potencial reportado por Mujica *et al.*, (2001), quien menciona que se puede producir en condiciones óptimas de 11000 kg.ha⁻¹, sin embargo la producción más alta obtenida bajo condiciones favorables está en 6000 kg.ha⁻¹.

Los genotipos estudiados tienen adaptabilidad bajo las condiciones agroecológicas de Lamas demostrando su tolerancia a condiciones climáticas y edáficas (APG 2003) que tienen las Chenopodiaceae que pueden sobrevivir en lugares donde otras no pueden prosperar como lo corrobora Bonifacio, (2003), FAO *et al.*, (2012), PROIMPA, (2011), Mujica *et al.*, (2001); en cuanto a la salinización o sodificación es corroborado por Koyro & Eis, (2008); Rosa *et al.*, 2009, citado por Jacobsen & Soronse, (2010).

La producción de quinua en el distrito de Lamas específicamente en el fundo el pacífico por su manejo intensivo en suelos franco arcillo arenoso tiene similitud con los que sostiene Mujica *et al.*, (2001) cuando menciona que la quinua prospera en suelos francos, arenosos, a francos arcillosos semi profundos con alto contenido de materia orgánica y pendiente moderada.

La dosis apropiada a la que el cultivo responde de forma positiva en condiciones de variación climatológica es la fórmula es de 80 Kg N – 0 kg P₂O₅ -0 kg K₂O que económicamente da los mayores beneficios Tapia *et al.*, (1976).

Para un rendimiento de 3598 kg.ha⁻¹ en la variedad blanca de Junín, Medina, (2015) determinó que se requiere de 117 Kg de N, 98 kg P₂O₅ y 78 kg K₂O mientras que en el estudio realizado en el distrito de Lamas nos reporta rendimiento económicos para kancolla de 3566,7 kg.ha⁻¹ , Negra de Oruro 2880,6 y 2815,5 para INIA 431 altiplano con un contenido de nutrientes disponibles: 34,24 kg de N, 31,85 kg de P₂O₅ y 122,47 kg de K₂O Por lo tanto, al comparar las condiciones de nutrientes en el suelo de ambos estudios se deduce que la quinua sembrada en diferentes condiciones agroecológicas varía su producción.

El contenido de fósforo, potasio, conductividad eléctrica, sodificación y salinización se debe a la aplicación constante de gallinaza tal como lo sostiene Apomaita, (2011) en su trabajo de tesis de investigación sobre la aplicación de gallinaza, vacaza y cuyaza para la producción de cebolla china en el mismo fundo donde se desarrolló la tesis; por otro lado como son cultivos hortícolas los que se siembran en el predio aprovechan solo la parte superficial mientras que la quinua es un cultivo de raíces más profundas y con un periodo fenológico entre 5-6 meses, aprovecha mejor este contenido de nutrientes. Por otro lado, se observa que el Nitrógeno es normal, potasio es medio y no existe incompatibilidad entre estos tres macronutrientes.

Según el trabajo realizado se obtuvo una baja densidad de plantas por hectárea de 125000 que equivale a 13 plantas por metro cuadrado siendo una densidad muy baja con respecto a lo que mencionan Jacobsen (2014) y Vite, (2015), de 100 plantas por metro cuadrado. La quinua Kancolla, Negra de Oruro e INIA 431 Altiplano, bajo las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas, en la provincia y región San Martín, se obtuvo rendimientos superiores al promedio nacional de 1160 kg.ha⁻¹ (Estrada y Gonza, 2011), demostrando ventajas competitivas en el rendimiento económico que presenta, a una altitud de 835 m.s.n.m.m, dentro del Bosque Seco Tropical con temperatura promedio mensual entre 24,10 a 26,45°C, precipitación entre 24,20 a 249,60 mm y humedad relativa mensual de 79-87%.

CONCLUSIONES

- El genotipo Kancolla tuvo mejor adaptabilidad se comportó como más precoz con 45 días al panojamiento, 65 días a la floración, 110 días al grano formado y 138 días a la madurez de la cosecha, seguido del genotipo Negra de Oruro con 55 días al panojamiento, 84 días a la floración, 130 días al grano formado y 158 días a la madurez de la cosecha y el genotipo INIA 431-Altiplano se comportó como la más tardía con 62,3 días al panojamiento, 90 días a la floración, 145 días al grano formado y 162 días a la madurez de la cosecha.

- Los genotipos con mayor rendimiento, índice de cosecha y peso de 1000 granos y consecuentemente con mejor adaptabilidad en el orden descendente fueron Kancolla con 3566,7 kg.ha⁻¹, 51,9% y 2,9 g, seguido de Negra de Oruro con 2880,6 kg.ha⁻¹, 44,3%, y 2,43 g y INIA 431-Altiplano con 2 815,8 kg.ha⁻¹, 22,7% y 2,69 g respectivamente.

- El genotipo Kancolla, tuvo mejor adaptabilidad a las condiciones agroecológicas del distrito de Lamas y condiciones de suelo del fundo El Pacífico por que tuvo mayor rendimiento (3566,7 Kg.ha⁻¹), índice de cosecha (51,9%) y precocidad (138 días).

RECOMENDACIONES

- Continuar con la evaluación de adaptabilidad de estos tres genotipos de quinua, considerando además la evaluación de sus características nutricionales respecto a la presencia de saponina que nos permita distinguir quinuas amargas, semi amargas y dulces.

- Considerar en los genotipos evaluados futuras evaluaciones respecto a sus propiedades funcionales y nutricionales, tecnología de cultivo, manejo de plagas y manejo post cosecha.

- Realización de investigaciones en otros lugares del departamento de San Martín y sea representativo de la selva alta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanoca, C. y Mamani, A. (2014). *Introducción de Tres Variedades de Quinua en Dos Comunidades del Municipio de Patacamaya, Altiplano Central, Bolivia*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Congreso Científico Internacional de Quinua y granos andinos. Editado por Ritva Repo de Carrasco. Resúmenes. 214 páginas.
- Apaza, V.; Cáceres, G.; Estrada, R. y Pinedo, R. (2013). *Catálogo de Variedades Comerciales de Quinua en el Perú*. Primera edición. FAO - INIA. Lima, Perú. 82 páginas.
- Apaza, W. (1995). *“Efectos de Densidad y Niveles de Fertilidad en el Rendimiento de Quinua (Chenopodium quinoa Willd) en Costa Central*. UNALM. Lima, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. 112 páginas.
- APG III. (2009). *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the Orders and Families of Flowering Plants*. Botanical Journal of the Linnean Society. Vol. 161. Páginas: 105–121.
- Apomaita, G. (2011). *Producción de Cebolla China (Allium fistulosum L) Var Roja Chiclayana con Aplicación de Tres Fuentes y Tres Dosis de Abono Orgánico, en la Provincia de Lamas Departamento de San Martín*. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo FCA-UNSM-T. San Martín. Perú 47 páginas.
- Bois, J.; Lhomme, J. y Winkel, T. (2006). *Response of Some Andean Cultivars of Quinoa (Chenopodium quinoa Wild.) to Temperature: Effects on Germination, Phenology, Growth and Freezing*. European Journal of Agronomy. Vol. 25. Páginas: 299 – 308.
- Bonifacio, A. (2003). *Chenopodium Sp.: Genetic Resources, Ethnobotany and Geographic Distribution. Food Reviews Interntional*. New York. Vol. 19, N° 1 y 2. Páginas: 1 – 7.

- Calzada, J. (1982). *Métodos Estadísticos para la Investigación*. 5ta. Edición. Edit. Milagros S.A. Lima-Dic. 1982.
- Camacho, S. (2009). *Manual Técnico de Quinoa Orgánica*. 6 páginas Disponible en <http://quinua.pe/wp-content/up/oads/2013>
- Cárdenas, M. (1944). *Descripción Preliminar de las Variedades de Chenopodium Quinoa de Bolivia*.
- CANNA. (2018). *Influencia de la Temperatura Ambiental en las Plantas*. Disponible en: http://www.canna.es/influencia_temperatura_ambiental_en_las_plantas
- Curti, R. (2014). *Caracterización y Evaluación del Germoplasma Nativo de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) del Noroeste Argentino en base a Atributos Morfológicos y Agronómicos*. Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad de Buenos Aires, Área Ciencias Agropecuarias. Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires. 197 páginas.
- Delgado, P.; Palacios, C.; Betancourt, G. (2009). *Evaluación de 16 Genotipos de Quinoa Dulce (Chenopodium quinoa Willd.) en el Municipio de Lles, Nariño (Colombia)*. Agron. Colomb., Bogotá, v. 27, n. 2, Aug. 2009.
- Espíndola, G. (1986). *Respuestas Fisiológicas, Morfológicas y Agronómicas de la Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) al Déficit Hídrico*. Tesis M. Sc., Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Chapingo México. 101 páginas.
- Espinoza, E. (2016) *Adaptación del Cultivo de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd) al Cambio Climático en los Andes del Perú*. Rev. Del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG - UNMSM. Vol. 19, n. 37, 10 páginas.
- Estrada, R. y Gonza, C. (2011). *Expediente Técnico de la Nueva Variedad INIA 427 Amarilla Sacaca*; Estación experimental Andenes - Cusco, Perú. 9 páginas.

- Gandarillas, H. y Tapias, M. (1976). *Requerimientos de Fertilizantes en la Quinoa Altiplano Central de Bolivia*. In: Convención Internacional de Quenopodiáceas, Potosi, Bolivia. IICA
- Garrido, M.; Silva, P.; Silva, H.; Muñoz, R.; Baginsky, C. (2013). *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Bajo Diferentes Disponibilidades Hídricas en Ambiente Mediterráneo*. Idesia (Arica), 31(2), 69 - 76. Recuperado el 12 de marzo de 2017 obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071834292013000200010&script=sci_arttext&tlng=en
- Gómez, R. y Aguilar, E. (2016). *Guía del Cultivo de la Quínoa*. Segunda Edición. FAO y Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima - Perú, 130 páginas.
- Gómez, L. y Eguiluz, A. (2011). *Catálogo del Banco de Germoplasma de Quinoa*. UNALM. Primera Edición. Lima - Perú. 183 páginas.
- Holdridge, R. (1984). *“Ecología Basada en las Zonas de Vida”*. San José - Costa Rica. IICA. 250 páginas.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria (2013). *INIA Presenta Nueva Variedad de Quinoa con Mayor Rendimiento y Calidad de grano para la Agroindustria*. Revista Andina - Puno. Disponible en www.inia.gob.pe/sala-de-prensa/notas-de-prensa-605-inia
- Jacobsen, S-E. y Sørensen, M. (2010). *Quinoa y su Producción en Bolivia: de Éxito Económico a Desastre Ambiental. Desafíos de la Globalización a los Sistemas Agroalimentarios en América Latina*. Ministry of Foreign Affairs of Denmark. International Development Cooperation. DANIDA. Conferencia Internacional sobre América Latina NOLAN. La Paz - Bolivia. 125 páginas.
- Jacobsen, S-E. (2003). *The Worldwide Potential for Quinoa (Chenopodium quinoa Wild.)*. CIP, Lima, Perú. Food Reviews International. New York. Vol. 19, n.1 y 1. Páginas: 167 - 177.

- Jacobsen, S.-E., Monteros, C., Christiansen, J., Bravo, L.A., Corcuera, L. J. y Mujica, A. (2004). *Plant Response of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) to Frost at Various Phenological Stages*. European Journal of Agronomy. Vol. 22 (2005), Páginas: 131 - 139.
- Jacobsen, S-E (2014) *Adaptación y Posibilidades para la Quinua en las Latitudes Septentrionales de Europa*. Capítulo 6.1 In: BAZILE. (Editores), “Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013” FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): página 528.
- Marca, S., Yucra, H., Sucari, J., Cano, I. (2009). *Producción de Semilla de Quinua*. Dirección Regional Agraria Puno. Puno - Perú. 85 páginas.
- Marca, V. S., Espinoza, P., Poblete, V. (2015). *Multiplicación de Semilla de Variedades y Genotipos de Quinua en Valle de Majes - Arequipa*. Artículo original. Revista Investigación Alto Andina. Vol.17 n. 3. 355 - 368.
- Medina, F (2015). *Valoración Agronómica del Cultivo de Quinua (Chenopodium Quinua Willd.) Var. 'Real Blanca' por Efecto de Tres Niveles de Humus de Lombriz y Biol en Condiciones de Zonas Áridas*. Tesis para optar el título profesional de ingeniero Agrónomo, Arequipa, Perú. 78 páginas.
- Ministerio Nacional de Salud - MINSAL. (2017). *Plan Nacional para Reducción de la Anemia 2017 - 2021*. Disponible en: www.minsa.gob.pe/portada/especiales/2016/anemia/index.asp?op=3
- Mujica, A (1996). *Genetic Resources of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.)*. FAO. Roma, Italia. En prensa. en español.
- Mujica, A. (1988). *Parámetros Genéticos e Índices de Selección en Quinua (Chenopodium quinoa Willd.)*. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Chapingo México. 122 páginas.
- Mujica, A. (2006). *Descriptores Para la Caracterización del Cultivo de Quinua*.

Manual para Caracterización in situ de Cultivos Nativos. INIEA. Lima, Perú. Páginas: 90 - 94.

Mujica, A., Jacobsen, S.-E., Izquierdo, J. y Marathe, J. P. (2001). *Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del Presente y Futuro*. Capítulo II: Agronomía del Cultivo de la Quinoa. FAO. Santiago - Chile.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2012). *University of Cordoba and IAS – CSIC, KU Leuven University y University of California*. Crop Yield Response to Water. Herbaceous crops. FAO irrigation and drainage. Paper 66. Páginas: 230 - 235.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. (2011) *Informe Técnico. La Quinoa, Cultivo Milenario para Contribuir a la Seguridad Alimentaria*. http://www.fao.org/alc/file/media/pubs/2011/cultivo_quinoa_es.pdf.

Piva, G.; Brasse, C. y Mehinagic, E. (2014), *Quinoa D' Anjou: Comienzo del Sector de Quinoa Francesa*. Capítulo 6.12 In: BAZILE, (Editores), "Estado del arte de la quinoa en el mundo en 2013" FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): páginas 536-537.

Piwandes. (2008). *Validar y Sintetizar los Atributos Económicos y Mercadeables de la Biodiversidad Andina con Énfasis en los Pobres y Marginados*. Informe final. Puno, Perú. 256 páginas.

PROINPA. (2011). *La Quinoa, Cultivo Milenario para Contribuir a la Seguridad Alimentaria Mundial*. FAO oficina regional para América Latina y el Caribe. 58 páginas. Disponible en http://www.ibce.org.bo/publicaciones/docu_rec.asp (Instituto boliviano de comercio exterior).

Quillatupa, R. (2009). *Caracterización de las Fases Fenológicas, Determinación de Unidades de Calor y Rendimiento de 16 Genotipos de Quinoa*

(*Chenopodium quinoa Willd*) en *Condiciones de la Molina*. Lima - Perú. 158 páginas.

Rasmussen, C.; Lagnaoui, A. y Esbjerg, P. (2003). *Advances in the Knowledge of Quinoa Pests*. Food Review International. New York. Vol. 19, n, 1 y 2, Páginas: 61 - 75.

Risi J., and Galwey N.W. (1991). *Effects of Sowing Date and Sowing Rate on Plant Development and Grain Yield of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) in a Temperate Environment*. The Journal of Agricultural Science. Cambridge. 117 (03):325-332.

Saavedra, C. (2013). *Guía Técnica del Cultivo de la Quinoa*. Universidad de San Pedro - Escuela de ingeniería agronomía. Chimbote. Consultado 18/08/2017. Disponible en [http://es.scribd.com/document/353697012/Manual-Técnico-Quinoa II](http://es.scribd.com/document/353697012/Manual-Técnico-Quinoa-II)

Soto, M, (2010). *Granos Andinos Avances, Logros y Experiencias Desarrolladas en Quinoa, Cañahua y Amaranto en Bolivia*. Capítulo IX Tecnología del cultivo de granos andinos. Bioersity Internacional (Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI)). Bolivia. 178 páginas.

Stoskopf, N. (1981). *Understanding Crop Production*. Reston -Virginia- USA. 433 páginas.

Tapia, F. (2003). *“Influencia de dos Tecnologías de Cultivo en la Producción de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd) en Costa.”* Tesis para Optar el Grado de Magister Scientiae UNALM. Lima - Perú. 113 páginas.

Tapia, M. (2010). *La Quinoa. Historia, Distribución Geográfica, Actual Producción y Usos*. Revista Ambiente. Disponible en: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/quinoa.htm>

Tapia, M. y Fries, A. (2007). *Guía de Campo de los Cultivos Andinos*. FAO - Roma, ANPE - Lima. Primera Edición. 209 páginas.

- Tapia, M. (1997). *Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- Tapia, M. E.; Sánchez, I.; Morón., C.; Ayala, G.; Fries, A. M. y Bacigalupo, A. (2000). *Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación*. FAO. Segunda Edición. Santiago - Chile. 170 páginas.
- Tapia, M.; Gandarillas, H.; Alandia, S.; Corzo, A.; Mujica, A; Ortiz, R.; Otazu, V. (1976). *La Quinoa y la Kañiwa*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). Editorial IICA Serie: Libros y Materiales Educativos n. 40.
- Vergara, S. (2015). *Reporte de Inteligencia de Mercados, Quinoa Peruana Grano de Oro que va Ganando el Paladar del Mundo*. Primera edición - RED LIBRE-Perú 2014-2015. Trujillo, Perú. 100 páginas.
- Vite, M. (2015). *Estudio Fenológico y Adaptabilidad del Cultivo de la Quinoa (Chenopodium quinoa Willd)*, en el valle del medio Piura - Dpto Piura-Perú.
- Wahli, C. (1990). *Quinoa Hacia su Cultivo Comercial*. Quito - Colombia. 198 páginas.
- Yazar, A; Incerkaya, C; Semih, M y Tekin, S. (2014). *Experimentación y Producción de Quinoa en Turquía*. Capítulo 6.12. En BAZILE, (Editores), "Estado del arte de la quinoa en el mundo en 2013" FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia): páginas 558-573.
- Zúñiga y Valencia. (2014). *Evaluación del Rendimiento de 4 Variedades de Quinoa (Chenopodium quinoa) Orgánica en Cuatro Localidades en las Regiones de Junín y Huancavelica*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Congreso Científico Internacional de Quinoa y granos andinos. Editado por: Ritva Repo de Carrasco. Resúmenes. 214 páginas.

Linkografía visitada

1. <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~fmendiburu/indexfiler/academic/metodos1/capitulo2.pdf>
2. Alicia Vila (avilag@uoc.edu), Máximo Sedano (msedanoh@uoc.edu), Ana López (alopezrat@uoc.edu), Ángel A. Juan (ajuarp@uoc.edu), en <http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/RegresionLineal.pdf>
3. <http://www.ecoticias.com/naturaleza/67270/2015/02/21/quinua-amaranthus-blitum-inca-garcilaso->
4. https://es.scribd.com/document/345973576/Resumenes-de-Exposiciones-Del-VI-Congreso-Mundial-de-La-Quinoa-y-III-Simposio-Internacional-de-Granos-Andinos-Peru-2017#from_embed
5. Tapia, M 2010. <http://www.ecoticias.com/naturaleza/67270/2012/06/21/quinua-amaranthus-blitum-inca-garcilaso->