



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS

ESTABILIDAD PRODUCTIVA DE TARWI (*Lupinus mutabilis Sweet.*) EN TRES PISOS ALTITUDINALES DE LA CUENCA DEL VILCANOTA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS MENCIÓN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL

AUTOR

Br. VICTOR MINAURO ROJAS

ASESOR:

Dr. TEÓFILO POMPEYO COSIO CUENTAS

CODIGO ORCID:

0000-0003-2369-268x

CUSCO - PERÚ

2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, asesor del trabajo de investigación/tesis titulado: ESTABILIDAD PRODUCTIVA DE TARWI (Lupinus mutabilis Sweet) BATO DIFERENTES CONDICIONES AMBIENTALES DE LA CUENCA DEL VILCANOTA presentado por: VICTOR MINAHRO ROJAS

con Nro. de DNI: 40363925, para optar el título profesional/grado académico de MAESTRO EN CIENCIAS MENCION ECOLOGIA Y GESTION AMBIENTAL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del *Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC* y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8%

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera hoja del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 13 de JULIO de 2023



Firma

Post firma Tecfile Pompeyo Casio Cuentas

Nro. de DNI 23867703

ORCID del Asesor 0000-0003-2369-268x

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: <http://unsaac.turnitin.com/viewer/submissions/oid;27259;245794595?locale=es-MX>

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS ESTABILIDAD PRODUCTIVA TAR
WI VICTOR MINAURO rev 0.0.0.pdf**

AUTOR

Victor Minauro Rojas

RECUENTO DE PALABRAS

29882 Words

RECUENTO DE CARACTERES

152235 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

160 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.8MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 13, 2023 9:11 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 13, 2023 9:13 AM GMT-5**● 8% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 8% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de Crossref
- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 30 palabras)

DEDICATORIA

A mis padres: Gilberto (Q.D.D.G.) y Teófila.

Por brindarme su amor y apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos, y motivación constante en la culminación de mis aspiraciones.

A mis abuelos Máximo y Avelina. (Q.D.D.G.)

Quienes me enseñaron a amar y respetar la tierra, cultivarla con alegría y disfrutar de los frutos del campo.

A mi esposa Nery Antonieta e hijos Yudá y Dayra.

Quienes siempre están junto a mí, en los momentos de alegría y tristeza, de abundancia y escasez, por todo el amor que siempre me brindan.

A mis hermanas Rocío y Luzdelia.

Por su cariño, aliento y apoyo constante en mi formación personal y profesional.

A la memoria de mis tíos Ernestina, Edgar y Adriel (Q.D.D.G.).

Por su incommensurable amor a mi padre y a nuestra familia.

A mí amado tío Máximo.

Quien me vio nacer y siempre me motivó a estudiar y formarme académicamente.

AGRADECIMIENTOS

Mi profundo y sincero agradecimiento a los señores docentes de la Maestría en Ciencias, mención Ecología y Gestión Ambiental, de la Escuela de Posgrado de la UNSAAC, por brindarme sus conocimientos y valiosas experiencias.

Al Doctor Teófilo Pompeyo Cosío Cuentas, asesor del presente trabajo de investigación, por su constante orientación y apoyo desinteresado en la planificación ejecución y culminación del mismo.

A los doctores Wilfredo Catalán Bazán y Maywa Blanco Zamalloa, por sus invaluable aportes y sugerencias en su calidad de dictaminantes del presente trabajo de investigación.

Al Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), que sigue trabajando incansablemente por la seguridad y soberanía alimentaria del Cusco y del Perú.

A mis compañeros y amigos de la Maestría en Ciencias, mención Ecología y Gestión Ambiental, por compartir sus experiencias y su amistad.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Situación problemática.....	3
1.2. Formulación del problema.....	3
a. Problema General.....	3
b. Problemas Específicos.....	4
1.3. Justificación de la investigación	4
1.4. Objetivos de la investigación	5
a. Objetivo general.....	5
b. Objetivos específicos	5
II. MARCO TEORICO CONCEPTUAL	6
2.1. Bases teóricas	6
2.2. Marco conceptual (palabras clave)	8
2.3. Antecedentes de la investigación.....	11
III. HIPOTESIS Y VARIABLES	22
3.1. Hipótesis	22
a. Hipótesis general.....	22
b. Hipótesis específicas	22
3.2. Identificación de variables e indicadores.....	22
3.3. Operacionalización de variables	24
IV. METODOLOGIA	25
4.1. Ámbito de estudio	25
4.2. Tipo y nivel de investigación	27
4.3. Unidad de análisis.....	27
4.4. Población de estudio.....	27
4.5. Tamaño de muestra.....	30
4.6. Técnica de selección de la muestra	30
4.7. Técnicas de recolección de información	33
4.8. Técnicas de análisis e interpretación de la información	34
4.9. Técnicas para para demostrar la verdad o falsedad de la hipótesis planteada	35
4.10. Conducción del experimento	38

V. RESULTADOS Y DISCUSION	45
5.1. Procesamiento, análisis e interpretación de las evaluaciones fenológicas.....	45
5.2. Procesamiento, análisis e interpretación de las evaluaciones agronómicas	52
5.3. Procesamiento, análisis e interpretación de parámetros de estabilidad para rendimiento en grano	104
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFIA.....	113
ANEXOS	117
a. Matriz de consistencia	
b. Medios de verificación	
c. Otros	

INDICE DE TABLAS

Tabla 01	Ubicación política.....	25
Tabla 02	Ubicación geográfica campo experimental localidad (b ₁ Erapata)	25
Tabla 03	Ubicación geográfica campo experimental localidad (b ₂ Ttocopunco)	25
Tabla 04	Ubicación geográfica campo experimental localidad (b ₃ Oroscocha).....	26
Tabla 05	Clasificación zonas de vida Leslie Holdridge	26
Tabla 06	Historial de los campos experimentales.....	26
Tabla 07	Análisis fisicoquímico de suelos.....	29
Tabla 08	Análisis mecánico de suelos.....	29
Tabla 09	Interpretación de resultados análisis de suelos	29
Tabla 10	Características edáficas de suelos	29
Tabla 11	ANVA-DBCA.....	35
Tabla 12	ANVA COMBINADO DBCA	36
Tabla 13	Situaciones posibles derivadas de los valores de los parámetros de estabilidad	37
Tabla 14	Factor A Genotipos (Variedades en estudio)	38
Tabla 15	Factor B Localidades (Pisos altitudinales)	38
Tabla 16	Plantas competidoras presentes en el lugar de (b ₁ Erapata)	39
Tabla 17	Plantas competidoras presentes en el lugar de (b ₂ Ttocopunco)	39
Tabla 18	Plantas competidoras presentes en el lugar de (b ₃ Oroscocha).....	40
Tabla 19	Datos meteorológicos estación Sicuani campaña 2017-2018.....	41
Tabla 20	Datos meteorológicos estación Acomayo Campaña 2017-2018.....	43
Tabla 21	Fase fenológica emergencia (días desde la siembra).....	45
Tabla 22	Fase fenológica formación de inflorescencia (días desde la siembra)	46
Tabla 23	Fase fenológica floración (días desde la siembra).....	47
Tabla 24	Fase fenológica formación de vainas (días desde la siembra).....	48
Tabla 25	Fase fenológica maduración (días desde la siembra).....	49
Tabla 26	Fases fenológicas promedio localidades (días desde la siembra)	50
Tabla 27	Fases fenológicas promedio genotipos (días desde la siembra).....	51
Tabla 28	Longitud de inflorescencia localidad (b ₁ Erapata)	52
Tabla 29	ANVA Longitud de inflorescencia localidad (b ₁ Erapata).....	53

Tabla 30	Tukey combinaciones para longitud de inflorescencia localidad (b1Erapata) ...	53
Tabla 31	Longitud de inflorescencia localidad (b2Ttocopunco)	54
Tabla 32	ANVA Longitud de inflorescencia localidad (b2Ttocopunco).....	55
Tabla 33	Tukey combinaciones para longitud de inflorescencia localidad (b2Ttocopunco).....	55
Tabla 34	Longitud de inflorescencia localidad (b3Oroscocha).....	56
Tabla 35	ANVA Longitud de inflorescencia localidad (b3Oroscocha).....	57
Tabla 36	Tabla auxiliar longitud de inflorescencia	57
Tabla 37	ANVA Combinado longitud de inflorescencia	57
Tabla 38	Tukey localidades combinaciones para longitud de inflorescencia	58
Tabla 39	Tukey genotipos combinaciones para longitud de Inflorescencia	59
Tabla 40	Número de vainas por planta (b1Erapata).....	60
Tabla 41	ANVA número de vainas por planta (b1Erapata).....	60
Tabla 42	Tukey combinaciones para número de vainas por planta localidad (b1Erapata)	61
Tabla 43	Número de vainas por planta (b2Ttocopunco).....	62
Tabla 44	ANVA número de vainas por planta (b2Ttocopunco).....	62
Tabla 45	Número de vainas por planta (b3Oroscocha)	63
Tabla 46	ANVA número de vainas por planta (b3Oroscocha)	63
Tabla 47	Tabla auxiliar número de vainas por planta	63
Tabla 48	ANVA combinado número de vainas por planta	64
Tabla 49	Tukey localidades combinaciones para número de vainas por planta	64
Tabla 50	Número de semillas por planta localidad (b1Erapata)	65
Tabla 51	ANVA número de semillas por planta localidad (b1Erapata).....	66
Tabla 52	Número de semillas por planta localidad (b2Ttocopunco)	66
Tabla 53	ANVA número de semillas por planta localidad (b2Ttocopunco)	67
Tabla 54	Tukey combinaciones para número de semillas por planta localidad (b2Ttocopunco)	67
Tabla 55	Número de semillas por planta localidad (b3Oroscocha)	68
Tabla 56	ANVA Número de semillas por planta localidad (b3Oroscocha).....	69
Tabla 57	Tukey combinaciones para número de semillas por planta localidad	

	(b ₃ Oroscocha)	69
Tabla 58	Tabla auxiliar número de semillas por planta	70
Tabla 59	ANVA Combinado número de semillas por planta	71
Tabla 60	Tukey localidades combinaciones para número de semillas por planta	71
Tabla 61	Tukey genotipos combinaciones para número de semillas por planta	72
Tabla 62	Número de ramas primarias por planta (b ₁ Erapata).....	73
Tabla 63	ANVA Número de ramas por planta (b ₁ Erapata).....	74
Tabla 64	Tukey combinaciones para número de ramas por planta localidad (b ₁ Erapata)74	
Tabla 65	Número de ramas primarias por planta (b ₂ Ttocopunco)	75
Tabla 66	Tukey combinaciones para número de ramas primarias por planta localidad (b ₂ Ttocopunco)	76
Tabla 67	Tukey combinaciones para número de vainas por planta (b ₁ Erapata)	76
Tabla 68	Número de ramas primarias por planta (b ₃ Oroscocha).....	77
Tabla 69	ANVA número de ramas primarias por planta (b ₃ Oroscocha).....	78
Tabla 70	Tukey combinaciones para número de ramas primarias por planta localidad (b ₃ Oroscocha).....	78
Tabla 71	Tabla auxiliar número de ramas primarias por planta	79
Tabla 72	ANVA combinado número de ramas primarias por planta	80
Tabla 73	Tukey localidades combinaciones para número de ramas primarias por planta	80
Tabla 74	Tukey genotipos combinaciones para número de ramas primarias por planta ..	81
Tabla 75	Tukey genotipos combinaciones para número de vainas por planta.....	82
Tabla 76	Rendimiento de semillas por planta (b ₁ Erapata)	83
Tabla 77	Tukey combinaciones para rendimiento de semillas por planta localidad (b ₁ Erapata)	83
Tabla 78	Rendimiento de semillas por planta (b ₂ Ttocopunco).....	84
Tabla 79	ANVA rendimiento de semillas por planta (b ₂ Ttocopunco).....	85
Tabla 80	Tukey combinaciones para rendimiento de semillas por planta localidad (b ₂ Ttocopunco)	85
Tabla 81	Rendimiento de semillas por planta (b ₃ Oroscocha)	86

Tabla 82	ANVA rendimiento de semillas por planta (b ₃ Oroscocha)	87
Tabla 83	Tabla auxiliar rendimiento de semillas por planta	87
Tabla 84	ANVA combinado para rendimiento de semillas por planta	88
Tabla 85	Tukey localidades combinaciones para rendimiento de semillas por planta	88
Tabla 86	Peso de 100 semillas (b ₁ Erapata).....	89
Tabla 87	ANVA peso de 100 semillas (b ₁ Erapata).....	90
Tabla 88	Tukey combinaciones para peso de 100 semillas localidad (b ₁ Erapata).....	90
Tabla 89	Peso de 100 semillas (b ₂ Ttocopunco).....	89
Tabla 90	ANVA peso de 100 semillas (b ₂ Ttocopunco).....	89
Tabla 91	Peso de 100 semillas (b ₃ Oroscocha).....	91
Tabla 92	ANVA peso de 100 semillas (b ₃ Oroscocha).....	92
Tabla 93	Tukey combinaciones para peso de 100 semillas localidad (b ₃ Oroscocha).....	93
Tabla 94	Tabla auxiliar peso de 100 semillas	94
Tabla 95	ANVA combinado peso de 100 semillas	94
Tabla 96	Tukey localidades combinaciones para peso de 100 semillas	95
Tabla 97	Tukey genotipos combinaciones para peso de 100 semillas	96
Tabla 98	Rendimiento en toneladas por hectárea (b ₁ Erapata	97
Tabla 99	ANVA rendimiento en toneladas por hectárea (b ₁ Erapata).....	97
Tabla 100	Tukey combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea localidad (b ₁ Erapata)	97
Tabla 101	Rendimiento en toneladas por hectárea (b ₂ Ttocopunco)	99
Tabla 102	ANVA rendimiento en toneladas por hectárea (b ₂ Ttocopunco).....	99
Tabla 103	Tukey combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea localidad (b ₂ Ttocopunco)	100
Tabla 104	Rendimiento en toneladas por hectárea (b ₃ Oroscocha).....	101
Tabla 105	ANVA rendimiento en toneladas por hectárea (b ₃ Oroscocha)	101
Tabla 106	Cuadro auxiliar rendimiento en toneladas por hectárea	101
Tabla 107	ANVA combinado rendimiento en toneladas por hectárea	102
Tabla 108	Tukey localidades combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea	102

Tabla 109	Promedios de genotipos por localidades (tn/ha).....	104
Tabla 110	Estimación del índice ambiental de las tres localidades	104
Tabla 111	Estimación del Coeficiente de regresión (β_i).....	104
Tabla 112	ANVA para parámetros de estabilidad	105
Tabla 113	Estimación de suma de cuadrados para los genotipos de tarwi.....	105
Tabla 114	Parámetros de estabilidad por genotipos	106
Tabla 115	Interpretación de los parámetros de estabilidad para los cuatro genotipos.....	106
Tabla 116	Respuesta de rendimiento de grano por ambientes.....	107

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Croquis el campo experimental.....	32
Figura 2	Temperatura máxima y mínima en (°C) estación meteorológica Sicuani	42
Figura 3	Precipitación total mensual (mm) y humedad relativa (%) estación meteorológica Sicuani	42
Figura 4	Temperatura máxima y mínima en (°C) estación meteorológica Acomayo	43
Figura 5	Precipitación total mensual (mm) y humedad relativa (%) estación meteorológica Acomayo	44
Figura 6	Fases fenológicas promedio por localidades (días)	51
Figura 7	Fases fenológicas promedio genotipos (días).....	52
Figura 8	Combinaciones para longitud de inflorescencia localidad de (b ₁ Erapata)	54
Figura 9	Combinaciones para longitud de inflorescencia localidad de (b ₂ Ttocopunco) ...	56
Figura 10	Localidades combinaciones para longitud de inflorescencia	58
Figura 11	Genotipos combinaciones para longitud de inflorescencia	59
Figura 12	Combinaciones para número de vainas por planta localidad de (b ₁ Erapata). ...	61
Figura 13	Localidades combinaciones para número de vainas por planta	65
Figura 14	Combinaciones para número de semillas por planta (b ₂ Ttocopunco)	68
Figura 15	Combinaciones para número de semillas por planta (b ₃ Oroscocha).....	70
Figura 16	Localidades combinaciones para número de semillas por planta	72
Figura 17	Genotipos combinaciones para número de semillas por planta	73
Figura 18	Combinaciones para número de ramas por planta localidad de (b ₁ Erapata) ..	75
Figura 19	Combinaciones para número de ramas por planta localidad de (b ₂ Ttocopunco)	77
Figura 20	Combinaciones para número de ramas por planta localidad de (b ₃ Oroscocha)	79
Figura 21	Localidades combinaciones para número de ramas por planta	81
Figura 22	Genotipos combinaciones para número de ramas por planta	82
Figura 23	Combinaciones para peso promedio por planta localidad de (b ₁ Erapata)	84
Figura 24	Combinaciones para peso promedio por planta localidad de (b ₂ Ttocopunco) ..	86
Figura 25	Localidades combinaciones para peso promedio por planta	89
Figura 26	Combinaciones para peso de 100 semillas localidad de (b ₁ Erapata)	91

Figura 27	Combinaciones para peso de 100 semillas localidad de (b_3 Oroscocha).....	93
Figura 28	Localidades combinaciones para peso de 100 semillas	95
Figura 29	Genotipos combinaciones para peso de 100 semillas	96
Figura 30	Combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea localidad de (b_1 Erapata)	98
Figura 31	Combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea localidad (b_2 Ttocopunco)	100
Figura 32	Localidades combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea	103
Figura 33	Respuesta de rendimiento de grano por ambientes.....	107
Figura 34	Respuesta de los genotipos a los cambios ambientes.....	108
Figura 35	Preparación de terreno campo experimental Erapata.....	118
Figura 36	Semillas preparadas para la siembra.....	118
Figura 37	Replanteo y siembra campo experimental Oroscocha	119
Figura 38	Siembra y tapado campo experimental de Ttocopunco	119
Figura 39	Emergencia campo experimental de Ttocopunco	120
Figura 40	Emergencia plena campo experimental de Ttocopunco	120
Figura 41	Aporque campo experimental de Oroscocha	121
Figura 42	Formación de inflorescencia campo experimental de Oroscocha	121
Figura 43	Floración plena izquierda Oroscocha, derecha Erapata	122
Figura 44	Formación de vainas, izquierda localidad de Erapata, derecha localidad de Ttocopunco	122
Figura 45	Ataque de roya campo experimental de Ttocopunco	123
Figura 46	Ataque ornitológico campo experimental de Oroscocha	123
Figura 47	Floración plena campo experimental de Erapata.....	124
Figura 48	Vainas de tarwi en proceso de llenado Compuesto Precoz CICA.....	124
Figura 49	Eje principal en proceso de llenado de granos Genotipo Local.....	125
Figura 50	Madurez de vainas y granos eje central.....	125
Figura 51	Maduración campo experimental de Ttocopunco.....	126
Figura 52	Maduración campo experimental Oroscocha.....	126
Figura 53	Cosecha campo experimental de Oroscocha	127
Figura 54	Desenvainado muestras localidad Erapata.....	127
Figura 55	Pesado producción áreas netas campo experimental Ttocopunco	128

RESUMEN

El presente trabajo de investigación intitulado **Estabilidad productiva de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota**, tuvo como objetivo general, evaluar la respuesta de los componentes de rendimiento y la fenología de tres genotipos mejorados de tarwi y un testigo local en su capacidad productiva en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota. Como material genético se utilizó el compuesto Precoz CICA, Línea FLH, Línea Precoz CTC-001 y un testigo local, los que fueron sembrados en tres localidades, Erapata a 3164 m de altitud, Ttocopunco a 3507 m de altitud y Oroscocha a 3728 m de altitud. Para la instalación del experimento se utilizó el diseño de DBCA con cuatro genotipos y cuatro repeticiones en un área total de 432 m² en cada localidad. Como resultado, se determinó que las fases fenológicas de los cuatro genotipos en las tres localidades son similares, lo que indica que no hubo una clara tendencia de comportamiento tardío ni precoz por efecto de los tres ambientes. En cuanto a las evaluaciones agronómicas se ha encontrado diferencias cuantitativas entre los genotipos en función a los pisos altitudinales establecidos. Sobre los rendimientos de grano de tarwi, se ha determinado que en promedio en las tres localidades el G-Local, P CICA, y Línea CTC-001 con rendimientos de 2.359 tn/ha, 2.358 tn/ha y 2.208 tn/ha respectivamente, son estadísticamente iguales entre si y superiores a L-FLH con un rendimiento de 2,132 tn/ha. Así mismo la localidad de Ttocopunco, con un rendimiento promedio de 2,538 tn/ha es estadísticamente superior a las localidades de Erapata y Oroscocha respectivamente. Por otro lado se ha llegado a comprobar que los cuatro genotipos alcanzan la condición de variedades estables. Esto indica que la capacidad productiva de los cuatro genotipos es la misma en los tres pisos altitudinales. Cuando las condiciones ambientales son favorables, la respuesta de rendimiento tiende a mejorar y cuando las condiciones ambientales son negativas, los genotipos tienden a menor rendimiento.

Palabras clave: Adaptabilidad, componentes de rendimiento, estabilidad productiva, precocidad, variedad estable.

ABSTRACT

The present research work entitled **Productive stability of tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) in three altitudinal floors of the Vilcanota basin**, had as general objective to evaluate the response of the yield components and the phenology of three improved genotypes of tarwi and a local control, in its productive capacity in three altitudinal floors of the Vilcanota basin. It was used as genetic material, the genotypes Early CICA, Line FLH, Early Line CTC-001 and a local control, which were sown in three locations, Erapata at 3164 m altitude, Ttocopunco at 3507 m altitude and Oroscocha at 3728 m altitude. To install the experiment, it was used the DBCA design with four genotypes and four replications in a total area of 432 m², in each location. As a result, it was determined that the phenological phases of the four genotypes in the three locations are similar, which indicates that there was no clear trend of late or early behavior due to the effect of the three environments. Regarding the agronomic evaluations, it has been found quantitative differences between the genotypes based on the established altitudinal floors. Regarding the tarwi grain yields, it has been determined that on average in the three places the G-LOCAL, P CICA, and Line CTC-001 with yields of 2,359 tn / ha, 2.358 tn / ha and 2.208 kg / ha., are statistically equal to each other and higher than L-FLH with a yield of 2.132 tn / ha. Likewise, the locality of Ttocopunco, with an average yield of 2.538 tn / ha is statistically higher than Erapata and Oroscocha respectively. On the other hand, it has been proven that the four genotypes reach the condition of stable varieties. This indicates that the productive capacity of the four genotypes is the same in three altitudinal floors. When environmental conditions are favorable, the yield response tends to improve and when the environmental conditions is negative, the genotypes tend to lower the yield.

Keywords: Adaptability, yield components, productive stability, precocity, stable variety.

INTRODUCCION

El tarwi es un cultivo que mejora el suelo por su aporte de nitrógeno mediante la simbiosis con bacterias *rhizobium*, en cantidades apreciables restituyendo así la fertilidad del suelo (Camarena, et al., 2012) además de aportar materia orgánica al final de su ciclo de vida, así mismo, es un cultivo poco exigente en cuanto a calidad de sustrato, requiere poca agua en comparación a otros cultivos andinos y se adapta a diferentes pisos altitudinales.

El tarwi tiene un contenido de aceite de 16.66% a 23.47% con un promedio de 20.02% base húmeda. Proteína en grano de 24.79% a 42.29% con un promedio 34.05% base húmeda (Blanco O. 1974).

Los genotipos y las variedades locales de tarwi, no siempre responden de igual forma a condiciones ambientales diferentes sobre todo en los andes peruanos, esto se ha ahondado con los efectos del cambio climático, la temporada de lluvias en toda la zona andina se ha reducido a niveles críticos, dificultando la maduración de los cultivos de ciclo largo. Cuando los genotipos son comparados en diferentes condiciones ambientales casi siempre responden en forma heterogénea, es decir rendimientos inestables, la respuesta del cultivo está en función a su composición genética, las condiciones ambientales y la interacción genotipo medio ambiente. Obtener genotipos estables y de alto rendimiento es importante, porque permite tener cultivares predecibles en cuanto a rendimiento y calidad de grano, lo cual contribuye a la seguridad alimentaria del poblador andino y del país (CICA. 2016)

El objetivo del presente trabajo de investigaciones es evaluar la estabilidad productiva de tres genotipos mejorados y un testigo local de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet.*) en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota, conocer y entender el comportamiento de genotipos de tarwi prominentes en cuanto a rendimiento y precocidad, cuando estos son sometidos a diferentes pisos altitudinales, evaluar, analizar e interpretar las respuestas de los genotipos en cuanto a su rendimiento de grano, lo cual nos permitirá establecer recomendaciones para su cultivo en los diferentes pisos altitudinales de los valles interandinos de nuestra región y país.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1. Situación problemática

Las condiciones ambientales para los cultivos en los Andes se están tornando cada vez más inestables, producto del cambio climático, haciendo que la producción de los cultivos sea cada vez más incierta, la temporada de lluvias se ha acortado lo cual hace que los cultivos no lleguen a madurar completamente, disminuyendo los rendimientos y poniendo en serio riesgo la subsistencia del agricultor andino.

Ante esta realidad, el cultivo de tarwi es una gran opción por sus características intrínsecas le permite responder de manera más resiliente ante estos cambios, su domesticación por cientos de años por el poblador andino le han conferido amplia base genética, permitiéndole adaptarse a diferentes condiciones ambientales, tal es así, que se le encuentra desde los 2200 a 3900 metros de altitud, en condiciones difíciles para la producción, donde otros cultivos difícilmente prosperan y rinden cosechas aceptables, además por su condición de leguminosa tiene la capacidad de fertilizar los suelos con nitrógeno y la incorporación de materia orgánica mediante la asociación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium*.

En la actualidad el Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA) viene trabajando en la obtención de variedades mejoradas de tarwi precoz de amplia base genética que responda a las condiciones ambientales tan cambiantes y diversas de nuestra realidad andina.

El estudio detallado de los parámetros de estabilidad productiva del tarwi en tres localidades a diferentes pisos altitudinales y condiciones ambientales, permite establecer la capacidad de interacción de estos genes y su estabilidad productiva, siendo esta información muy relevante para futuros planes de mejoramiento del cultivo.

1.2. Formulación del problema

a. Problema general:

¿En que medida las condiciones ambientales en tres pisos altitudinales en la cuenca del Vilcanota influirían en la estabilidad productiva del tarwi *Lupinus mutabilis Sweet?*

b. Problemas específicos:

1. ¿Es posible que el cambio de las condiciones ambientales podría modificar el tiempo que transcurre la fenología de los genotipos en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota?
2. ¿En que medida Los componentes de rendimiento primario como, número de semillas por planta, longitud de inflorescencia, número de ramas primarias por planta, número de vainas por planta, peso de 100 semillas, rendimiento de semillas por planta y rendimiento por hectárea, podrían tener diferentes respuestas en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota?.

1.3. Justificación de la investigación

Los rendimientos de grano en el cultivo de tarwi en la región andina, llegan en promedio a una tonelada por hectárea (MIDAGRI Anuario Agrícola 2016) que se considera bajo y poco rentable. Estos rendimientos son poco estimulantes para el agricultor en términos de ingresos, no obstante, a que existe demanda por el producto en los mercados locales del Cusco, especialmente el mercado mayorista de Vinocanchón, donde se verifica la mayor demanda de este producto por sus cualidades nutritivas y bajo costo en comparación con fuentes de proteína similares, el costo promedio nacional fue de 3.71 soles/Kg de tarwi (MIDAGRI Anuario Agrícola 2016).

El Centro de Investigación de Cultivos Andinos (CICA), mediante el Programa de tarwi, ha obtenido variedades de tarwi como "Fortunato L. Herrera", "Compuesto PRECOZ CICA" y LP-CTC-001, que tienen mayor productividad según las condiciones ambientales por zonas y pisos altitudinales.

El presente trabajo busca determinar los parámetros de estabilidad productiva del tarwi, en cuanto a su rendimiento por hectárea, evaluar y comparar los componentes de rendimiento, así como la respuesta fenológica a la variación de las condiciones ambientales de tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota. Lo cual contribuirá en el desarrollo de futuras variedades con altos rendimientos y adecuadas características agronómicas que respondan a las cambiantes condiciones ambientales de los valles interandinos.

1.4. Objetivos de la investigación

a. Objetivo general.

Evaluar la estabilidad productiva de tres genotipos mejorados y un testigo local de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota.

b. Objetivos específicos.

1. Registrar el tiempo que dura la fenología de los genotipos en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota.
2. Evaluar los componentes de rendimiento primario como longitud de inflorescencia, número de vainas por planta, número de semillas por planta, número de ramas primarias por planta, rendimiento de semillas por planta, peso de 100 semillas y rendimiento de grano por hectárea en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota.

II. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1. Bases teóricas

2.1.1. *Estabilidad productiva de plantas.*

Un material genético de plantas es estable cuando muestra la menor variación del rendimiento sobre todos los ambientes de evaluación (**Hanson 1970**)

Una población de plantas, variedad, clones formas es estable, cuando su productividad media es alta, es decir es un genotipo, sensible a la mejora de las condiciones ambientales y de comportamiento altamente previsible (**Eberhart & Russell 1966**)

Puesto que las variedades mejoradas se utilizarán en regiones agrícolas más o menos amplias, el verdadero valor de ellas se podrá conocer al probarlas en ambientes diferentes. Los resultados que se obtengan estarán influidos por efectos genéticos, efectos no genéticos y por efecto en la interacción de ambos. Varios modelos se han sugerido para la estimación de dichos efectos y el de la interacción genotipo medio ambiente, esto ha permitido la identificación de variedades ampliamente adaptadas a rangos ambientales de una región o bien de limitar sub regiones en que estén mejor adaptadas (**Carballo y Marquez 1970**)

2.1.2. *Interacción genotipo medio ambiente.*

Es la respuesta positiva o negativa de los genotipos a la adaptación a condiciones ambientales específicas en cuanto a sus componentes de rendimiento (**Chimonyo et al., 2014**)

2.1.3. *Caracterización.*

Consiste en registrar las características de alta heredabilidad que pueden observarse fácilmente *de visu* y capaces de expresarse en cualquier medio ambiente. (**Lescano 1994**)

2.1.4. *Caracteres cuantitativos.*

Los caracteres cuantitativos son aquellos que se miden, como la altura de planta, o se cuentan como como el número de días de siembra a floración. Estos caracteres se distribuyen normalmente, es decir en una población la mayoría de los individuos tienen el

valor promedio está más o menos cerca del promedio, y progresivamente va disminuyendo el número de individuos con los valores extremos. A este tipo de herencia el ambiente modifica dentro de ciertos límites la expresión de la característica **(Álvarez & Céspedes 2001)**

2.1.5. Componentes principales de rendimiento en tarwi.

Los componentes de rendimiento, son definidos como los diversos caracteres de la planta que tienen influencia directa e indirecta sobre la expresión del rendimiento y que son de control poligénico. Constituyen entidades orgánicas que cumplen una función biológica en la planta, cuya culminación puede ser por ejemplo, la producción del grano. Los componentes de rendimiento más importantes son los siguientes: Número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 a 1000 semillas y rendimiento por hectárea **(Huamán 1999)**

La mejora de cualquier cultivo está en última instancia dirigida a incrementar los rendimientos. El rendimiento es evidentemente un carácter complejo, ya que es el producto de una serie de factores causales que actúan activamente o interaccionando entre ellos. Es interesante por tanto, el conocimiento del monto con que cada factor contribuye en el rendimiento, su variabilidad genética y sus relaciones de heredabilidad, si son factores intrínsecos de las plantas y el modo de proceder a un manejo eficiente que determine una máxima expresividad del cultivo si son factores medio ambientales. **(Lescano 1994)**

2.1.6. Consideraciones genéticas.

Por la gran variabilidad fenotípica, no solo en las colecciones de los bancos de germoplasma, sino también en la descendencia de una sola población, puede considerarse como caracteres poligénicos, aún no determinados en su número y relaciones; el contenido de proteínas y grasa en el grano, el rendimiento, precocidad de la planta, resistencia a las enfermedades (principalmente antracnosis), arquitectura de la planta o tipo de formación del tallo principal. **(Blanco 1980)**

2.1.7. Zonas de vida.

Holdridge denominó a sus unidades bioclimáticas “formaciones vegetales” o simplemente “formaciones”. Actualmente, se ha puesto el término zonas de vida a las “formaciones”. Una zona de vida es un grupo de unidades naturales básicas que tiene regiones con crecimiento similar de plantas dentro de un rango definido de condiciones climáticas. El modelo de determinación de zonas de vida de Holdridge (ZVH) es una clasificación climática que se basa en el supuesto de que la vegetación natural de un área puede ser determinada objetivamente por el clima local. Las ZVH estiman la distribución a gran escala de la vegetación con tres variables claves del clima; promedio anual de BT en grados centígrados, media total anual PP en milímetros, y relación potencial de evapotranspiración ETP (**Aybar et al., 2017**)

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Genotipo y fenotipo.

El genotipo es la constitución genética de un individuo y el fenotipo es su apariencia externa, el fenotipo se puede medir o evaluar, pero el genotipo solo se puede determinar por la observación de su fenotipo, y por el estudio de sus ancestros o su progenie, el fenotipo de un individuo cambia dependiendo del ambiente en que se desarrolla, las variaciones ambientales o modificaciones son originadas por el ambiente en que se desarrolla un determinado genotipo (**Álvarez & Céspedes 2001**)

2.2.2. Precocidad.

La precocidad es un carácter poligénico recesivo y siendo el tarwi tetraploide, resulta sumamente complicado estabilizar una población precoz. El método de mejoramiento genético de selección masal sobre una población grande como 1200 accesiones, selección masal en un compuesto precoz básico (**CICA 2016**)

2.2.3. Adaptabilidad.

La adaptabilidad se refiere al comportamiento relativo de genotipos particulares al cultivarlos en diferentes localidades. La expresión amplia adaptabilidad se aplica a los materiales que presentan un alto nivel de comportamiento relativo bajo una gran diversidad de ambientes (**Laing 1978**)

2.2.4. Variedad.

Poblacion de plantas de una misma especie que tiene una constitución genética común y homogeneidad citológica, fisiológica, morfológica y otros caracteres comunes para efectos del presente concepto, el termino variedad es sinónimo de cultivar (**Álvarez & Céspedes 2001**).

2.2.5. Definición de variedad multilínea o variedad compuesta.

Se denominan variedades multilíneas o simplemente compuestas a las mezclas de líneas que difieren de una o muy pocas características sin que la mezcla afecte a caracteres agronómicos importantes (precocidad, maduración, recogida mecánica, calidad, etc.). Las líneas a mezclar (pues las variedades multilíneas son auténticas mezclas) deberían ser teóricamente isogénicas (es decir, idénticas en cuanto a todo el genotipo salvo en un único gen), pero en la práctica es imposible garantizar tal exigencia y basta un fondo genético básicamente común que posibilite una gran similitud fenotípica entre ellas (**Cubero 2003**)

2.2.6. Fases fenológicas del cultivo.

Lescano (1994) clasifica y define las fases fenológicas en las siguientes:

- **Emergencia**

Esta fase ocurre cuando los dos cotiledones están completamente desplegados horizontalmente sobre el nivel del suelo, entre los 15 a 25 días de la siembra.

- **Primera hoja verdadera**

Del epicótilo aparece la primera hoja verdadera y la fase se da cuando esta hoja llega a desplegarse completamente.

- **Formación del racimo en el tallo central**

Del brote terminal aparece el primer racimo floral, lo cual coincide con la ramificación tricotómica y las plántulas tienen de 4 a 5 hojas.

- **Floración**

Se abre la primera flor del racimo del tallo central, esto ocurre de los 80 a 120 días de la siembra. Esta fase es susceptible a granizadas.

- **Envainado**

Se inicia cuando la corola de la primera flor se marchita y aparece la primera vainita, teniendo la forma característica de “uña de gato”.

- **Maduración de las vainas**

Las semillas alcanzan un tamaño normal y adquieren el color característico de la variedad.

- **Madurez fisiológica**

En esta fase, las vainas se decoloran y se secan completamente.

2.2.7. Campo experimental.

Es el campo donde debe conducirse el experimento, debe de ser un campo que permita ubicar el número de parcelas requeridas lo más uniforme posible para el experimento, considerándose esta uniformidad fundamentalmente para los aspectos de textura de suelo, fertilidad, drenaje etc. La heterogenidad del suelo constituye una de las principales fuentes de error en los experimentos de campo (**Álvarez & Céspedes 2001**)

2.2.8. Unidad Experimental.

La unidad experimental Es el objeto al que se aplica el tratamiento y en que se mide y analiza la variable que se investiga. En experimentos agrícolas o pruebas de campo, la unidad experimental es una parcela de tierra en lugar de una planta individual. (**Lescano 1994**)

2.2.9. Eleccion al azar.

El azar constituye la base de cualquier prueba estadística válida. Los tratamientos deben ser hechos en forma al azar en plantas o variedades homogéneas. De igual forma los tratamientos deben ser ubicados en cada parcela al azar. **(Lescano 1994)**

2.2.10. Repeticiones.

Otro rasgo importante en la experimentación es la repetición, o en términos más técnicos “replicas”. Rara vez una sola repetición u observación o un hecho único nos permite sacar una conclusión, por supuesto que hay excepciones. La experimentación es esencialmente un proceso para conocer y solo se conoce mediante la repetición. **(Lescano 1994)**

2.2.11. Bloques experimentales.

Si bien es cierto que estos constituyen las repeticiones o réplicas completas de los tratamientos que se prueban en el experimento es necesario contemplar algunas pautas para su ubicación y randomización. Es necesario contemplar si hay variabilidad de suelo, como pendiente, profundidad, humedad, fertilidad, tipo y textura de suelo, etc.; en cuyo caso la disposición deberá ser, separar estos efectos. **(Lescano 1994)**

2.2.12. Definición de cuenca hidrográfica.

Desde el punto de vista hidrológico, una cuenca hidrográfica es definida como el área geográfica natural o unidad de territorio delimitada por una divisoria topográfica (Divortium Aquarum), que capta las precipitaciones y drena el agua de escorrentía hacia un colector común, denominado río principal **(Vásquez et al., 2016)**

2.3. Antecedentes de la investigación

2.3.1. De las evaluaciones fenológicas.

Infiere **Quico (2012)** que sobre la base de una muestra de 93 líneas la especie *Lupinus mutabilis* Sweet, no se ha encontrado líneas muy tardías >300 a 360 días de ciclo vegetativo. Las líneas tardías con ciclo vegetativo > 240 a 300 días constituye el 18.28%. Los semi tardíos con ciclo vegetativo >180 a 240 días constituyen el 70.97% de líneas o entradas lo

que indica que dentro del germoplasma se tiene predominantemente entradas o líneas semi tardías. De acuerdo al objetivo del trabajo se determinó en 10.75% de líneas precoces con un ciclo vegetativo > 120 a 180 días que constituyen 10 líneas, los que fueron objeto de selección (p.87)

Afirma **Morales (2016)** que el compuesto Precoz CICA y la Línea FLH, maduran complementamente el tallo central en promedio a los 162.40 días en la localidad de Ch'illicpampa, así mismo ambos genotipos maduran completamente a los 161.97 días en la localidad de Intipata, ambas localidades ubicadas en el Centro Agronómico K'ayra Cusco (p 90).

2.3.2. De las evaluaciones agronómicas.

- **Rendimiento de granos por planta**

Afirma **Quico (2012)** que el peso de granos por planta en promedio para 93 líneas de la especie *Lupinus mutabilis*, es de 15 gramos por planta (p.66)

Infiere **Morales (2016)** que para la localidad de Ch'illicpampa el peso de granos por planta para el Compuesto Precoz CICA y Línea FLH, es de 25.96 gramos por planta. Así mismo para la localidad de Intipata es de 19.07 gramos por planta (p. 102)

- **Número de ramas por planta**

Infiere **Quico (2012)** que el número promedio de número de ramas por planta es de 7, con un mínimo de 4 ramas por planta y con un máximo de 11 ramas por planta con una desviación estándar de 1.46 para este promedio (p.70)

- **Número de vainas del eje principal**

Precisa Quico (2012) que para las 93 Líneas sembradas se obtuvo un promedio de 15 vainas por planta con un máximo de 21 vainas y un mínimo de 6 vainas por planta con una desviación estándar de 2.74 para este promedio (p.70)

Afirma **Morales (2016)** que para la localidad de Ch'illicpampa el número promedio de vainas por planta es de 12.72 vainas por planta. Así mismo, para la localidad de Intipata es de 7.56 vainas por planta en eje central (p.94)

- **Número de granos por planta en eje principal**

Afirma **Quico (2012)** para las 93 líneas sembradas se obtuvo un promedio de 59 granos por planta, con un máximo de 97 granos por planta y un mínimo de 17 granos por planta con una desviación estándar de 15.20 para el promedio (p.71)

- **Rendimiento por hectárea.**

Precisa **Quico (2012)** que para las 93 líneas se obtuvo un promedio de 1.904 tn/ha con un valor mínimo de 0.500 tn/ha y un máximo de 3.500 tn/ha con un coeficiente de variabilidad de 27.51% (p.84)

Infiere **Morales (2016)** que para la localidad de Ch'illicpampa el peso en toneladas por hectárea para el Compuesto Precoz CICA y Línea FLH, es de 0.941 tn/ha. Así mismo para la localidad de Intipata es de 0.672 tn/ha (p. 107)

2.3.3. Parametros de estabilidad.

Afirma **Sallo (1995)** empleando el modelo propuesto por Eberhart y Russell en tres localidades del Centro Agronómico K'ayra, que los cinco cultivares de maíz mostraron estabilidad en cuanto a los rendimientos y ningún cultivar bajo estudio mostró desviaciones de la regresión significativamente diferente de cero; así se tiene: El cultivar Pisq'oruntu mostro ser estable y alcanzo el mayor rendimiento promedio, por lo cual se le caracterizó como deseable. Los cultivares Amarillo Oro K'ayra y Lucuchanga fueron caracterizados como cultivares adaptados a buenos ambientes. El cultivar Blanco K'ayra mostro una adaptabilidad general y el cultivar Morado K'ayra mostro ser estable y consistente aunque sus rendimiento no fueron tan elevados.

Concluye **Aucapure (1997)** con la metodología de Eberhart y Russell en tres localidades del Cusco, que de los seis genotipos de kiwicha empleados, se pudo identificar como

genotipo estable y consistente, de alto rendimiento a la variedad Noel Vietmeyer que tuvo un rendimiento promedio de 3.0543 tn/ha, la L-284 se considera como inestable y consistente recomendado para ambientes desfavorables esto por que tiene altos rendimientos en promedio de 3.0383 tn/ha, de manera similar la variedad Oscar Blanco se considera como inestable consistente con mejores rendimientos en ambientes desfavorables alcanzo un promedio de rendimiento de 2.9639 tn/ha, la L-522 se le considera inestable y consistente con mejores rendimientos superiores en ambientes favorables, la L-683A presenta rendimientos muy bajos pero inestables.

Afirma **Gonzales (1995)** aplicando la metodología planteada por Eberhart y Russell en tres localidades de K'ayra y seis genotipos de quinua, las líneas L-127 y L-39B(A.M.) son genotipos de alto rendimiento y con mejor respuesta a los buenos ambientes, asi mismo su comportamiento será pobre en ambientes desfavorables, con un incremento del índice ambiental exosotira una tinedencia a aumentar su rendimiento, también presenta consistencia. La línea L-39A (A.M.) es un genotipo de mejor respuesta a ambientes favorables y presenta consistencia, con un icremento del índice ambiental habrá una tendencia a disminuir su rendimiento. El ecotipo local Amarillo Marangani y la variedad Rosada de Junín mostraron consistencia y respuesta favorable a indices ambientales negativos, con cada incremento del índice ambiental habrá una tendencia a disminuir su rendimiento. La variedad Blanca de Junin mostro ser consistente y estable en los tres ambientes pero con rendimientos inferiores, siendo un genotipo de adaptabilidad general.

2.3.4. Posición taxonómica del tarwi.

Siguiendo la clasificación taxonómica propuesta por **Arthur Cronquist (1986)** el tarwi pertenece a:

REINO : **Plantae**
 DIVISIÓN : **Magnoliophyta**
 CLASE : **Magnoliopsida**

ORDEN : **Fabales**
FAMILIA : **Fabaceae**
TRIBU : **Cytiseae**
GENERO : **Lupinus**
ESPECIE : ***Lupinus mutabilis Sweet.***

2.3.5. Descripción botánica.

- **Raíz.**

Chacón (1987) afirma que el tarwi presenta una radícula que comienza a crecer hacia abajo durante la germinación y forma la raíz principal, esta es gruesa, robusta de longitud corta, las raíces secundarias son en número reducido, presentando apariencia general de cabellera laxa (p.9)

Tapia, & Fries (2007) indican, que el aspecto más resaltante es la presencia en las raíces de un gran número de nódulos, pesando unos 50 gramos por planta, con bacterias llamadas *Rhizobium*, que pueden fijar nitrógeno del aire y que aportan entre 40 y 80 kg/ha de nitrógeno (p.98)

- **Tallo.**

Tapia (2015) sostiene que el tallo es el órgano aéreo y que en la mayoría de las variedades, está constituido por un tallo único de forma cilíndrica a veces ligeramente aplanado. Existe una alta variación en cuanto a la estructura de la planta sea con un tallo principal prominente o no; así como de un tallo casi sin ramificación o uno con pocas ramas secundarias o con mucha ramificación (p.29)

- **Ramas.**

Precisa Huamán (1999) “que en una población de cultivares precoces, el promedio de altura a la primera rama es de 40.23 cm, porte erecto, tipo de crecimiento herbáceo y ramificado promedio de 5 ramas por planta” (p. 82)

- **Hojas.**

Tapia (2015) sostiene que las hojas están constituidas por unas láminas de tipo digitada con un número variable de folíolos de 5-12 de forma oblonga con pequeñas estípulas en la base del peciolo. Los folíolos pueden ser elípticos o ensanchados hacia el extremo y variar de glabras o tenuemente pubescentes (p.30)

- **Inflorescencia.**

Afirma Huamán (1999) “que la inflorescencia, registró una longitud de 21.58 cm, e inserción de flores todas verticiladas con un número de 5.82 verticilos en promedio” (p.86)

Lescano (1994) afirma que la inflorescencia presenta un racimo terminal con flores verticiladas. Alcanza su mayor longitud en el eje principal disminuyendo progresivamente en los laterales. En una inflorescencia se puede desarrollar hasta 60 flores, aunque no todas lleguen a fructificar, sobre todo las flores que están en el extremo del eje (p.152)

- **Flores.**

Lescano (1994) indica que la forma de las flores es la típica de las papilionáceas. La corola de 1-2 cm es relativamente grande y consta de cinco pétalos, un estandarte, dos quillas y dos alas. La quilla ciliada envuelve al pistilo y a los 10 estambres monodelfos. Las anteras son de dos tamaños dispuestas alternadamente. El estilo es encurvado y el cáliz presenta un borde dentado muy pubescente (p.151)

- **Fruto.**

Tapia & Fries (2007) definen que el fruto está constituido por una vaina, algo dehiscente; las semillas se acomodan en la vaina en una hilera, su tamaño varía de 4 hasta 15mm, la forma de las semillas es elipsoidal, lenticular, algunas redondeadas y otras más bien con bordes más definidos y en forma semicuadrada (p.99)

- **Semilla.**

Camarena et al. (2012) afirma que las semillas son de diferentes formas: redondas, ovaladas o casi cuadrangulares, su tamaño es de 0.5 a 1.5 cm, el número de semillas por vaina es de 5 a 12, un kilogramo tiene de 3500 a 5000 semillas, el tamaño de la semilla depende de las condiciones en que desarrolla el cultivo como del ecotipo. La semilla está cubierta por un tegumento endurecido que puede llegar hasta el 10% de su peso total. Los granos son de color variado blancos, amarillos, grises, ocre, pardos, castaños, marrones; así como combinaciones de estos como marmoleado, media luna, ceja y salpicado (p.26)

2.3.6. Plagas y enfermedades.

- **Plagas.**

Comedores de hojas

Tapia (2015) afirma que *Diabrotica sp.*, es un pequeño escarabajo de más de 5mm de color amarillento a verde brillante. El daño se presenta en las hojas con grandes partes de comidas de formas irregulares que le dan una forma de deshilachados a las hojas (p.54)

Barrenador del tallo

INIA hoja divulgativa 03 (2014) detalla que el gorgojo barrenador de tallo en estado larval se alimenta del tejido celular esponjoso del tallo (parénquima) ocasionando el inicio de la marchitez generalizada de la planta, el ataque empieza por el cuello de la planta o por la inserción de los tallos. Este problema se presenta durante el periodo de sequía o pequeños veranillos, entre diciembre a enero (p.1)

Minador de hoja

INIA. Hoja divulgativa 03 (2014) infiere que *en* grandes poblaciones esta plaga puede ser muy perjudicial al cultivo, porque su alimentación es del tejido celular esponjoso de las hojas (parénquima), razón por la cual las plantas se inhiben de realizar la fotosíntesis, como consecuencia ocasiona la muerte temprana de la planta. El ataque de esta plaga se inicia principalmente en los cortos periodos de veranillos (p.1)

- **Enfermedades.**

Chupadera del tarwi

INIA hoja divulgativa 03 (2014) detalla que *Rhizoctonia* es una enfermedad que causa daños en menor grado, se inicia en el cuello de la planta. Se presenta cuando existe mucha humedad y falta de drenaje, consecuentemente para evitar este problema es recomendable realizar en forma oportuna las labores culturales como el deshiero (p.1)

Roya del tarwi

Tapia (2015) concluye que, aunque se encuentra en toda la zona andina, es más común las áreas húmedas. El hongo causante no ha sido estudiado adecuadamente, pero se estima que son las especies *Uromyces lupini* y *Chrysocelis lupini*, aunque se requiere mayores estudios para definir el hongo causante (p.51)

Antracnosis

INIA hoja divulgativa 03 (2014) detalla que es una enfermedad de importancia, producida por el hongo *Colletotrichum gloesporoides*, este hongo primeramente ataca el tallo de la planta, produciendo manchas necróticas; si existe condiciones climáticas favorables la enfermedad se prolonga hasta los frutos con consecuencias de muerte para la planta; la diseminación de las enfermedades a través de la semilla (p.1).

2.3.7.Requerimientos del cultivo de tarwi.

- **Suelo.**

Tapia (2015) sostiene que el lupino se adapta muy bien a suelos de textura gruesa y arenosa de laderas con relativa baja fertilidad. En suelos orgánicos el crecimiento vegetativo será estimulado, retardándose la floración. En suelos pesados con menos aireación y mal drenaje, la producción de *Rizobium* se reduce y se puede estimular la presencia de enfermedades fungosas (p.32)

Para Camarena (1997) “el tarwi requiere suelos francos y franco arenosos, adecuado balance de nutrientes, buen drenaje, pH que oscile entre 6 a 7. En suelos ácidos la fijación de nitrógeno por el *Rhizobium* es muy escasa” (p.104)

- **Clima.**

Tapia & Fries (2007) afirman que las plántulas de *Lupinus mutabilis*, son susceptibles a las heladas, sin embargo se pueden encontrar campos con este cultivo en zonas con incidencias de heladas como los alrededores del lago Titicaca (Yunguyo) con temperaturas por debajo de -4° C, al final de la época de floración; las plantas resisten probablemente por la fuerte incidencia termorreguladora del lago (p.97)

- **Precipitaciones.**

INIA (2007) detalla que esta especie requiere de (350 a 800 mm) de precipitación anual, siendo cultivado exclusivamente en terrenos de secano, es susceptible al exceso de humedad y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y formación de vainas (p.86)

2.3.8.Prácticas agronómicas.

- **Preparación del terreno.**

INIA hoja divulgativa 01 (2014) sostiene que el requerimiento de suelo para esta especie va del franco al franco arenoso. Los propósitos básicos de preparar el terreno antes de la siembra son: Crear una estructura favorable para el crecimiento de las raíces consecuentemente un buen desarrollo de la planta. Permitir una buena filtración y retención de agua. En conclusión, una adecuada preparación de suelo significa asegurar una buena germinación y estabilización de las plantas (p.1)

- **Siembra.**

Camarena (1997) afirma que la técnica de cultivo mejorado consiste en sembrar previamente en suelo preparado y conservado con formulas 0-60-0 ó 0-80-60 de acuerdo a la fertilidad del suelo, se requiere de 80 a 90 kg de semilla seleccionada y desinfectada contra

Colletorichum sp, la siembra es en surcos distanciados de 60 a 80 cm se colocan 2 o 3 semillas por golpe, a intervalos de 30 cm (p.105)

- **Cantidad de semilla.**

INIA hoja divulgativa 01 (2014) sostiene que en términos generales se recomienda la utilización de 80 a 100 kg de semilla por hectárea con dos a tres semillas por golpe a un distanciamiento de 15 a 20 cm entre golpes, la semilla debe ser tapada a una profundidad de tres centímetros como máximo; de la densidad de siembra depende los niveles de la producción (p.1)

- **Deshierbo y aporque.**

INIA hoja divulgativa 01 (2014) afirma que el objetivo del deshierbo es evitar la competencia del cultivo con las malezas por humedad, luz y nutrientes del suelo; asimismo con esta labor se controla la incidencia de plagas y enfermedades porque muchas de las malezas son hospederos y medios de reproducción; también favorece la formación de nuevas raíces (p.1)

- **Fertilización.**

Camarena et al. (2012) afirma que, en el caso de nitrógeno, el tarwi no requiere altas dosis, esto debido a que es una leguminosa que recoge nitrógeno del aire y los fija en el suelo. No se tienen resultados claros que cuantifiquen el nitrógeno aportado al suelo después de un año de cultivo, debido a la diversidad de suelos en que se cultiva. En suelos suficientemente profundos y con buen contenido de materia orgánica, se estima un aporte de entre 60 a 80 kg/ha de nitrógeno, estas estimaciones son calculadas de acuerdo al rendimiento obtenidos con papa en campos de rotación, al año siguiente de haberse cultivado esta leguminosa (p.92)

Vitorino (2010) concluye sobre el tarwi que la fertilización consiste en suministrar en forma balanceada y completa los nutrientes minerales que la planta necesita para su normal crecimiento y desarrollo, la falta de alguno de ellos limita el efecto de los demás. Un nivel

de fertilización medió de 0 kg de nitrógeno, 50 kg de fósforo 60 kg de potasio. Se señala que el rendimiento depende del tipo de la calidad del suelo, los bajos rendimientos en grano por hectárea se debe a que este cultivo generalmente no se abona, por ser un cultivo de mucha menor importancia. Existe una aparente extracción de cantidades significativas de fósforo, dejando el suelo pobre en este elemento para el siguiente cultivo (p.149)

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

a. Hipótesis general.

La estabilidad productiva de los genotipos de tarwi, Variedad Compuesto Precoz CICA, Línea FLH, Línea Precos CTC-001, y G. Local, es influenciado por el ambiente según la altitud

b. Hipótesis específicas.

1. El tiempo que dura la fenología de los genotipos de tarwi, variedad Compuesto Precoz CICA, Línea FLH, Línea Precoz CTC-001, y G-Local, es modificado en sus tiempos de ocurrencia según los ambientes favorables y desfavorables.

2. Los componentes de rendimiento de los genotipos de tarwi, Variedad Compuesto Precoz CICA, Línea FLH, Línea Precoz CTC-001, y G-Local, son influenciados favorablemente bajo condiciones ambientales de 3164 metros de altitud y menos favorecidos a 3507 y 3728 metros de altitud.

3.2. Identificación de variables e indicadores.

3.2.1. Variable independiente.

Condiciones ambientales en tres diferentes pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota.

3.2.2. Variable dependiente.

- Respuesta del desarrollo fenológico de los genotipos de tarwi en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota
- Respuesta de los componentes de rendimiento primario en las tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota.

3.2.3. Indicadores.

- Variables fenológicas

Emergencia plena

50% más uno de plantas emergidas dentro del área neta de cada unidad experimental.

Formación plena del racimo floral en el eje central.

50 % más uno de plantas con racimo floral formado en eje central dentro del área neta de cada unidad experimental.

Floración plena.

50% más uno de plantas con primera flor abierta de cada unidad experimental.

Formación de vainas.

50% más uno de plantas con primera vaina formada dentro de cada unidad experimental.

Madurez fisiológica de granos.

95% plantas con vainas maduras dentro área neta de cada unidad experimental.

• Variables agronómicas

Longitud de inflorescencia. Medida de 20 plantas al final de la floración en centímetros por planta.

Número de vainas por planta. Vainas de 20 plantas contadas al final de la floración.

Número de semillas por planta. Contadas en vainas maduras por inflorescencia, contadas en la inflorescencia principal de 20 plantas o en su defecto en la primera inflorescencia.

Número de ramas primarias. Número de ramas por planta, media de 20 plantas.

Rendimiento de semillas por planta. Rendimiento de 20 plantas en gramos, dentro de cada unidad experimental, genotipo y en cada localidad.

Peso de 100 semillas. En gramos por 100 semillas por cada parcela experimental.

Rendimiento por hectárea. Rendimiento de granos por área neta de cada unidad experimental por cada genotipo y en cada localidad, llevado a toneladas por hectárea para su análisis estadístico.

3.3. Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			
VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTO
DEPENDIENTE Respuesta del desarrollo fenológico, componentes de rendimiento del cultivo de tarwi		Emergencia plena	Ficha de evaluación de campo
		Formación plena de racimo floral en el eje central	Ficha de evaluación de campo
	Desarrollo fenológico	Floración plena	Ficha de evaluación de campo
		Formación de vainas	Ficha de evaluación de campo
		Madurez fisiológica de granos	Ficha de evaluación de campo
		Longitud de inflorescencia	Ficha de evaluación de campo, regla milimetrada, análisis estadístico DBCA, ANVA, TUKEY
		Número de vainas por planta	Ficha de evaluación, análisis estadístico DBCA, ANVA, TUKEY
		Número de semillas por planta	Ficha de evaluación, análisis estadístico DBCA ANVA, TUKEY
	Componentes de rendimiento	Número de ramas primarias por planta	Ficha de evaluación, de campo, análisis estadístico DBCA, ANVA, TUKEY
		Rendimiento de semillas por planta	Ficha de evaluación de campo, balanza de precisión, análisis estadístico DBCA ANVA, TUKEY
	Peso de 100 semillas	Ficha de evaluación de campo, balanza de precisión, análisis estadístico DBCA ANVA, TUKEY	
	Rendimiento por hectárea	Ficha de evaluación de campo, balanza de precisión, análisis estadístico DBCA ANVA, TUKEY	
	Rendimiento por hectárea	ANVA combinado, análisis de regresión lineal para parámetros de estabilidad	
INDEPENDIENTE Condiciones ambientales en tres diferentes pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota	Altitud a 3164 metros	Temperatura máxima y mínima (C°), Precipitación (mm), Humedad relativa(%)	Información del SENAMIHI
	Altitud a 3507 metros	Temperatura máxima y mínima (C°), Precipitación (mm), Humedad relativa(%)	Información del SENAMIHI
	Altitud a 3724 metros	Temperatura máxima y mínima (C°), Precipitación (mm), Humedad relativa(%)	Información del SENAMIHI

IV. METODOLOGIA

4.1. Ámbito de estudio

4.1.1. Ubicación del campo experimental.

Para la realización del presente trabajo de investigación se ha utilizado 3 campos experimentales que se encuentran ubicados en la cuenca del río Vilcanota a diferentes pisos altitudinales.

4.1.2. Ubicación política y geográfica.

Tabla 1.

Ubicación política.

	Erapata	Ttocopunco	Oroscocha
Región	Cusco	Cusco	Cusco
Provincia	Quispicanchi	Canchis	Canchis
Distrito	Quiquijana	Combapata	Combapata
Comunidad	Ttio	Urinsaya	Urinsaya
Lugar	Erapata	Ttocopunco	Oroscocha

Tabla 2.

Ubicación geográfica campo experimental localidad (b₁ Erapata)

Localidad	Vértices	Longitud	Este	Norte	Altitud
Erapata	P1 - P2	27.00 m	220717.8108	8477640.2382	3164 msnm
	P2 - P3	16.00 m	220741.8853	8477652.4618	
	P3 - P4	27.00 m	220749.1290	8477638.1955	
	P4 - P1	16.00 m	220725.0545	8477625.9718	

Coordenadas UTM Sistema WGS84 ZONA 19L

Tabla 3.

Ubicación geográfica campo experimental localidad (b₂ Ttocopunco)

Localidad	Vértices	Longitud	Este	Norte	Altitud
Ttocopunco	P1 - P2	27.00 m	238459.3643	8439061.1678	3507 msnm
	P2 - P3	16.00 m	238479.5965	8439079.0468	
	P3 - P4	27.00 m	238490.1914	8439067.0573	
	P4 - P1	16.00 m	238469.9592	8439049.1784	

Coordenadas UTM Sistema WGS84 ZONA 19L

Tabla 4.**Ubicación geográfica campo experimental localidad (b₃ Oroscocha)**

Localidad	Vértices	Longitud	Este	Norte	Altitud
Oroscocha	P1 - P2	16.00 m	243931.3340	8440062.5060	3728 msnm
	P2 - P3	27.00 m	243947.3340	8440062.5060	
	P3 - P4	16.00 m	243947.3340	8440035.5060	
	P4 - P1	27.00 m	243931.3340	8440035.5060	

Coordenadas UTM Sistema WGS84 ZONA 19L

4.1.3. Ubicación hidrográfica.

El ámbito de estudio del presente trabajo de investigación se encuentra en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota con código FASTETTER 49949 y en las intercuenas media y alta del río Vilcanota con códigos, 499497, 499498 y 499499.

4.1.4. Zona de vida.

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Leslie Holdridge, GEO GPS PERU.

Tabla 5.**Clasificación zonas de vida Leslie Holdridge**

Localidad	Clasificación	CLAVE
Erapata	bosque seco Montano Bajo Sub Tropical	(bs-MBS)
Ttocopunco	bosque húmedo Montano Sub Tropical	(bh-MS)
Oroscocha	bosque húmedo Montano Sub Tropical	(bh-MS)

Fuente: GEO GPS PERU (2015).

4.1.5. Historial de los campos experimentales.**Tabla 6.****Historial de los campos experimentales**

Campaña Agrícola	Erapata	Ttocopunco	Oroscocha
2014-2015	Cultivo de maíz	Cultivo de maíz	Cultivo de trigo
2015-2016	Cultivo de maíz	Cultivo de maíz	Cultivo de papa
2016-2017	Cultivo de maíz	Cultivo de maíz	Cultivo de papa
2017-2018	Presente Investigación	Presente Investigación	Presente Investigación

Fuente: Información de los dueños de las parcelas.

4.2. Tipo y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo demostrativo explicativo, por cuanto responde a un trabajo experimental demostrativo en diferentes ambientes, considerando un compuesto precoz, líneas precoces de tarwi y un testigo. El nivel es experimental factorial 4Ax3B, es decir cuatro tratamientos en tres localidades.

4.3. Unidad de análisis

Lupinus mutabilis Sweet.

4.4. Población de estudio material genético

El material genético que se ha utilizado en el presente trabajo de investigación fue proporcionado por el Programa de Maíz y Tarwi del Centro de Investigación en Cultivos Andinos (CICA), Perteneciente a la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Plantas en parcelas experimentales de los genotipos:

- Compuesto Precoz CICA.
- Línea FLH.
- Línea Precoz CTC-001
- G-Local

4.4.1. Materiales de campo, equipos y herramientas.

- Croquis del campo
- Libreta de campo
- Yeso para marcar el campo experimental
- Estacas
- Cordel
- Carteles de identificación
- Bolsas de plástico

- Baldes de un galón de capacidad
- Sacos
- Bolsas de papel
- Etiquetas
- GPS diferencial sub métrico
- Cámara fotográfica
- Computadora e impresora
- Balanza de precisión Salter Brecknell capacidad 3000g x 0.05g
- Vernier
- Cinta métrica de 50 metros
- Regla milimetrada de acero
- Picos
- Lampas
- Segaderas

4.4.2. Análisis físico químico del suelo.

- **Muestreo de suelos.**

Con la finalidad de conocer las características físicas y químicas de los suelos se procedió a tomar muestras representativas de los campos de las tres localidades Erapata, Ttocopunco y Oroscocha. Para el muestreo de los suelos, se utilizó el método del zigzag obteniéndose un total de 6 muestras de un kilo, las cuales fueron mezcladas para obtener una muestra representativa de los tres campos experimentales, las muestras fueron tomadas a 20 cm, de profundidad luego de limpiar los primeros 10 cm, de la superficie, las cuales fueron analizadas en el Centro de investigación en Suelos y Abonos (CISA) de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UNSAAC.

- **Análisis de Suelos.**

El análisis físico químico de los suelos arrojó los siguientes resultados:

Tabla 7.

Análisis fisicoquímico de suelos

Lugares	C. E. Mmhos/cm	pH	% M.ORG.	% N.TOTAL	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
Erapata	0.28	6.9	2.16	0.11	34.5	84
Ttocopunco	0.46	7.2	1.31	0.06	12.6	56
Oroscocha	0.54	7.1	1.52	0.08	20.1	48

Fuente: Informe del Centro de Investigación en Suelos y Abonos (CISA-UNSAAC) 2017 (ANEXO)

Tabla 8:

Análisis mecánico de suelos

Lugares	% Arena	% Limo	P ₂ O ₅ Arcilla	Clase Textural
Erapata	51	33	16	Franco
Ttocopunco	43	30	17	Franco
Oroscocha	41	36	23	Franco Arenoso

Fuente: Informe del (CISA-UNSAAC) 2017(ANEXO)

Tabla 9.

Interpretación de resultados análisis de suelos

Lugares	C. E. Mmhos/cm	pH	% M.ORG.	% N.TOTAL	P ₂ O ₅ Ppm	K ₂ O ppm
Erapata	normal	neutro	medio	medio	medio	bajo
Ttocopunco	normal	neutro	bajo	bajo	bajo	bajo
Oroscocha	normal	neutro	bajo	bajo	medio	bajo

Fuente: (CISA-UNSAAC) 2017(ANEXO)

Tabla 10.

Características edáficas de los suelos

Lugares	Categoría	Clase Agrológica	Limitaciones	Textura
Erapata	A1c	1	clima	Franco
Ttocopunco	A2c	2	clima	Franco
Oroscocha	A2sc	2	suelo, clima	Franco Arenoso

Fuente: Informe del (CISA-UNSAAC) 2017(ANEXO)

Clave Categoría:

A: *tierras aptas para cultivo en limpio

1: *Calidad agrológica alta

2: *Calidad agrológica media

s: *Limitación por suelos

c: *Limitación por clima

4.5. Tamaño de muestra

Se tomó 20 plantas al azar dentro de cada área neta por tratamiento y repetición en cada localidad.

4.6. Técnica de selección de la muestra

Las muestras fueron seleccionadas al azar, dentro de cada área neta de cada tratamiento, repetición y localidad.

- **CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.**

Largo.....	27.00m.
Ancho.....	16.00m.
Área total con calles.....	432 m ²
Área total sin calles.....	384 m ²

Dimensiones de los bloques

Largo del bloque.....	16.00m.
Ancho del bloque.....	6.00m.
Área total sin calles.....	96 m ²

Dimensiones de las parcelas

Largo de las parcela.....	6.00m.
Ancho de la parcela.....	4.00m.
Área total de la parcela.....	24.00m ²
Área neta de la parcela.....	13.44m ²

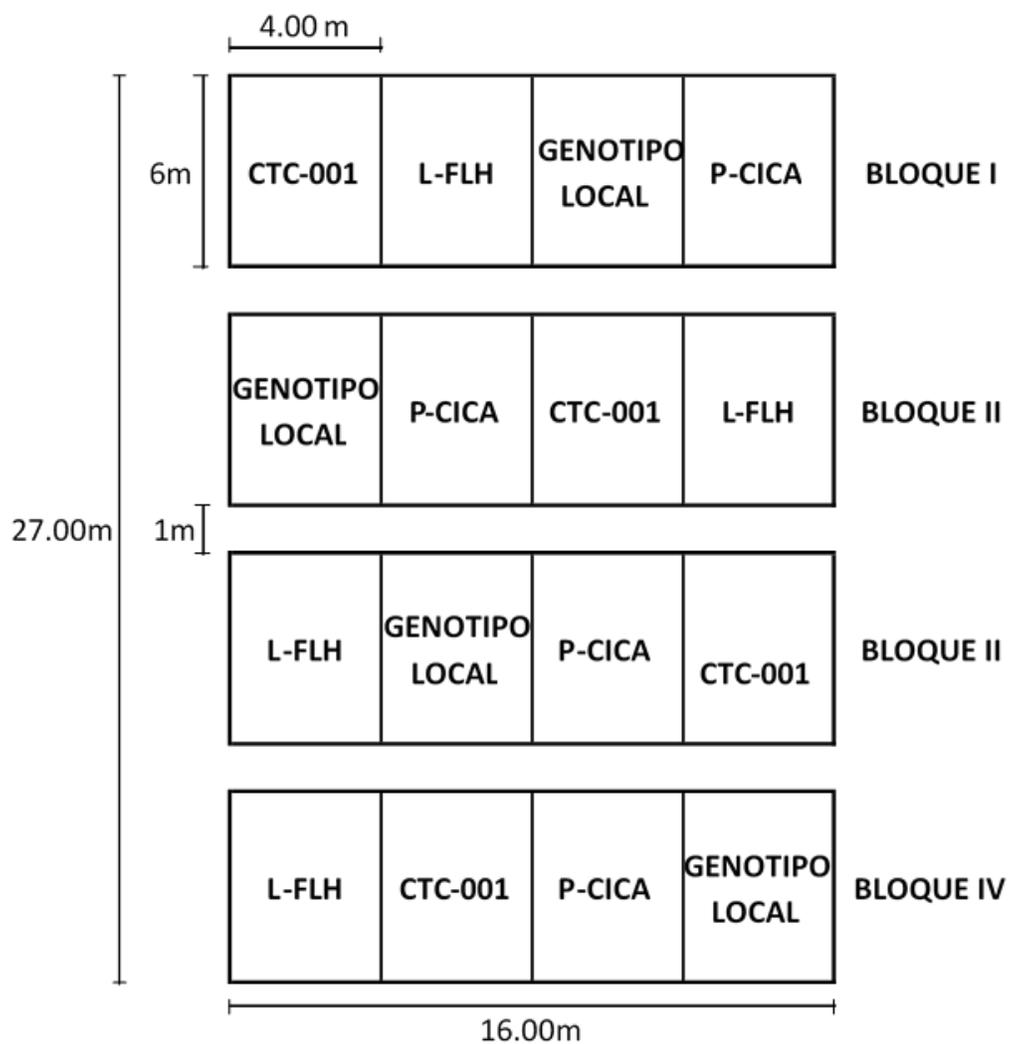
Dimensiones de los surcos

Largo del surco.....	6.00m.
Distancia entre surcos.....	0.80m.
Distancia entre golpes.....	0.30m.
Número de surcos por parcela.....	5.00
Número de surcos por bloque.....	20.00

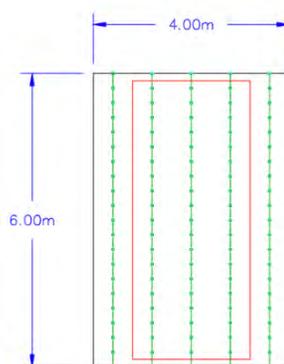
Dimensiones de las calles.

Largo de la calle.....	16.00m.
Ancho de la calle.....	1.00m.
Área de calle.....	16.00m ²
Número de calles.....	3.00

Figura 1.

Croquis del campo experimental

Unidad experimental



4.7. Técnicas de recolección de información

4.7.1. Técnica de evaluación fenológica.

En las diferentes fases fenológicas mediante la observación detallada de cada fase.

- **Emergencia plena.**

En esta etapa se registró en días desde la siembra cuando más del 50% de plántulas emergieron del suelo en cada parcela experimental.

- **Formación plena del racimo floral en el eje central.**

Se evaluó y registró en días desde la siembra cuando más del 50% de plantas contaban con el racimo floral desarrollado.

- **Floración plena.**

Esta etapa fue evaluada en días desde la siembra y registrada cuando más del 50% de plantas presentan floración en el eje principal.

- **Formación de vainas.**

Se evaluó y registro en días desde la siembra cuando más del 50% de plantas iniciaron el proceso de formación de vainas en el eje principal.

- **Madurez fisiológica de granos.**

Se registró en días desde la siembra cuando más del 50% de plantas presentaban semillas desprendidas dentro de las vainas que al sacudir producen un sonido semejante a una sonaja, así mismo las vainas presentaron un color marrón.

4.7.2. Técnica de evaluación de las variables agronómicas.

Mediante la observación y medición de los parámetros de estabilidad productiva, tenemos los siguientes parámetros.

- Longitud de inflorescencia (muestra de 20 plantas)
- Número de vainas en eje principal (muestra de 20 plantas)
- Número de semillas por planta (muestra de 20 plantas)

- Rendimiento de semillas por planta (muestra de 20 plantas)
- Peso de 100 semillas (obtenidas de la mezcla de semillas del área neta)
- Número de vainas por planta (muestra de 20 plantas)
- Rendimiento de semillas por hectárea (obtenido del área neta de cada parcela experimental)

4.8. Técnica de análisis e interpretación de la información

Los resultados obtenidos fueron analizados conforme a los modelos matemáticos del DBCA, ANVA-COMBINADO y Parámetros de Estabilidad. Se usó la prueba de TUKEY para la comparación de medias según la significación estadística de los parámetros de estabilidad productiva del **Compuesto Precoz CICA, Línea FLH, Línea Precoz CTC-001 y G-Local.**

4.8.1. Diseño de investigación.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en tres localidades. La metodología a utilizar es de experimentos repetidos y con análisis de variancia combinado, según el modelo aditivo correspondiente.

4.8.2. Diseño de bloques completos al azar.

Para la generación de la información básica para obtener los parámetros de estabilidad, se requiere el uso de un diseño básico, y el más utilizado es el DBCA.

Modelo Aditivo Lineal:

$$Y_{ij} = \mu_{ij} + t_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, t =$ tratamientos.

$j = 1, 2, 3, \dots, r =$ repeticiones (Bloques)

$\mu_{ij} =$ Promedio General.

$t_i =$ Efecto del i -ésimo tratamiento.

$\beta_j =$ Efecto de la j -ésima repetición.

ε_{ij} = Representa el error asociado al tratamiento i -ésimo para la repetición j -ésima.

Tabla 11.

ANVA- DBCA.

F de V	G.L	Sc
Bloques	$r - 1$	$\sum Y_{ij}^2 / t - Tc$
Tratamientos	$t - 1$	$\sum Y_i^2 / r - Tc$
Error	$(t - 1)(r - 1)$	$Sc_T - Sc_{Bloq.} - Sc_{Tratamiento}$
Total	$tr - 1$	$\sum Y_{ij}^2 - Tc$

$$Tc = \frac{(\sum Y_{ij})^2}{tr}$$

4.9. Técnicas para demostrar la verdad o falsedad de la hipótesis planteadas

Mediante el análisis de experimentos repetidos y parámetros de estabilidad propuestos por Eberhart y Russell, donde mediante coeficientes de regresión se determinará la estabilidad de los genotipos de tarwi.

4.9.1. Experimentos repetidos.

Para el análisis de parámetros de estabilidad es requisito indispensable que los experimentos repetidos en diferentes ambientes presenten interacción genotipo medio ambiente, por ello es necesario realizar el experimento en diferentes ambientes en el presente caso se tiene en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota.

Modelo Aditivo Lineal:

$$Y_{ijk} = \mu_{ij} + \alpha_i + \delta_j + (\alpha\delta)_{ij} + \beta_{k(j)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$i = 1, 2, 3 \dots \dots \dots$ (t) G= genotipos o tratamientos.

$j = 1, 2, 3 \dots \dots \dots$ l = localidades (a = ambientes).

$k = 1, 2, 3 \dots \dots \dots$ r = repeticiones o bloques.

Tabla 12.

ANVA COMBINADO DBCA

F DE V	G. L	Sc
B → Localidades	$l - 1$	$\sum Y_{.j}^2 / gr - Tc$
Bloq → Rep/local	$l.(r - 1)$	$\sum Y_{.j}^2 k / g - \sum Y_{.j}^2 / gr$
A → Genotipos	$g - 1$	$\sum Y_i^2 ./lr - Tc$
AB → G x L	$(g - 1).(l - 1)$	$\sum Y_{i.j}^2 ./r - Tc - SCl - SCg$
Error	$l.(g - 1).(r - 1)$	$SC_T - SCl - SC_{rep/loc} - SC_G - SC_{G \times L}$
TOTAL	$l.gr - 1$	$\sum Y_{i.j}^2 k - Tc$

$$Tc = \frac{(\sum Y_{i.j}^2 k)^2}{l.gr}$$

4.9.2. Parámetros de estabilidad.

El modelo propuesto por Eberhart y Russell es el siguiente:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i} I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Es la media del genotipo (i) en el ambiente j.

β_{0i} : Es la media general del genotipo (i) ($i = 1, 2, \dots, g$) en todos los ambientes.

β_{1i} : Es la respuesta lineal del genotipo (i), a la variación ambiental (coeficiente de regresión que mide la respuesta del genotipo (i) al variar los ambientes).

I_j : Índice ambiental del ambiente j-ésimo, tal que $\sum_j I_j = 0$ para $j = 1, 2, \dots, e$; que

se calcula como la desviación del promedio de los genotipos en un ambiente dado

$$\text{a partir del promedio general } I_j = \frac{\sum Y_{ij}}{g} - \bar{Y}_{..}$$

δ_{ij} : Es la desviación de la regresión.

ε_{ij} : Es el error experimental.

La medida de la estabilidad (S^2_{di}) es dada por:

$$S^2_{di} = \frac{\left[\sum_j (Y_{ij} - \bar{Y}_{ij})^2 - \hat{\beta}_{1i}^2 \sum_j I_j^2 \right]}{g - 2}$$

Tabla 13.

Situaciones posibles derivadas de los valores de los parámetros de estabilidad (Carballo & Márquez 1970)

Categoría	Coefficiente de regresión (bi)	Desviación de la regresión (S^2_{di})	Descripción
A	1.0	$S^2_{di=0}$	Variedad Estable
B	1.0	$S^2_{di>0}$	Buena Respuesta en todos los ambiente, inconsistente.
C	< 1	$S^2_{di=0}$	Buena en ambientes desfavorables consistente.
D	< 1	$S^2_{di>0}$	Buena en ambientes desfavorables, inconsistente.
E	> 1	$S^2_{di=0}$	Buena en ambientes favorables, consistente.
F	> 1	$S^2_{di>0}$	Buena en ambientes favorables, inconsistente.

Tabla 14.

Factor A: Genotipos (variedades y líneas en estudio)

GENOTIPOS	CLAVE EN EL PRESENTE TRABAJO
Compuesto Precoz-CICA	a ₁ PCICA
Línea Fortunato L. Herrera	a ₂ LFHL
Línea Precoz-CTC-001	a ₃ CTC-001
Genotipo Local	a ₄ GLOCAL

TABLA 15.

Factor B: Localidades (pisos altitudinales)

LOCALIDADES	CLAVE EN EL PRESENTE TRABAJO
Erapata-Ttio Quiquijana (3164 msnm)	b ₁ Erapata
Ttocopunco-Urinsaya Combapata (3507 msnm)	b ₂ Ttocopunco
Oroscocha-Urinsaya Combapata (3728 msnm)	b ₃ Oroscocha

4.10. Conducción del experimento

Se inició el 15 de octubre con el riego de machaco en la parcela de Ttocopunco, el 16 de octubre en la parcela de Erapata y el 19 de octubre en la parcela el Oroscocha, pasados 4 días del riego se procedió a al arado, rastrado y surcado con una distancia entre surcos de 0.80 m.

- **Preparación de semillas.**

Se procedió a preparar las semillas embolsando las mismas para cada parcela, bloque y localidad teniendo mucho cuidado con el etiquetado de las mismas.

- **Siembra.**

Se procedió al replanteo de los campos experimentales teniendo cuidado con las dimensiones de los bloques, calles y parcelas, en la cabecera de las mismas se colocó las semillas para su posterior siembra colocándose 3 semillas por golpe a 30 cm, de distancia entre cada golpe. Es importante señalar que se cumplió con la ritualidad según la tradición y cultura andina, según el propietario de cada parcela.

Seguidamente se procedió a tapar con mucho cuidado las semillas utilizando para ello picos pequeños, la siembra en la localidad de Erapata se realizó el día 20 de octubre, en la localidad de Ttocopunco el día 19 de octubre, la siembra en la localidad de Oroscocha se realizó el día 24 de octubre del año 2017.

- **Riegos.**

No fue necesario el riego de las parcelas ya que las precipitaciones fueron constantes. El raleo no fue necesario.

- **Deshierbos.**

Se realizó a los 50 días de la siembra en forma manual el cual coincidió con el aporque, el segundo deshierbo fue realizado a los 75 días de la siembra.

- **Aporques.**

Se realizó un solo aporque a los 51 días de la siembra en forma manual.

Tabla 16.

Plantas competidoras presentes en el lugar de (b₁Erapata)

Nombre Común	Especie	Familia
Nabo o Yuyo	<i>Brassica rapa Sub especie Campestris Linnaeus</i>	Brassicaceae
Hatacco	<i>Amaranthus hidridus Linnaeus</i>	Amaranthaceae
Trébol Carretilla	<i>Medicago sp</i>	Fabaceae
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Poaceae
Sillkiwa	<i>Bidens andicola</i>	Asteraceae

Fuente (elaboración propia)

Tabla 17.

Plantas competidoras presentes en el lugar de (b₂Ttocopunco)

Nombre Común	Especie	Familia
Nabo o Yuyo	<i>Brassica rapa Sub especie Campestris Linnaeus</i>	Brassicaceae
Hatacco	<i>Amaranthus hidridus Linnaeus</i>	Amaranthaceae
Trébol Carretilla	<i>Medicago sp</i>	Fabaceae
Avena loca	<i>Avena fatua Linnaeus</i>	Poaceae
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Poaceae
Sillkiwa	<i>Bidens andicola</i>	Asteraceae

Fuente (elaboración propia)

Tabla 18.

Plantas competidoras presentes en el lugar de (b₃Oroscocha)

Nombre Común	Especie	Familia
Nabo o Yuyo	<i>Brassica rapa</i> Sub especie <i>Campestris</i> Linnaeus	Brassicaceae
Hatacco	<i>Amaranthus hidridus</i> Linnaeus	Amaranthaceae
Avena loca	<i>Avena fatua</i> Linnaeus	Poaceae
Sillkiwa	<i>Bidens andicola</i>	Asteraceae
Paico	<i>Chenopodium ambrosioides</i> Linnaeus	Amaranthaceae
Yahuar choncca	<i>Oenothera rosea</i>	Onagraceae
Chiri Chiri	<i>Grindelia boliviana</i>	Asteraceae

Fuente:(elaboración propia)

- **Presencia de plagas, enfermedades y aves.**

Durante el desarrollo del experimento hubo la presencia de plagas, enfermedades que se detallan a continuación.

En la localidad de Erapata en la fase fenológica de floración se presentó el ataque de roya (*Uromyces lupini*) empezando en las hojas maduras terminando en el ápice al final de la maduración, también se presentó el ataque de la antracnosis en la fase de formación de vainas en todos los genotipos especialmente en el genotipo CTC- 001.

En la localidad de Ttocopunco al inicio de la fase de maduración se presentó el ataque de roya (*Uromyces lupini*) empezando por las hojas basales y terminadas en los ápices al final de la maduración de los granos.

En la localidad de Oroscocha, se tuvo el ataque ornitológico de gorriones (*Zonotrichia capensis*) y Chaiña (*Carduelis magallánica*) en la fase de floración en todos los genotipos, se pudo observar que las aves consumen las flores y el pólen de las flores, al ser estas fuente de proteína de alta calidad, haciendo que las flores caigan al piso disminuyendo significativamente las vainas en el eje central, también se presentó el ataque de roya (*Uromyces lupini*) en todos los genotipos empezando por las hojas basales y terminado en los ápices de las plantas.

- **Cosecha.**

Esta actividad se realizó a la llegada de la madurez completa del campo experimental, es decir cuando las vainas tomaron una coloración amarillo pajiza y las semillas al golpe se escuchan a manera de sonaja. La cosecha se realizó de la siguiente manera, primeramente las 20 plantas etiquetadas en bolsas de papel por cada unidad experimental extraídas del área neta, luego el área neta de cada unidad experimental con su respectiva etiqueta y finalmente los bordes en sacos con su respectivo código, esta actividad se realizó desde los 170 a 220 días de la siembra.

- **Desenvainado.**

Una vez en gabinete, se procedió a extraer los granos de las vainas de las 20 muestras de cada área neta, unidad experimental y cada localidad en forma manual vaina por vaina, limpiando los granos de impurezas y restos de hojas y vainas, cuidando el etiquetado respectivo, preparando el material para ser contado y pesado en el caso de las muestras individuales y el pesado en el caso de las áreas netas de cada unidad experimental. Para obtener el peso del área neta, se sumó a estas, el peso de las 20 muestras extraídas de cada unidad experimental

- **Información meteorológica.**

Se accedió a la información meteorológica de las estaciones más cercanas a los campos experimentales que se encuentra publicado en la página web del SENAMHI-CUSCO.

Tabla 19.

Datos meteorológicos estación Sicuani campaña 2017-2018

	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	SUMA	PROM
T. MAX (C°)	20.23	20.35	19.54	17.32	18.13	17.90	18.86	18.64	16.34	167.31	18.59
T. MIN (C°)	2.31	4.36	5.65	5.35	6.31	5.83	2.04	-1.91	-2.48	27.46	3.05
PP(mm)	57.60	119.40	68.70	117.30	159.10	113.40	22.80	7.20	23.10	688.60	76.51
HR (%)	50.99	53.57	54.88	55.81	55.87	55.63	55.29	53.46	51.99	487.49	54.17

Fuente: Registros diarios SENAMHI-CUSCO Estación meteorológica Sicuani Latitud: 14° 14'12.1" Longitud: 71°14'12.1" Altitud: 3568 msnm

Figura 2.

Temperatura máxima y mínima en (°C) estación meteorológica Sicuani

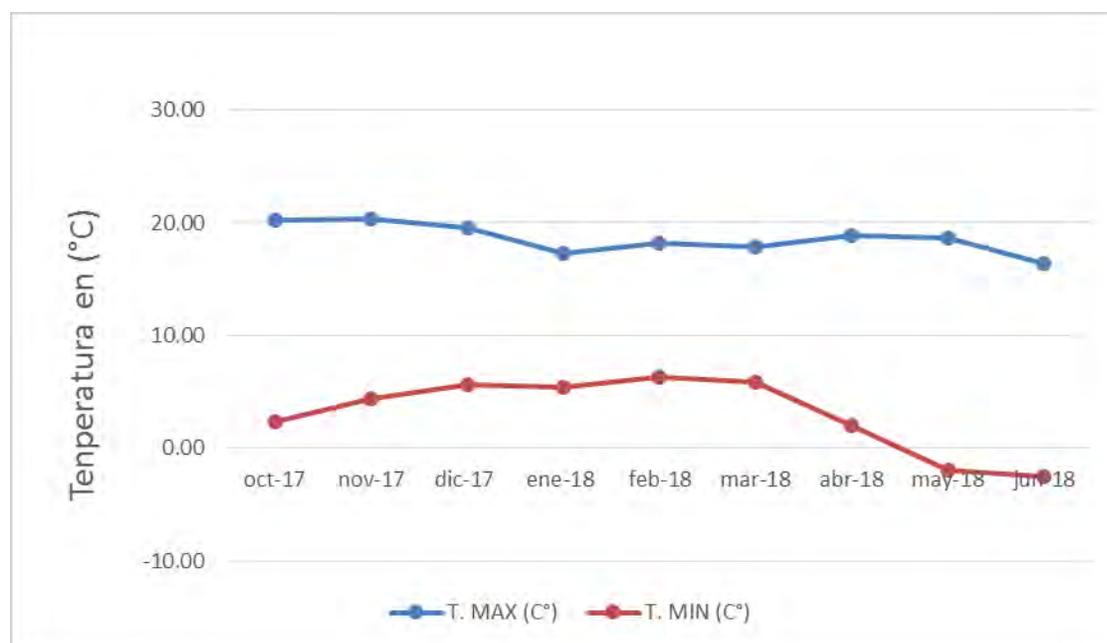


Figura 3.

Precipitación total mensual (mm) y humedad relativa (%) estación meteorológica Sicuani

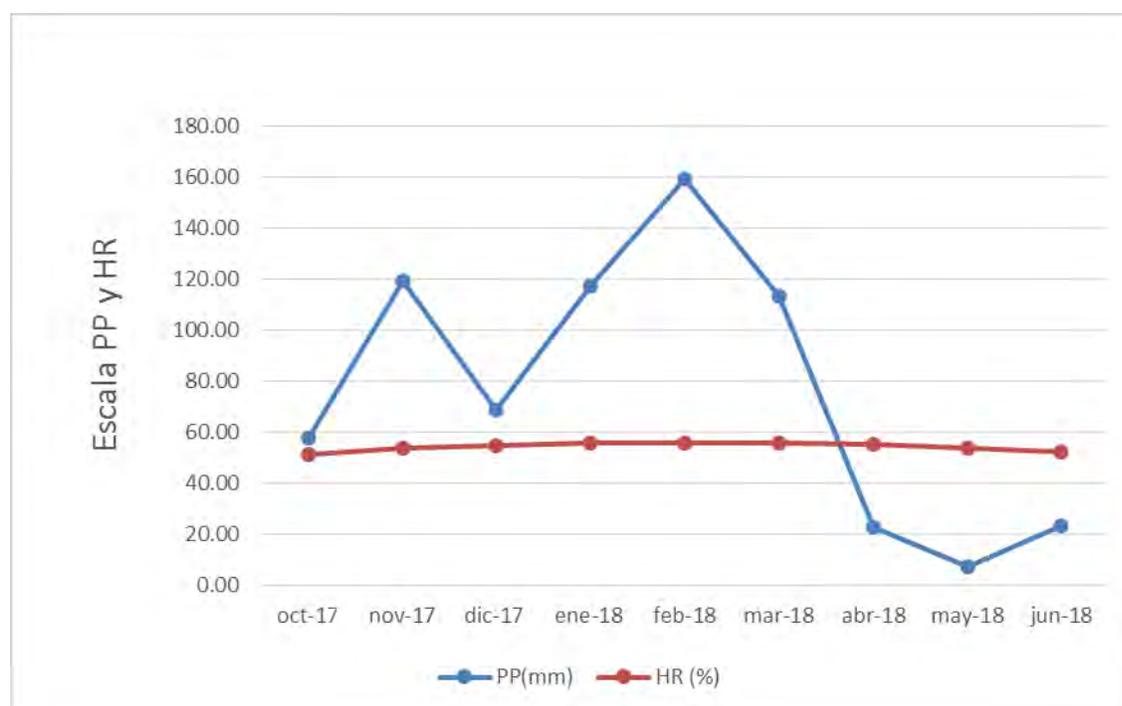


Tabla 20.

Datos meteorológicos estación Acomayo campaña 2017-2018

	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	SUMA	PROM
T. MAX (C°)	23.50	23.18	22.75	22.26	22.39	22.25	22.16	22.35	21.53	202.37	22.49
T. MIN (C°)	6.03	7.88	8.25	8.83	8.68	8.43	6.60	2.64	0.90	58.24	6.47
PP(mm)	54.10	74.90	112.40	166.40	136.10	112.40	9.90	3.40	7.20	676.80	75.20
HR (%)	60.17	61.56	59.88	63.29	62.24	62.47	60.92	59.09	61.76	551.38	61.26

Fuente: Registros diarios SENAMHI- CUSCO Estación meteorológica Acomayo Latitud: 13°55'1"

Longitud: 71°41'1" Altitud: 3160 msnm

Figura 4.

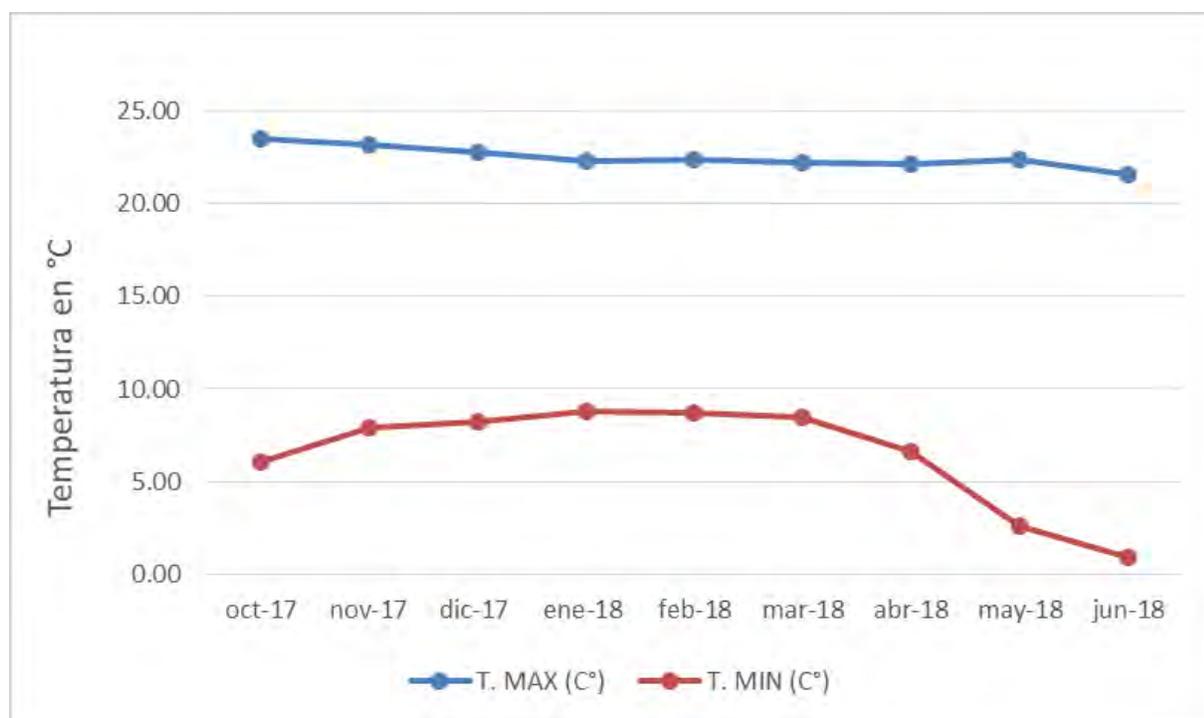
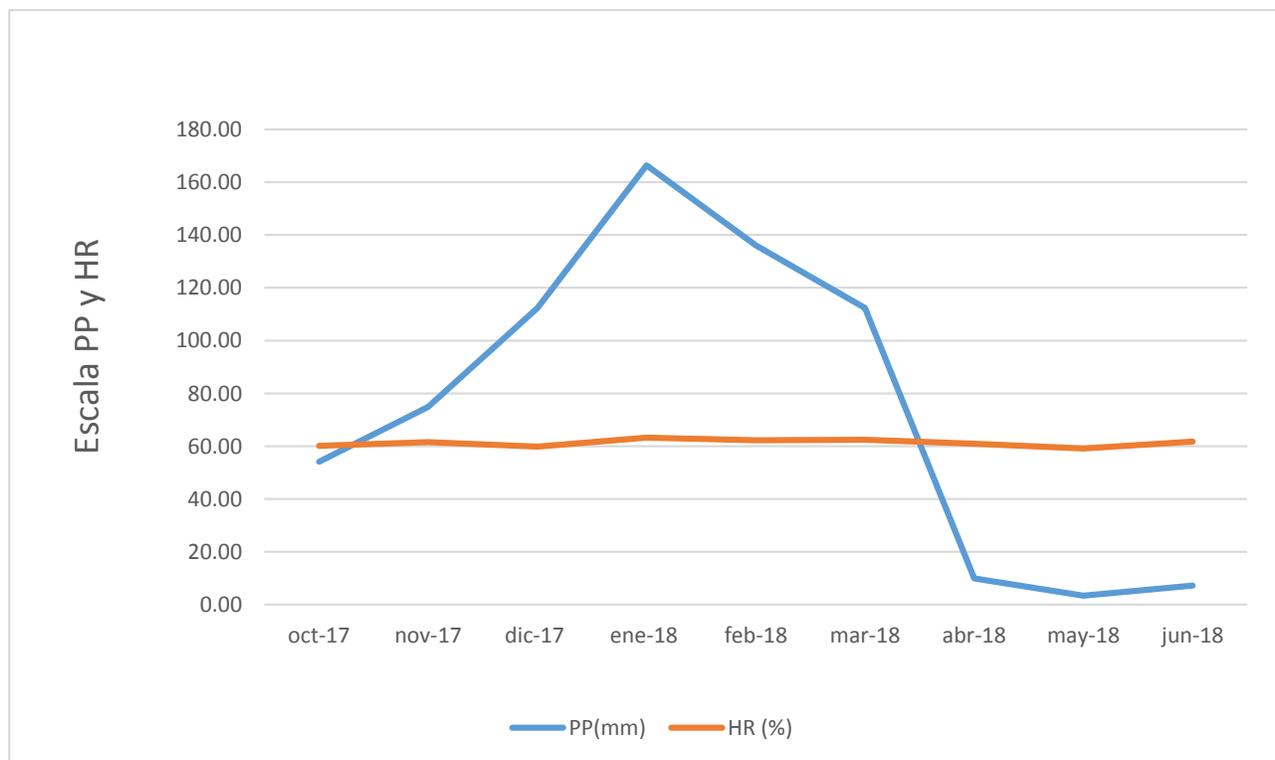
Temperatura máxima y mínima en (°C) estación meteorológica Acomayo

Figura 5.***Precipitación total mensual (mm) y humedad relativa (%) estación meteorológica Acomayo***

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Procesamiento análisis e interpretación de las evaluaciones fenológicas

En la presente investigación las observaciones fenológicas constituyen información básica, por cuanto la confirmación de diferencias en las fases fenológicas requiere de evaluaciones por varios años en diferentes localidades.

- **Para emergencia:**

Tabla 21.

Fase fenológica emergencia (días desde la siembra)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL	Sumatoria	Promedio
b ₃ Oroscocha	12	11	10	8	40	10
b ₂ Ttocopunco	11	10	9	7	37	9
b ₁ Erapata	11	10	9	7	37	9
Sumatoria	34	31	28	21		
Promedio	11	10	9	7		

Considerando que la evaluación es en días desde la siembra, los promedios de emergencia se encuentran dentro de los rangos establecidos para los genotipos en estudio que tienen un promedio de 10 días. Se observa que el G-Local, tiene un promedio de siete días, que estaría en el rango de precocidad. Considerando como momento de evaluación la plena emergencia se tiene:

- **Localidad de Erapata a 3164 msnm.**

La plena emergencia de la variedad Precoz CICA, se produjo a los 11 días de la siembra; la plena emergencia de la línea Fortunato L. Herrera se dió a los 10 días de la siembra; la plena emergencia del genotipo CTC-001 se produjo a los 9 días de la siembra; la plena emergencia del G-Local, se produjo a los 7 días de la siembra (tabla 21).

- **Localidad de Ttocopunco a 3507 msnm.**

La plena emergencia de la variedad Precoz CICA se produjo a los 11 días de la siembra, la plena emergencia de la línea Fortunato L. Herrera, se dió a los 10 días de la siembra, la plena emergencia

del genotipo CTC-001 se produjo a los 9 días de la siembra, la plena emergencia del G-Local, se produjo a los 7 días de la siembra (tabla 21)

- **Localidad de Oroscocha a 3728 msnm.**

La plena emergencia del Compuesto Precoz CICA, se produjo a los 12 días de la siembra, la plena emergencia de la línea Fortunato L. Herrera se dió, a los 11 días de la siembra, la plena emergencia del genotipo CTC-001, se produjo a los 10 días de la siembra, la plena emergencia del G-Local, aconteció a los 8 días de la siembra (tabla 21)

- Para formación de inflorescencia:

Tabla 22.

Fase fenológica formación de inflorescencia (días desde la siembra)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
b₃Oroscocha	96	96	84	81	356	89
b₂Ttocopunco	95	83	75	58	310	78
b₁Erapata	95	99	86	72	351	88
Sumatoria	285	278	244	210		
Promedio	95	93	81	70		

- **Localidad de Erapata a 3164 msnm.**

La plena formación de inflorescencia de la variedad Precoz CICA, se dió a los 95 días de la siembra, la plena formación de inflorescencia de la línea Fortunato L. Herrera, aconteció a los 99 días de la siembra, la plena formación de inflorescencia del genotipo CTC-001, se produjo a los 86 días de la siembra, la plena formación de inflorescencia del G-Local, ocurrió a los 72 días de la siembra (tabla 22).

- **Localidad de Ttocopunco a 3507 msnm.**

La plena formación de inflorescencia de la variedad Precoz CICA, se produjo a los 95 días de la siembra, la plena formación de inflorescencia de la línea Fortunato L. Herrera, se dió a los 83 días de la siembra, la plena formación de inflorescencia del genotipo CTC-001, aconteció a los 75 días

de la siembra, la plena formación de inflorescencia del G-Local, se produjo a los 58 días de la siembra (tabla 22).

- **Localidad de Oroscocha a 3728 msnm.**

La plena formación de inflorescencia de la variedad Precoz CICA, se produjo a los 96 días de la siembra, la plena formación de inflorescencia de la línea Fortunato L. Herrera se dió a los 96 días de la siembra, la plena formación de inflorescencia del genotipo CTC-001, se produjo a los 84 días de la siembra, la plena formación de inflorescencia del G-Local, se produjo a los 81 días de la siembra (tabla 22).

- **Para floración:**

Tabla 23.

Fase fenológica floración (días desde la siembra)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
b ₃ Oroscocha	117	115	103	91	426	106
b ₂ Ttocopunco	104	99	91	71	364	91
b ₁ Erapata	108	104	96	85	392	98
Sumatoria	328	317	290	247		
Promedio	109	106	97	82		

- **Localidad de Erapata a 3164 msnm.**

La plena floración de la variedad Precoz CICA, ocurrió a los 108 días de la siembra, la plena floración de la línea Fortunato L. Herrera, se dió a los 104 días de la siembra, la plena floración del genotipo CTC-001, se produjo a los 96 días de la siembra, la plena floración del G-Local, aconteció a los 85 días de la siembra (tabla 23)

- **Localidad de Ttocopunco a 3507 msnm.**

La plena floración de la variedad Precoz CICA, se dió a los 104 días de la siembra, la plena floración de la línea Fortunato L. Herrera, ocurrió a los 99 días de la siembra, la plena floración del

genotipo CTC-001, se produjo a los 91 días de la siembra, la plena floración del G-Local, se produjo a los 71 días de la siembra (tabla 23)

- **Localidad de Oroscocha a 3728 msnm.**

La plena floración de la variedad Precoz CICA, se dió a los 117 días de la siembra, la plena floración de la línea Fortunato L. Herrera, ocurrió a los 115 días de la siembra, la plena floración del genotipo CTC-001, se produjo a los 103 días de la siembra, la plena floración del G-Local, se produjo a los 91 días de la siembra (tabla 23)

- **Para formación de vainas:**

Tabla 24.

Fase fenológica formación de vainas (días desde la siembra)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G Local	Sumatoria	Promedio
b ₃ Oroscocha	128	121	114	109	471	118
b ₂ Ttocopunco	114	112	105	87	417	104
b ₁ Erapata	111	109	112	89	420	105
Sumatoria	352	342	330	285		
Promedio	117	114	110	95		

- **Localidad de Erapata a 3164 msnm.**

La plena formación de vainas de la variedad Precoz CICA, se produjo a los 111 días de la siembra, la plena formación de vainas de la línea Fortunato L. Herrera, se dió a los 109 días de la siembra, la plena formación de vainas del genotipo CTC-001 se produjo a los 112 días de la siembra, la plena formación de vainas del G-Local, aconteció a los 89 días de la siembra (tabla 24)

- **Localidad de Ttocopunco a 3507 msnm.**

La plena formación de vainas de la variedad Precoz CICA, se dió a los 114 días de la siembra, la formación de vainas plena de la línea Fortunato L. Herrera, se aconteció a los 112 días de la siembra, la plena formación de vainas del genotipo CTC-001 se produjo a los 105 días de la

siembra, la plena formación de vainas del G-Local, se produjo a los 87 días de la siembra (tabla 24).

- **Localidad de Oroscocha a 3728 msnm.**

La plena formación de vainas de la variedad Precoz CICA, ocurrió a los 128 días de la siembra, la plena formación de vainas de la línea Fortunato L. Herrera, se dió a los 121 días de la siembra, la plena formación de vainas del genotipo CTC-001, se produjo a los 114 días de la siembra, la plena formación de vainas del G-Local, aconteció a los 109 días de la siembra (tabla 24).

- **Para la maduración:**

Tabla 25.

Fase fenológica maduración (días desde la siembra)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G LOCAL	Sumatoria	Promedio
b₃Oroscocha	207	207	203	195	812	203
b₂Ttocopunco	192	178	176	155	701	175
b₁Erapata	177	177	176	153	682	171
Sumatoria	576	562	555	503		
Promedio	192	187	185	168		

- **Localidad de Erapata a 3164 msnm.**

La plena maduración de la variedad Precoz CICA, se dió a los 177 días de la siembra, la plena maduración de vainas de la línea Fortunato L. Herrera, aconteció a los 177 días de la siembra, la plena maduración del genotipo CTC-001 se produjo a los 176 días de la siembra, la plena maduración del G-Local, ocurrió a los 153 días de la siembra (tabla 25).

- **Localidad de Ttocopunco a 3507 msnm.**

La plena maduración de la variedad Precoz CICA, ocurrió a los 192 días de la siembra, la plena maduración de vainas de la línea Fortunato L. Herrera, se dió a los 178 días de la siembra, la plena maduración del genotipo CTC-001, se produjo a los 176 días de la siembra, la plena maduración del G-Local, aconteció a los 155 días de la siembra (tabla 25)

- **Localidad de Oroscocha a 3728 msnm.**

La plena maduración de la variedad Precoz CICA, aconteció a los 207 días de la siembra, la plena maduración de vainas de la línea Fortunato L. Herrera, se dió a los 207 días de la siembra, la plena maduración del genotipo CTC-001, se produjo a los 203 días de la siembra, la plena maduración del G-Local, ocurrió a los 195 días de la siembra (tabla 25)

- Fases fenológicas promedio por localidades:

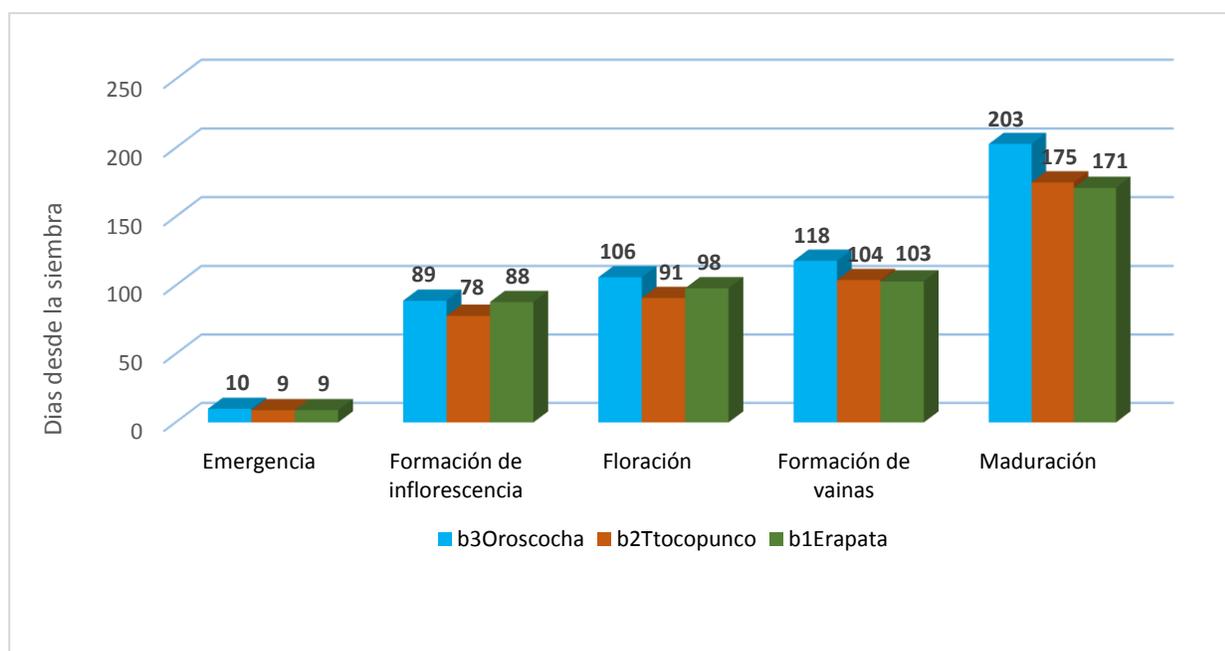
Tabla 26.

Fases fenológicas Promedio localidades (días desde la siembra)

Fases fenológicas	b₃Oroscocha	b₂Ttocopunco	b₁Erapata
Emergencia	10	9	9
Formación de inflorescencia	89	78	88
Floración	106	91	98
Formación de vainas	118	104	103
Maduración	203	175	171

Infiere Quico (2012) que existen líneas precoces de 120 a 180 días en el banco de germoplasma del CICA, así como genotipos de ciclo fenológico semi tardío de 180 a 240 días del ciclo fenológico. Por lo que se establece que las fases fenológicas en promedio de los cuatro genotipos, en las tres localidades son similares, lo que indica que no hubo una clara tendencia de comportamiento tardío ni precoz por efecto de los tres ambientes (tabla 26).

Figura 6.

Fases fenológicas promedio localidades (días)

- Fases fenológicas promedio por genotipos:

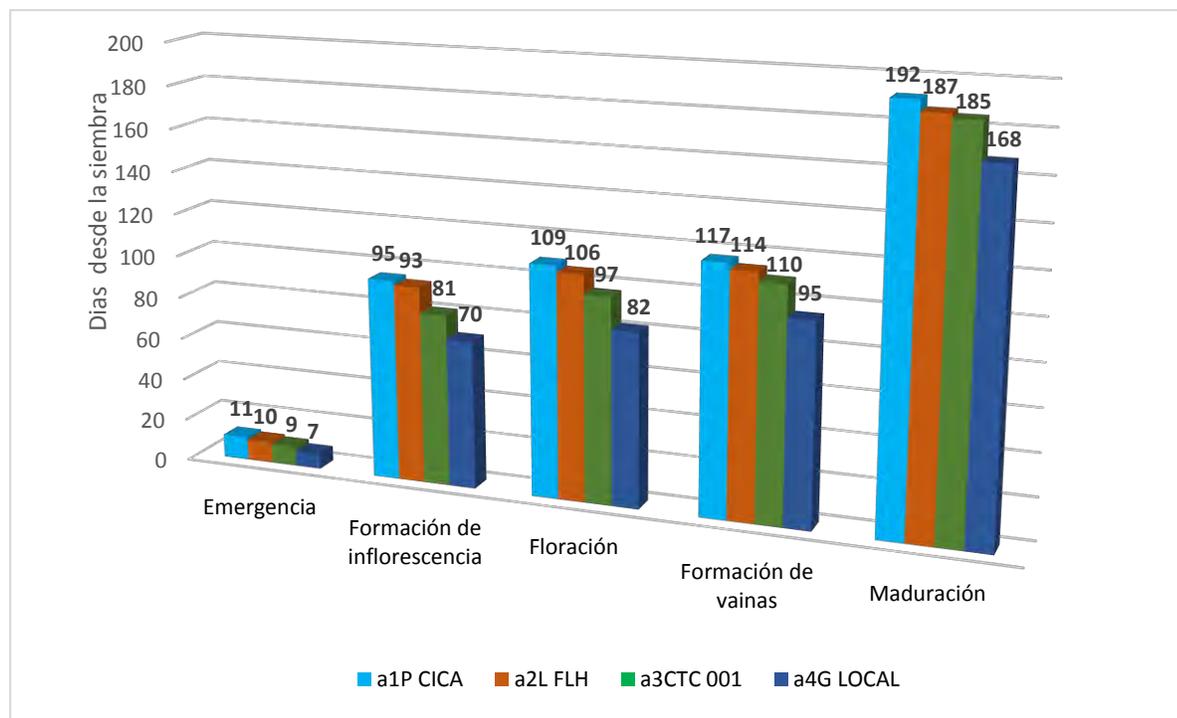
Tabla 27.

Fases fenológicas promedio genotipos (días desde la siembra)

Fases fenológicas	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL
Emergencia	11	10	9	7
Formación de inflorescencia	95	93	81	70
Floración	109	106	97	82
Formación de vainas	117	114	110	95
Maduración	192	187	185	168

Esta Tabla permite establecer que las fases fenológicas, son estables en las tres localidades, siempre señalando que el G-Local, muestra tendencia a precocidad, en las diferentes fases de las tres localidades. **Morales (2016)** afirmó que el compuesto Precoz CICA y la Línea FLH, maduraron a los 162.40 días en la localidad de Ch'illicpampa, al mismo tiempo ambos genotipos maduraron completamente a los 161.97 días en promedio, es decir se comportaron como genotipos precoces en ambas localidades.

Figura 7.

Fases fenológicas promedio genotipos (días)**5.2. Procesamiento, análisis e interpretación de las evaluaciones agronómicas****5.2.1. Longitud de inflorescencia.**

A continuación, se expone los resultados para esta variable:

- Para Erapata

Tabla 28.

Longitud de inflorescencia localidad (b1Erapata)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL	Sumatoria	Promedio
Bloque-I	25.21	26.46	22.83	19.18	93.67	23.42
Bloque-II	25.21	27.35	21.50	20.89	94.95	23.74
Bloque-III	27.95	26.02	19.67	19.66	93.28	23.32
Bloque-IV	28.78	28.59	23.63	18.75	99.75	24.94
Sumatoria	107.15	108.41	87.62	78.47	μ_{ij}	23.85
Promedio	26.79	27.10	21.91	19.62	$\sum Y_{ij}$	381.65

La longitud de inflorescencia en promedio por planta es de 23.85 centímetros, para la localidad de Erapata (tabla 28)

Tabla 29.

ANVA Longitud de inflorescencia localidad (b1Erapata)

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	6.654080	2.218027	1.05	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	163.589480	54.529827	25.70	3.86	6.99	**
Error	9	19.094589	2.121621				
Total	15	189.338148					

CV= 6.11

El análisis de varianza para longitud de inflorescencia indica que para bloques no existen diferencias al 99 % de probabilidades. Para los genotipos es significativo al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 6.11 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 29)

Tabla 30.

Tukey combinaciones para longitud de inflorescencia localidad (b1Erapata)

OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₂ L-FLH	27.10	a	a
II	a ₁ P CICA	26.79	a	a
III	a ₃ CTC-001	21.91	b	b
IV	a ₄ G-Local	19.62	b	b

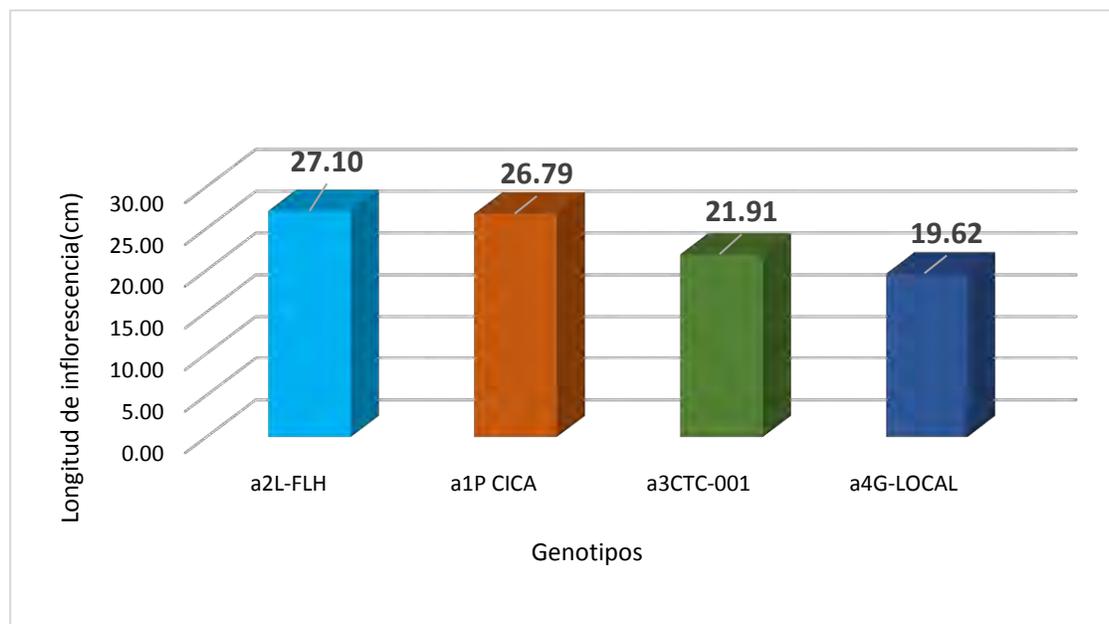
ALS_{(T)(0.05)} = 3.07 **ALS_{(T)(0.01)} = 4.34**

La prueba de Tukey para longitud de inflorescencia indica que el grupo formado por los genotipos L-FLH y Precoz CICA con 27.10 y 26.79 centímetros en promedio por planta, son estadísticamente iguales y superiores al resto de genotipos al 99 % de confianza, así mismo los genotipos CTC-001 con 21.91 centímetros en promedio por planta y G-Local, con 19.62

centímetros en promedio por planta, son estadísticamente iguales entre sí e inferiores al grupo anterior, al 99% de confianza (tabla 30 y figura 8)

Figura 8.

Combinaciones para Longitud de inflorescencia localidad b₁Erapata



- Para Ttocopunco:

Tabla 31.

Longitud de inflorescencia localidad (b₂Ttocopunco)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	30.31	32.78	34.12	26.25	123.45	30.86
Bloque-II	31.28	31.94	27.92	29.36	120.49	30.12
Bloque-III	30.99	31.80	31.27	28.32	122.38	30.60
Bloque-IV	30.52	31.12	29.09	23.57	114.30	28.57
Sumatoria	123.09	127.63	122.39	107.50	μ_{ij}	30.04
Promedio	30.77	31.91	30.60	26.87	$\sum Y_{ij}$	480.61

La longitud de inflorescencia en promedio por planta es de 30.04 centímetros para la localidad de Ttocopunco (tabla 31)

Tabla 32.**ANVA Longitud de inflorescencia localidad (b2Ttocopunco)**

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	12.555792	4.185264	1.20	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	57.440155	19.146718	5.51	3.86	6.99	* NS
Error	9	31.265052	3.473895				
Total	15	101.260998					

CV= 6.20

El análisis de varianza para longitud de inflorescencia indica que no existe significación para bloques al 99 % de probabilidades a favor. Para los tratamientos es significativo solo al 95 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 6.20 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 32)

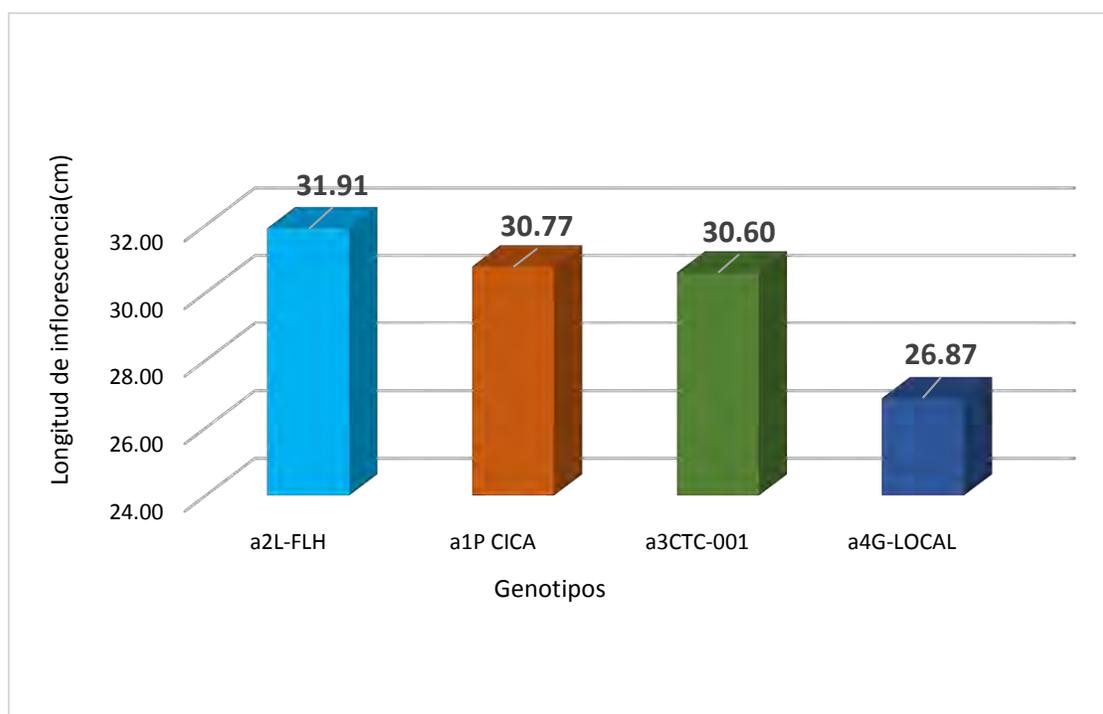
Tabla 33.**Tukey combinaciones para longitud de inflorescencia localidad (b2Ttocopunco)**

OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₂ L-FLH	31.91	a	a
II	a ₁ P CICA	30.77	a	a
III	a ₃ CTC-001	30.60	a	a
IV	a ₄ G-Local	26.87	b	a

ALS_{(T)(0.05)}= 3.93ALS_{(T)(0.01)}= 5.55

La prueba de Tukey para longitud de inflorescencia en esta localidad indica que los genotipos L-FLH, Precoz CICA y CTC-001 con 31.91; 30.77 y 30.60 centímetros por planta en promedio respectivamente, son estadísticamente iguales entre si y superiores al G. Local con 26.87 cm por planta en promedio al 95 % de confianza, al 99% de probabilidades a favor los 4 genotipos son iguales (tabla 33, figura 9)

Figura 9.

Combinaciones para longitud de inflorescence localidad Ttocopunco

- Para Orococha:

Tabla 34.

Longitud de inflorescencia localidad (b3Orococha)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	37.18	42.33	45.77	39.73	165.00	41.25
Bloque-II	47.84	45.97	43.65	41.68	179.13	44.78
Bloque-III	44.18	43.60	44.99	38.22	170.99	42.75
Bloque-IV	41.21	44.00	47.38	41.97	174.56	43.64
Sumatoria	170.40	175.89	181.79	161.59	μ_{ij}	43.10
Promedio	42.60	43.97	45.45	40.40	$\sum Y_{ij}$	689.67

La longitud de inflorescencia en promedio de todas las unidades experimentales fue de 43.10 centímetros para la localidad de Orococha (tabla 34)

Tabla 35.**ANVA Longitud de inflorescencia localidad (b3Oroscocha)**

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	26.657705	8.885902	1.38	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	55.293092	18.431031	2.86	3.86	6.99	NS NS
Error	9	57.989214	6.443246				
Total	15	139.940011					

CV= 5.89

El análisis de varianza para longitud de inflorescencia indica que para bloques y tratamientos no existe significación al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 5.89 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 35)

Tabla 36.**Tabla auxiliar longitud de inflorescencia**

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL	Sumatoria	Promedio
b ₁ Erapata	107.15	108.41	87.62	78.47	381.65	23.85
b ₂ Ttocopunco	123.09	127.63	122.39	107.50	480.61	30.04
b ₃ Oroscocha	170.40	175.89	181.79	161.59	689.67	43.10
Sumatoria	400.64	411.93	391.80	347.56	μ_{ij}	32.33
Promedio	33.39	34.33	32.65	28.96	$\sum Y_{ij}$	1551.92

La tabla auxiliar, nos indica que el promedio combinado para longitud de inflorescencia en las tres localidades y para los 4 genotipos es 32.33 centímetros (tabla 36)

TABLA 37.**ANVA Combinado longitud de inflorescencia**

F de V	G L	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Localidades	2	3091.155950	1545.577975	385.15	3.35	5.49	**
Rep/Loc	9	45.867577	5.096397				
Genotipos	3	198.523756	66.174585	5.10	2.96	4.6	**
Gen/Loc	6	77.798971	12.966495	3.23	2.46	3.56	* NS
Error	27	108.348855	4.012921				
Total	47	3521.695108	74.929683	ABOUT	3.04	≤ 4	

5.2.2. Número de vainas por planta.

- Para Erapata:

Tabla 40.

Número de vainas por planta (b_1 Erapata)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	25.60	24.20	13.60	24.20	87.60	21.90
Bloque-II	23.00	17.00	14.15	19.40	73.55	18.39
Bloque-III	22.60	16.50	14.05	18.10	71.25	17.81
Bloque-IV	21.95	16.85	15.40	20.70	74.90	18.73
Sumatoria	93.15	74.55	57.20	82.40	μ_{ij}	19.21
Promedio	23.29	18.64	14.30	20.60	ΣY_{ij}	307.30

El número de vainas por planta en promedio es de 19.21 para la localidad de Erapata (tabla 40)

Tabla 41.

ANVA número de vainas por planta (b_1 Erapata)

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	40.403125	13.467708	3.89	3.86	6.99	* NS
Tratamientos	3	171.975625	57.325208	16.58	3.86	6.99	**
Error	9	31.120625	3.457847				
Total	15	243.499375					
						CV=	9.68

El análisis de varianza para número de vainas por planta nos indica que para bloques es significativo al 95% de probabilidades a favor. Para los tratamientos es significativo al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 9.68 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 41)

- Para Ttocopunco:

Tabla 43.

Número de vainas por planta (b_2 Ttocopunco)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	21.45	19.20	21.35	26.05	88.05	22.01
Bloque-II	24.15	22.30	19.10	30.45	96.00	24.00
Bloque-III	21.70	19.30	22.35	27.95	91.30	22.83
Bloque-IV	20.70	21.05	20.60	18.90	81.25	20.31
Sumatoria	88.00	81.85	83.40	103.35	μ_{ij}	22.29
Promedio	22.00	20.46	20.85	25.84	ΣY_{ij}	356.60

El número de vainas por planta en promedio es de 22.29 para la localidad de Ttocopunco (tabla 43)

Tabla 44.

ANVA número de vainas por planta (b_2 Ttocopunco)

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	28.791250	9.597083	1.35	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	72.328750	24.109583	3.38	3.86	6.99	NS NS
Error	9	64.117500	7.124167				
Total	15	165.237500					

CV= 11.98

El análisis de varianza para número de vainas por planta nos indica que es no significativa tanto para bloques y tratamientos tanto al 95% como al 99% de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 11.98 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 44)

- Para Oroscocha:

Tabla 45.

Número de vainas por planta (b_3 Oroscocha)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	22.05	25.35	21.65	22.55	91.60	22.90
Bloque-II	20.50	18.30	15.40	15.05	69.25	17.31
Bloque-III	18.85	13.85	17.65	14.00	64.35	16.09
Bloque-IV	17.05	18.25	17.00	13.75	66.05	16.51
Sumatoria	78.45	75.75	71.70	65.35	μ_{ij}	18.20
Promedio	19.61	18.94	17.93	16.34	ΣY_{ij}	291.25

El número de vainas por planta en promedio es de 18.20 para la localidad de Oroscocha (tabla 45)

Tabla 46.

ANVA número de vainas por planta (b_3 Oroscocha)

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	120.751719	40.250573	10.47	3.86	6.99	**
Tratamientos	3	24.334219	8.111406	2.11	3.86	6.99	NS NS
Error	9	34.601406	3.844601				
Total	15	179.687344					

CV= 10.77

El análisis de varianza para número de ramas por planta indica que para bloques es significativa al 99 % de probabilidades a favor. Para los tratamientos es no significativo al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 10.77 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 46)

- **ANVA combinado:**

Tabla 47.

Tabla auxiliar número de vainas por planta

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
b ₁ Erapata	93.15	74.55	57.20	82.40	307.30	19.21
b ₂ Ttoccopunco	88.00	81.85	83.40	103.35	356.60	22.29
b ₃ Oroscocha	78.45	75.75	71.70	65.35	291.25	18.20
Sumatoria	259.60	232.15	212.30	251.10	μ_{ij}	19.90
Promedio	21.63	19.35	17.69	20.93	ΣY_{ij}	955.15

El número de vainas en promedio es de 19.90 para las tres localidades y 4 genotipos.

Tabla 48.

ANVA combinado número de vainas por planta

F de V	G L	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Localidades	2	144.973229	72.486615	15.07	3.35	5.49	**
Rep/Loc	9	189.946094	21.105122				
Genotipos	3	110.866823	36.955608	1.41	2.96	4.6	NS NS
Gen/Loc	6	157.771771	26.295295	5.47	2.46	3.56	**
Error	27	129.839531	4.808872				
Total	47	733.397448	15.604201				
ABOUT	2.06	≤ 4					

La prueba de About indica que las varianzas son homogéneas, el valor determinado es igual a 2.06 valor inferior a 4 parámetro pre establecido. (tabla 73)

El análisis de varianza combinado para número de vainas por planta, indica que es significativo para localidades al 99% de probabilidades a favor, para genotipos es no significativo al 99% de probabilidades a favor, para la interacción genotipos localidades es significativo al 99% de probabilidades a favor.

Tabla 49.

Tukey localidades combinaciones para número de vainas por planta

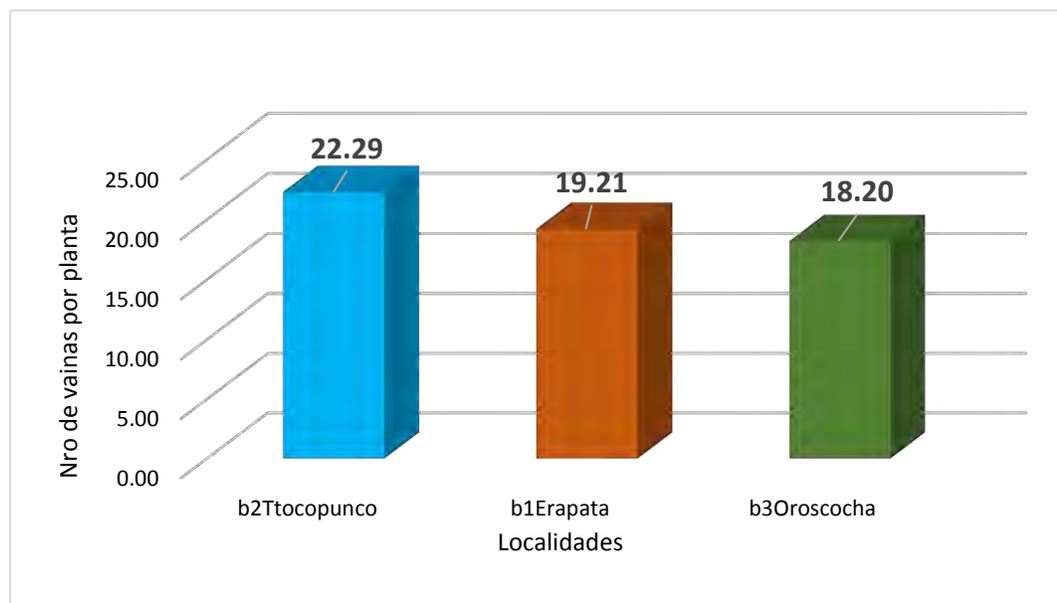
OM	Localidades	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	b ₂ Ttocopunco	22.29	a	a
II	b ₁ Erapata	19.21	b	b
III	b ₃ Oroscocha	18.20	b	b
ALS_(T)(0.05)= 1.92			ALS_(T)(0.01)= 2.46	

La prueba de Tukey para localidades nos indica que existen diferencias estadísticas, la localidad de Ttocopunco, ocupa el primer lugar con un promedio de 22.29 vainas por planta, siendo estadísticamente superior al resto de localidades, así mismo, el grupo formado por las localidades de Erapata y Oroscocha con 19.21 y 18.20 vainas por planta en promedio, son estadísticamente

iguales entre sí, e inferiores a la localidad de Ttocopunco todo esto con 99% de probabilidades a favor. (tabla 49 y figura 13)

Figura 13.

Localidades combinaciones para número de vainas por planta



5.2.3. Número de semillas por planta.

- Para Erapata

Tabla 50.

Número de semillas por planta localidad (b₁Erapata)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	24.35	26.50	23.00	26.10	99.95	24.99
Bloque-II	29.50	25.10	22.75	26.05	103.40	25.85
Bloque-III	24.85	26.15	25.00	27.90	103.90	25.98
Bloque-IV	23.55	23.40	21.95	24.65	93.55	23.39
Sumatoria	102.25	101.15	92.70	104.70	μ_{ij}	25.05
Promedio	25.56	25.29	23.18	26.18	ΣY_{ij}	400.80

Los diferentes genotipos tuvieron un promedio de número de semillas muy uniforme, en un rango de 23 a 26, con un promedio general de 25.05 semillas por planta, para la localidad de Erapata (tabla 50)

Tabla 51.

ANVA número de semillas por planta localidad (b1Erapata)

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	17.053750	5.684583	2.48	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	20.401250	6.800417	2.96	3.86	6.99	NS NS
Error	9	20.655000	2.295000				
Total	15	58.110000					

CV= 6.03

El coeficiente de variabilidad del experimento para esta variable fue de 6.03 lo que nos indica la confiabilidad en los resultados obtenidos.

El análisis de varianza para número de semillas por planta, indica que entre los cuatro bloques del experimento hubo alta uniformidad. Los cuatro genotipos alcanzaron promedios estadísticamente iguales hasta con 99 % de probabilidades a favor, indicando que los genotipos son homogéneos para esta variable. (tabla 51)

- Para Ttocopunco:

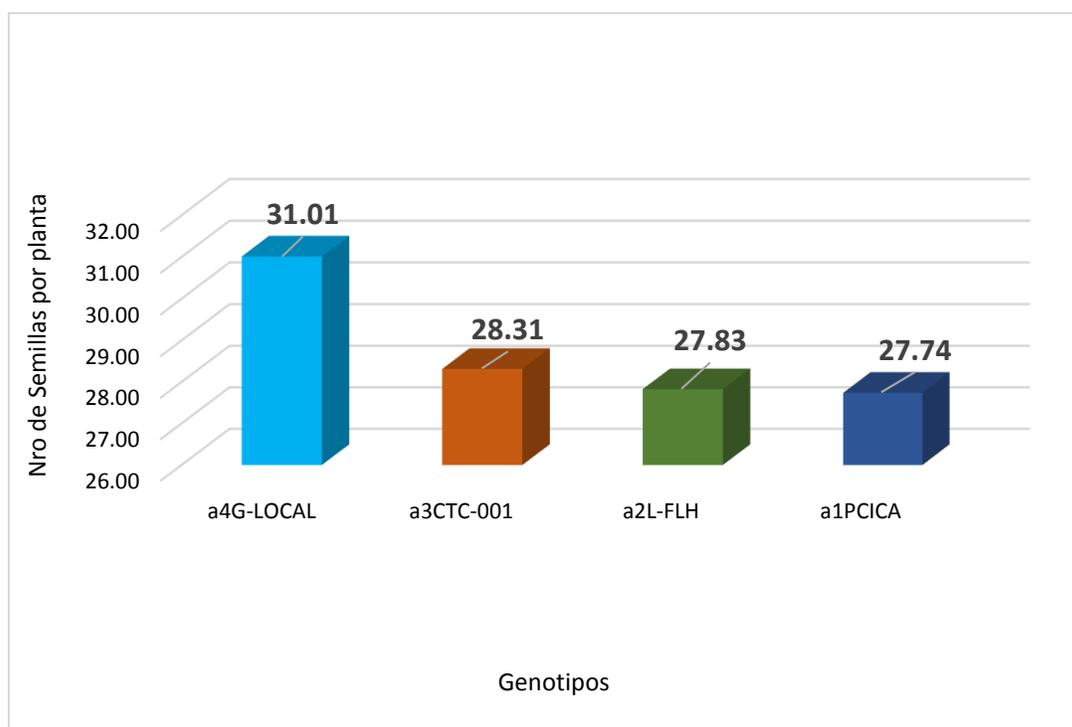
Tabla 52.

Número de semillas por planta localidad (b2Ttocopunco)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	29.15	30.00	28.85	31.60	119.60	29.90
Bloque-II	28.75	27.70	29.05	31.05	116.55	29.14
Bloque-III	26.10	27.15	26.85	32.65	112.75	28.19
Bloque-IV	26.95	26.45	28.50	28.75	110.65	27.66
Sumatoria	110.95	111.30	113.25	124.05	μ_{ij}	28.72
Promedio	27.74	27.83	28.31	31.01	$\sum Y_{ij}$	459.55

El número de semillas promedio por planta entre los cuatro genotipos, en esta localidad llegó a 28.72, siendo ligeramente superior a la localidad de Erapata. (tabla 52)

Figura 14.

Combinaciones para número de semillas por planta localidad b_2 Ttocopunco

- Para Oroscocha:

Tabla 55.

Número de semillas por planta localidad (b_3 Oroscocha)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	25.15	25.05	24.30	27.80	102.30	25.58
Bloque-II	25.35	26.50	26.00	27.90	105.75	26.44
Bloque-III	28.40	26.90	25.30	27.90	108.50	27.13
Bloque-IV	27.85	27.05	26.00	28.05	108.95	27.24
Sumatoria	106.75	105.50	101.60	111.65	μ_{ij}	26.59
Promedio	26.69	26.38	25.40	27.91	$\sum Y_{ij}$	425.50

El número de semillas en promedio por planta es de 26.59 para la localidad de Oroscocha (tabla 55)

Tabla 56.

ANVA Número de semillas por planta localidad (b₃Oroscocha)

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	7.035625	2.345208	3.59	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	12.883125	4.294375	6.58	3.86	6.99	* NS
Error	9	5.875625	0.652847				
Total	15	25.794375					

CV= 3.04

El análisis de varianza para número de semillas por planta, indica que para bloques no existen diferencias al 99% de probabilidades a favor. Para los tratamientos existen diferencias con 95 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 3.04, lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 56)

Tabla 57.

Tukey combinaciones para número de semillas por planta localidad (b₃Oroscocha)

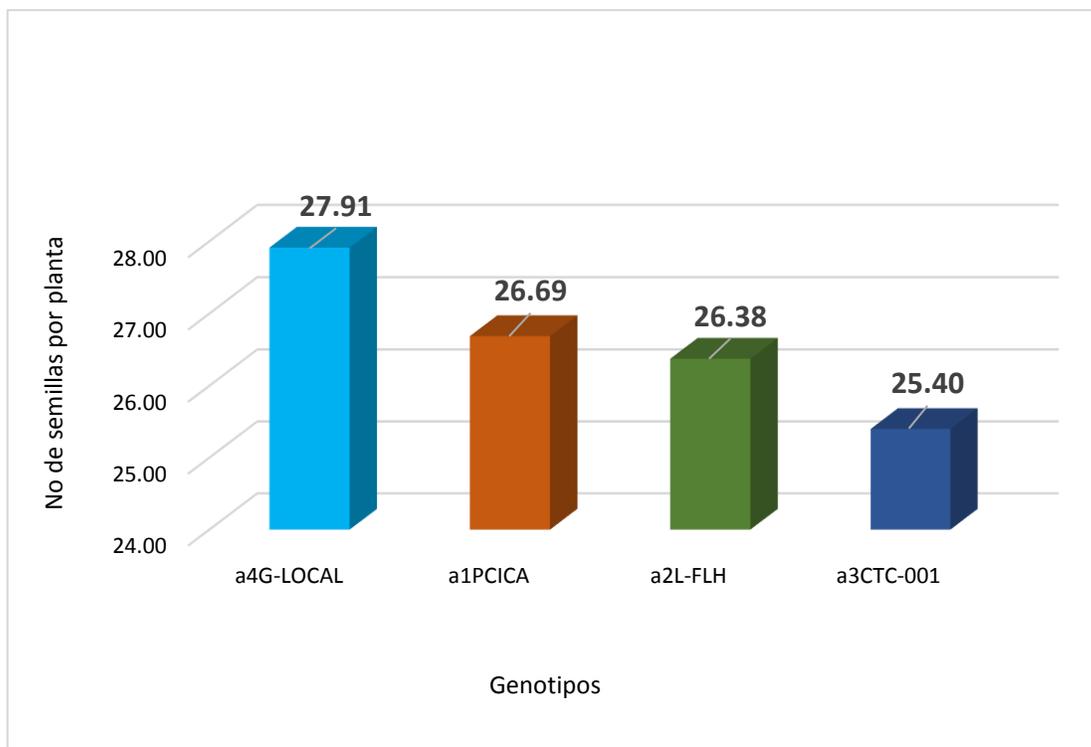
OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₄ G-Local	27.91	a	a
II	a ₁ PCICA	26.69	a b	a b
III	a ₂ L-FLH	26.38	a b	a b
IV	a ₃ CTC-001	25.40	b	b

ALS_{(T)(0.05)}= 1.70ALS_{(T)(0.01)}= 2.41

La prueba de Tukey al 99% de confianza indica que entre los cuatro genotipos, el grupo conformado por los tratamientos G-Local, Precoz CICA y L-FLH cuyos promedios son 27.91; 26.69 y 26.38 semillas por planta respectivamente, son estadísticamente iguales entre si y superiores al grupo formado los genotipos Precoz CICA, L- FLH y CTC-001 cuyos promedios son 26.69; 26.38 y 25.40 semillas por planta todo esto con un 99% de probabilidades a favor. (tabla 57 y figura 15)

Figura 15.

Combinaciones para número de semillas por planta localidad b_3 Oroscocha



Análisis combinado de localidades para número de semillas por planta:

Tabla 58.

Tabla auxiliar número de semillas por planta

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G LOCAL	Sumatoria	Promedio
b₁Erapata	102.25	101.15	92.70	104.70	400.80	25.05
b₂Ttocopunco	110.95	111.30	113.25	124.05	459.55	28.72
b₃Oroscocha	106.75	105.50	101.60	111.65	425.50	26.59
Sumatoria	319.95	317.95	307.55	340.40	μ_{ij}	26.79
Promedio	26.66	26.50	25.63	28.37	$\sum Y_{ij}$	1285.85

El promedio combinado de número de semillas por planta es de 26.79 en las tres localidades y en los 4 genotipos (tabla 58)

Tabla 59.**ANVA Combinado número de semillas por planta**

F de V	G L	SC	CM	FC	0.05	0.01	SIG
Localidades	2	108.771979	54.385990	37.44	3.35	5.49	**
Rep/Loc	9	35.963594	3.995955				
Genotipos	3	47.234323	15.744774	6.38	2.96	4.60	**
Gen/Loc	6	14.801771	2.466962	1.70	2.46	3.56	NS NS
Error	27	39.224531	1.452760				
Total	47	245.996198	5.233962				

ABOUT 3.5154 ≤ 4

La homogeneidad de variancias mediante la prueba de About, indica que las varianzas son homogéneas, el valor determinado por el cociente entre el cuadrado media del error mayor y el cuadrado medió del error más bajo es igual a 3.51 valor inferior a cuatro que es el límite preestablecido (tabla 59)

El análisis de varianza combinado para número de semillas por planta, indica que es significativo al 99% de confianza, tanto para localidades como para genotipos, cuya estimación de efectos mediante la prueba de Tukey es la siguiente:

Tabla 60.**Tukey localidades combinaciones para número de semillas por planta**

OM	Localidades	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	b ₂ Ttocopunco	28.72	a	a
II	b ₃ Oroscocha	26.59	b	b
III	b ₁ Erapata	25.05	c	c
ALS_(T)(0.05)= 1.06			ALS_(T)(0.01)= 1.35	

La prueba de Tukey para localidades, indica que existen diferencias estadísticas entre las tres localidades al 99% de probabilidades a favor, la localidad de Ttocopunco con una altitud de 3507 msnm, produce el mayor número de semillas por planta con un promedio de 28.72 semillas por planta. La localidad de Oroscocha con una altitud de 3507 msnm, ocupa el segundo lugar con un promedio de 26.59 semillas por planta siendo inferior a la localidad de Ttocopunco y superior a la localidad de Erapata, finalmente. La localidad de Erapata, con una altitud de 3164 msnm, ocupa el tercer lugar con un promedio de 25.05 semillas por planta siendo inferior a las localidades de Ttocopunco y Oroscocha (tabla 60 y figura 16)

Figura 16.

Localidades combinaciones para número de semillas por planta

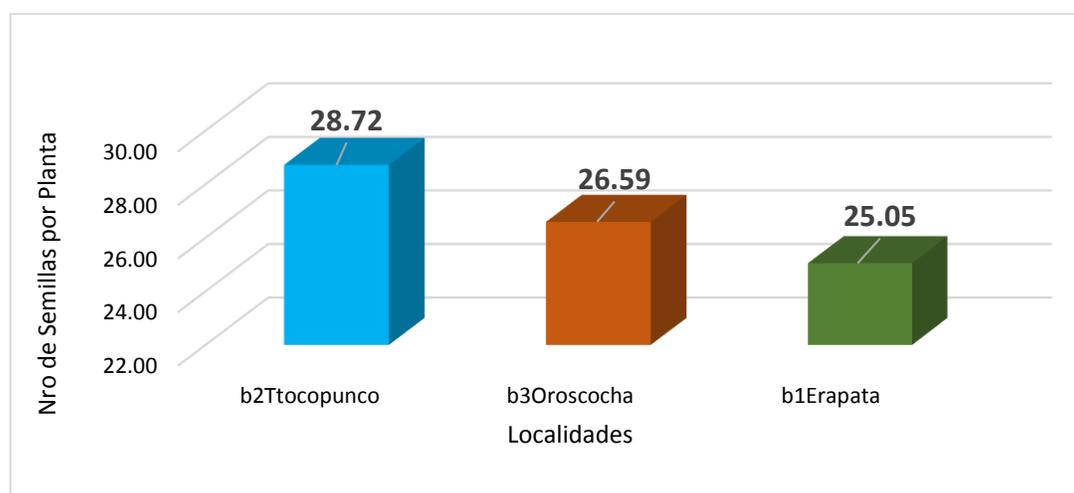


Tabla 61.

Tukey genotipos combinaciones para número de semillas por planta

OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₄ G-Local	28.37	a	a
II	a ₁ P CICA	26.66	b	b
III	a ₂ L-FLH	26.50	b	b
IV	a ₃ CTC-001	25.63	b	b

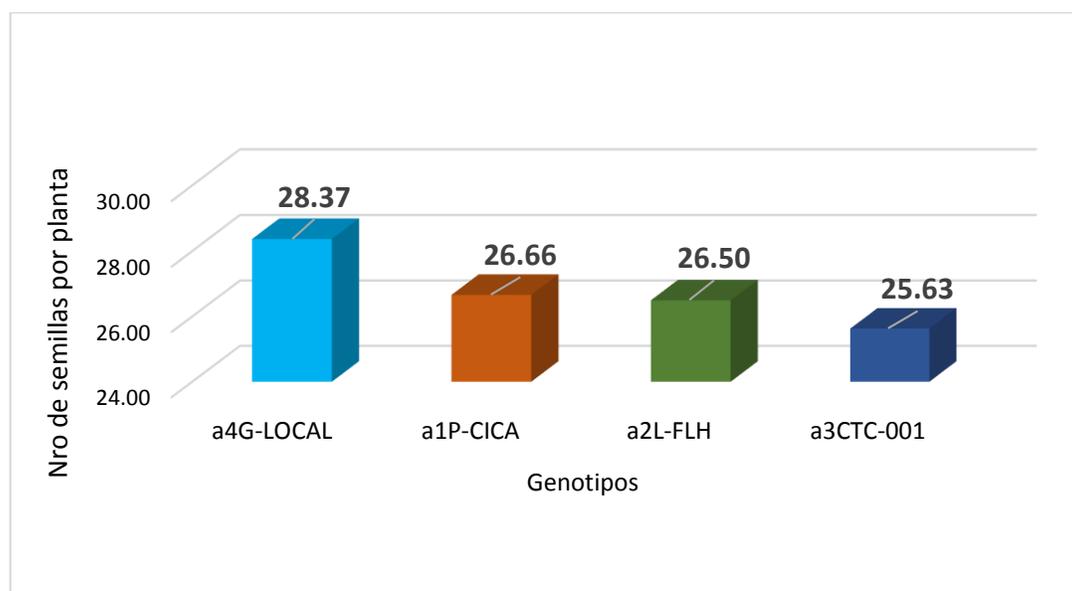
$$ALS_{(T)(0.05)} = 1.35$$

$$ALS_{(T)(0.01)} = 1.69$$

La prueba de Tukey para genotipos, indica que existen diferencias estadísticas entre el G-Local y el resto de genotipos, al 99% de probabilidades a favor, el G-Local, produce el mayor número de semillas por planta con un promedio 28.37. Los genotipos Precoz CICA, L-FLH y CTC-001 con promedios de 26.66; 26.50; 25.63 respectivamente, son estadísticamente iguales entre si e inferiores al G-Local, todo ello con 99% de probabilidades a favor (tabla 61 y figura 17)

Figura 17.

Genotipos combinaciones para número de semillas por planta



5.2.4. Número de ramas primarias por planta.

- Para Erapata:

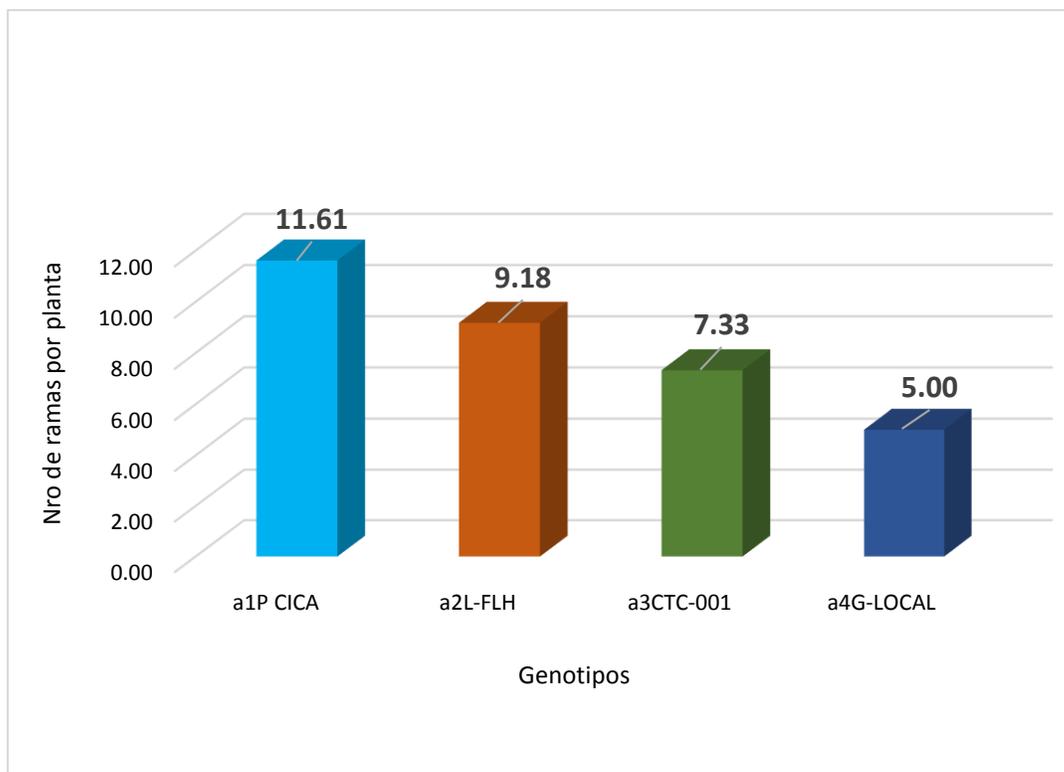
Tabla 62.

Número de ramas primarias por planta (b_1 Erapata)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	12.50	9.45	7.20	5.40	34.55	8.64
Bloque-II	11.20	9.80	6.45	5.25	32.70	8.18
Bloque-III	11.35	8.10	7.95	4.90	32.30	8.08
Bloque-IV	11.40	9.35	7.70	4.45	32.90	8.23
Sumatoria	46.45	36.70	29.30	20.00	μ_{ij}	8.28
Promedio	11.61	9.18	7.33	5.00	$\sum Y_{ij}$	132.45

El número de ramas primarias por planta, en promedio es de 8.28 para la localidad de Erapata

Figura 18.

Combinaciones para número de ramas por planta localidad b_1 Erapata

- Para Ttocopunco:

Tabla 65.

Número de ramas primarias por planta (b_2 Ttocopunco)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	9.20	8.15	7.00	4.80	29.15	7.29
Bloque-II	10.20	10.35	6.15	5.55	32.25	8.06
Bloque-III	10.95	9.25	6.55	5.25	32.00	8.00
Bloque-IV	12.65	9.15	7.50	4.60	33.90	8.48
Sumatoria	43.00	36.90	27.20	20.20	μ_{ij}	7.96
Promedio	10.75	9.23	6.80	5.05	ΣY_{ij}	127.30

El número de ramas primarias por planta en promedio es de 7.96 para la localidad de Ttocopunco (tabla 65)

Tabla 66.

ANVA Número de ramas primarias por planta (b_2 Ttocopunco)

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	2.918125	0.972708	1.18	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	76.791875	25.597292	30.99	3.86	6.99	**
Error	9	7.434375	0.826042				
Total	15	87.144375					

CV= 11.42

El análisis de varianza para número de ramas primarias por planta, indica que no hay significancia para bloques al 99 % de probabilidades a favor; para los tratamientos es significativo al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 11.42 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 66)

Tabla 67.

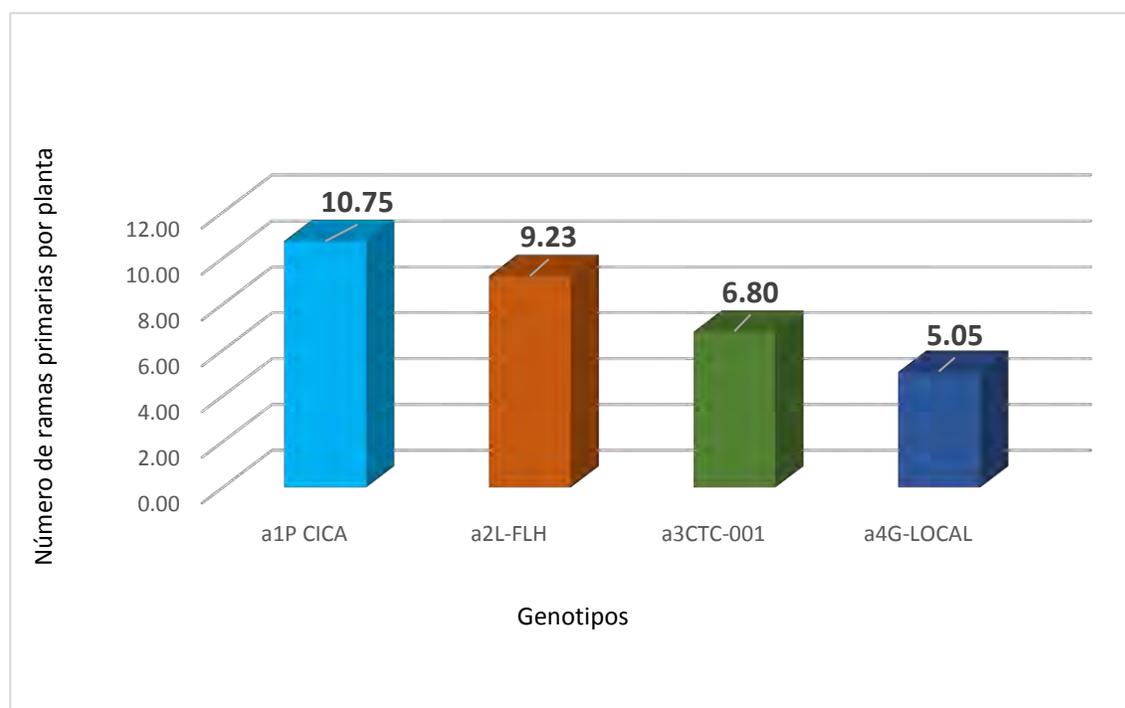
Tukey combinaciones para número de ramas primarias por planta localidad (b_2 Ttocopunco)

OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₁ P CICA	10.75	a	a
II	a ₂ L-FLH	9.23	a	a b
III	a ₃ CTC-001	6.80	b	b c
IV	a ₄ G-Local	5.05	b	c

ALS_{(T)(0.05)}= 1.92ALS_{(T)(0.01)}= 2.71

La prueba de Tukey para número de ramas primarias por planta, indica que el grupo formado por los genotipos PRECOZ CICA y L-FLH, con 10.75 y 9.23 ramas en promedio por planta, son estadísticamente iguales entre si y superiores al resto de genotipos, por otra parte los genotipos L-FLH y CTC-001 con 9.23 y 6.80 ramas primarias en promedio por planta, son estadísticamente iguales entre sí, inferiores al grupo anterior, al mismo tiempo superiores al grupo formado por los genotipos CTC -001 y G-Local con 6.80 y 5.05 ramas primarias en promedio respectivamente todo ello al 99 % de confianza (tabla 67 y figura 19)

Figura 19.

Combinaciones para número de ramas primarias por planta localidad b_2 Ttocopunco

- Para Orococha:

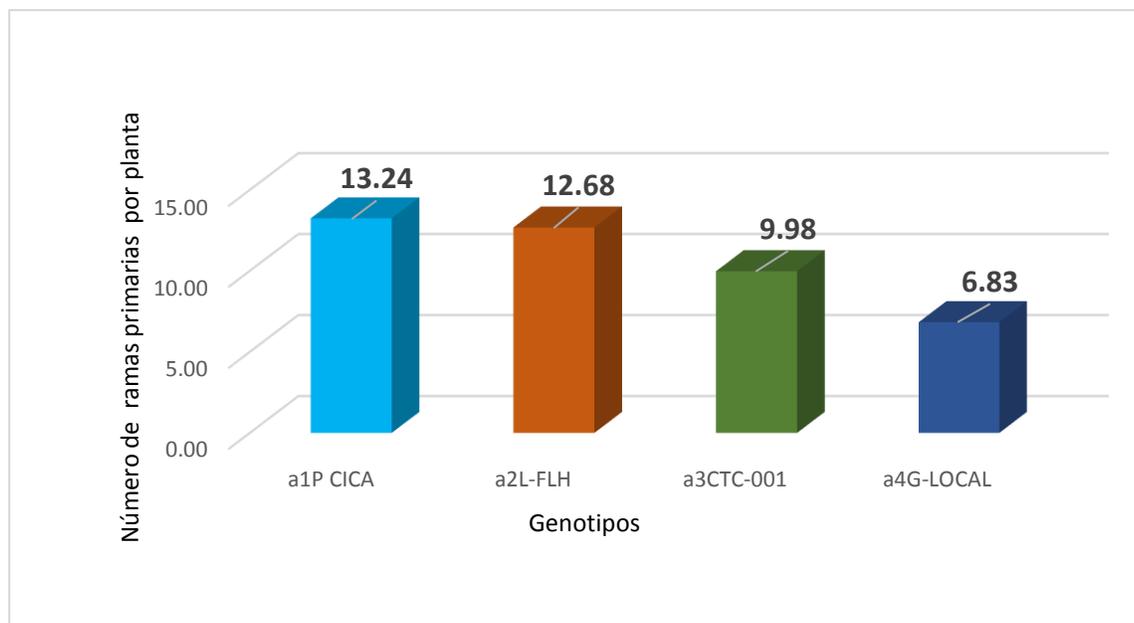
Tabla 68

Número de ramas primarias por planta (b_3 Orococha)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	13.45	10.90	10.70	6.50	41.55	10.39
Bloque-II	14.20	14.95	10.10	6.50	45.75	11.44
Bloque-III	11.20	12.05	8.40	6.65	38.30	9.58
Bloque-IV	14.10	12.80	10.70	7.65	45.25	11.31
Sumatoria	52.95	50.70	39.90	27.30	μ_{ij}	10.68
Promedio	13.24	12.68	9.98	6.83	$\sum Y_{ij}$	170.85

El número de ramas primarias por planta en promedio es de 10.68 para la localidad de Orococha (tabla 68)

Figura 20.

Combinaciones para número de ramas primarias por planta localidad b_3 Oroscocha

ANVA combinado para número de ramas primarias por planta:

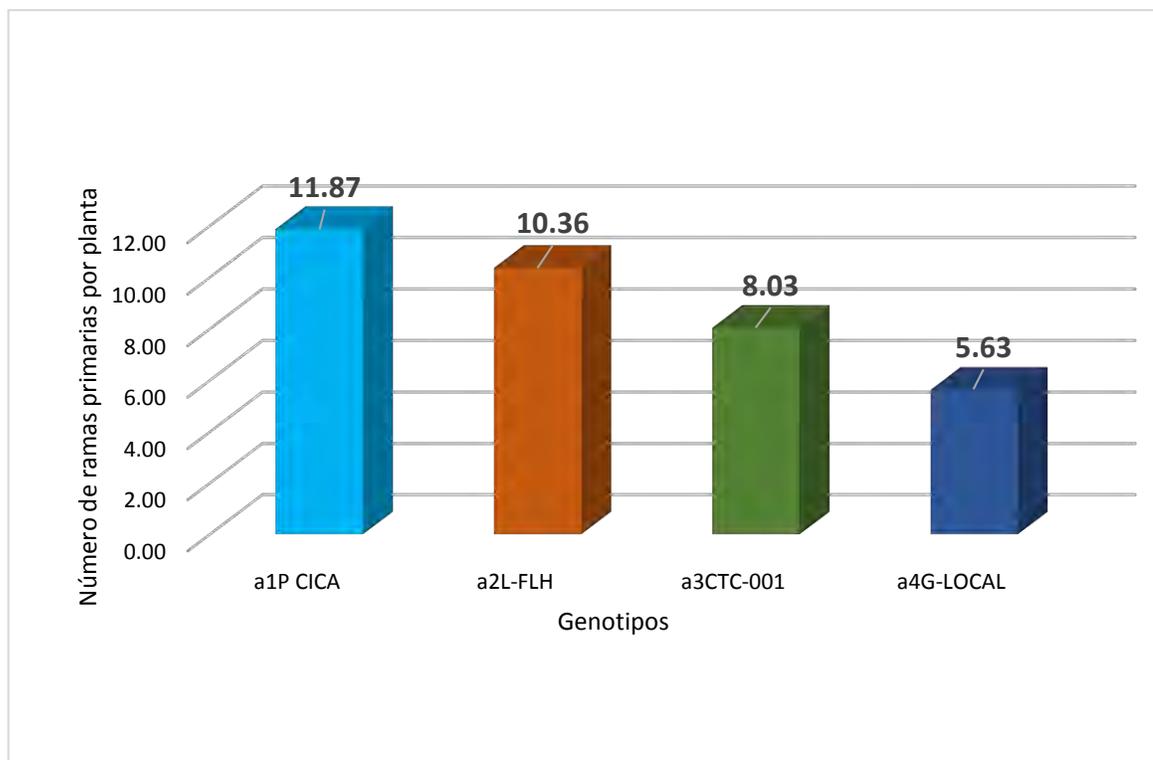
Tabla 71.

Tabla auxiliar número de ramas primarias por planta

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL	Sumatoria	Promedio
b ₁ Erapata	46.45	36.70	29.30	20.00	132.45	8.28
b ₂ Ttocopunco	43.00	36.90	27.20	20.20	127.30	7.96
b ₃ Oroscocha	52.95	50.70	39.90	27.30	170.85	10.68
Sumatoria	142.40	124.30	96.40	67.50	μ_{ij}	8.97
Promedio	11.87	10.36	8.03	5.63	$\sum Y_{ij}$	430.60

El número de ramas primarias por planta combinado es de 8.97 en promedio (tabla 71). Quico (2012) en la 93 líneas de tarwi evaluadas obtuvo un promedio de 7 ramas primarias por planta con un mínimo de 4 ramas primarias y un máximo de 11 ramas, por lo tanto el promedio de 8.97 ramas obtenidos en el presente trabajo de investigación se encuentra dentro del rango establecido por Quico.

Figura 22.

Genotipos combinaciones para número de ramas primarias por planta**5.2.5. Rendimiento de semillas por planta.**

- Para Erapata:

Tabla 75.

Rendimiento de semillas por planta (b1Erapata)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	21.1	21.0	19.2	19.8	81.02	20.26
Bloque-II	21.6	17.8	16.1	19.5	74.92	18.73
Bloque-III	20.9	18.0	17.0	19.3	75.14	18.79
Bloque-IV	21.3	19.8	18.3	18.0	77.37	19.34
Sumatoria	84.80	76.53	70.50	76.63	μ_{ij}	19.28
Promedio	21.20	19.13	17.63	19.16	$\sum Y_{ij}$	308.45

El rendimiento de semillas por planta es de 19.28 gramos para la localidad de Erapata (tabla 75)

Tabla 76.**ANVA para rendimiento de semillas por planta (b,Erapata)**

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	6.013054	2.004351	2.11	3.86	6.99	NS
Tratamientos	3	25.840586	8.613529	9.07	3.86	6.99	**
Error	9	8.544832	0.949426				
Total	15	40.398471					

CV= 5.05

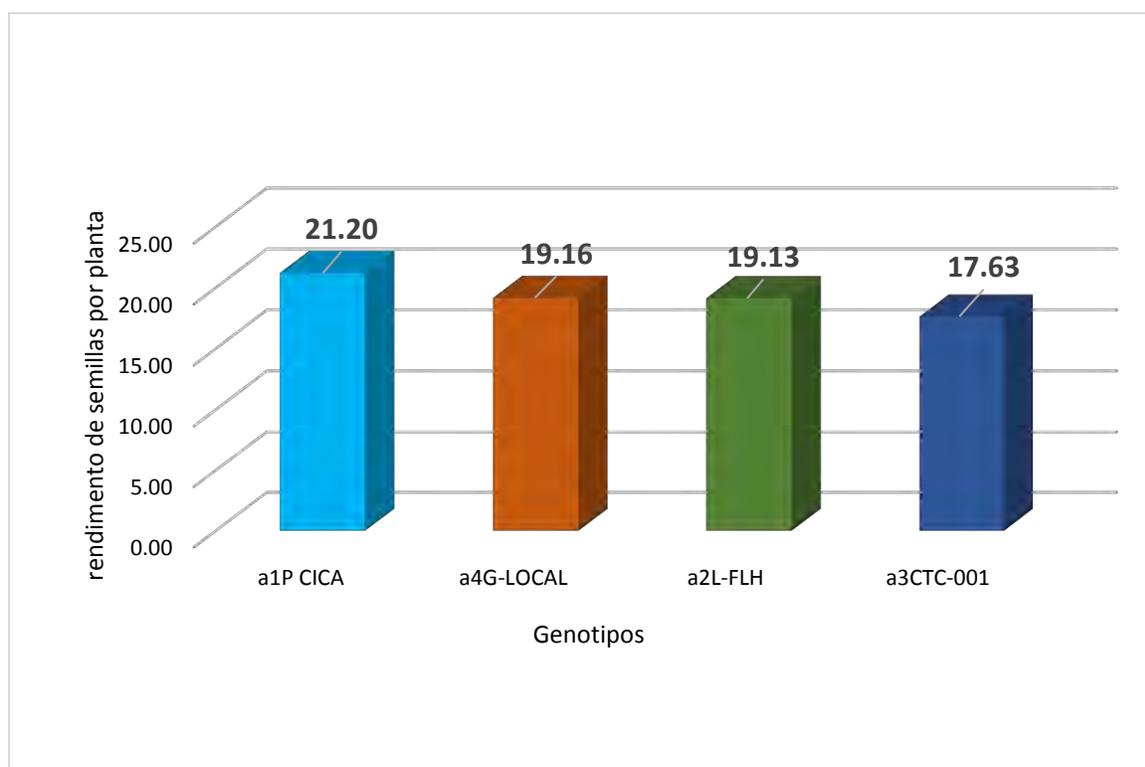
El análisis de varianza para el rendimiento de semillas por planta, indica que para bloques es no significativo al 99% de probabilidades a favor. Para los tratamientos es significativo al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 5.05 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 76)

Tabla 77.**Tukey combinaciones para rendimiento de semillas por planta localidad (b,Erapata)**

OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₁ P CICA	21.20	a	a
II	a ₄ G-Local	19.16	a b	a b
III	a ₂ L-FLH	19.13	b	a b
IV	a ₃ CTC-001	17.63	b	b
ALS_{(T)(0.05)}= 2.06			ALS_{(T)(0.01)}= 2.90	

La prueba de Tukey para rendimiento de semillas por planta indica que el grupo formado por los genotipos Precoz CICA, G-Local y L-FLH con 21.20; 19.16 y 19.13 gramos por planta respectivamente, son estadísticamente iguales entre si y superiores al grupo formado por G-Local, L-FLH y CTC-001, con 19.16; 19.13 y 17.63 gramos por planta , todo esto al 99% de confianza (tabla 77 y figura 23)

Figura 23.

Combinaciones para rendimiento de semillas por planta localidad b_1 Erapata

- Para Ttocopunco:

Tabla 78.

Rendimiento de semillas por planta (b_2 Ttocopunco)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	21.6	17.7	20.6	21.2	81.05	20.26
Bloque-II	18.9	18.6	19.6	23.4	80.38	20.09
Bloque-III	19.9	17.3	19.8	24.6	81.53	20.38
Bloque-IV	19.4	18.1	21.5	23.3	82.25	20.56
Sumatoria	79.74	71.57	81.44	92.46	μ_{ij}	20.33
Promedio	19.93	17.89	20.36	23.12	$\sum Y_{ij}$	325.21

El rendimiento de semillas por planta en promedio es de 20.33 para la localidad de Ttocopunco (tabla 78)

Tabla 79.**ANVA rendimiento de semillas por planta (b_2 Ttocopunco)**

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	0.469244	0.156415	0.11	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	55.438386	18.479462	13.12	3.86	6.99	**
Error	9	12.675212	1.408357				
Total	15	68.582842					

CV= 5.84

El análisis de varianza para rendimiento de semillas por planta, indica que no existen diferencias entre bloques al 99% de probabilidades a favor. Para tratamientos, si existen diferencias estadísticas al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 5.84 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 79)

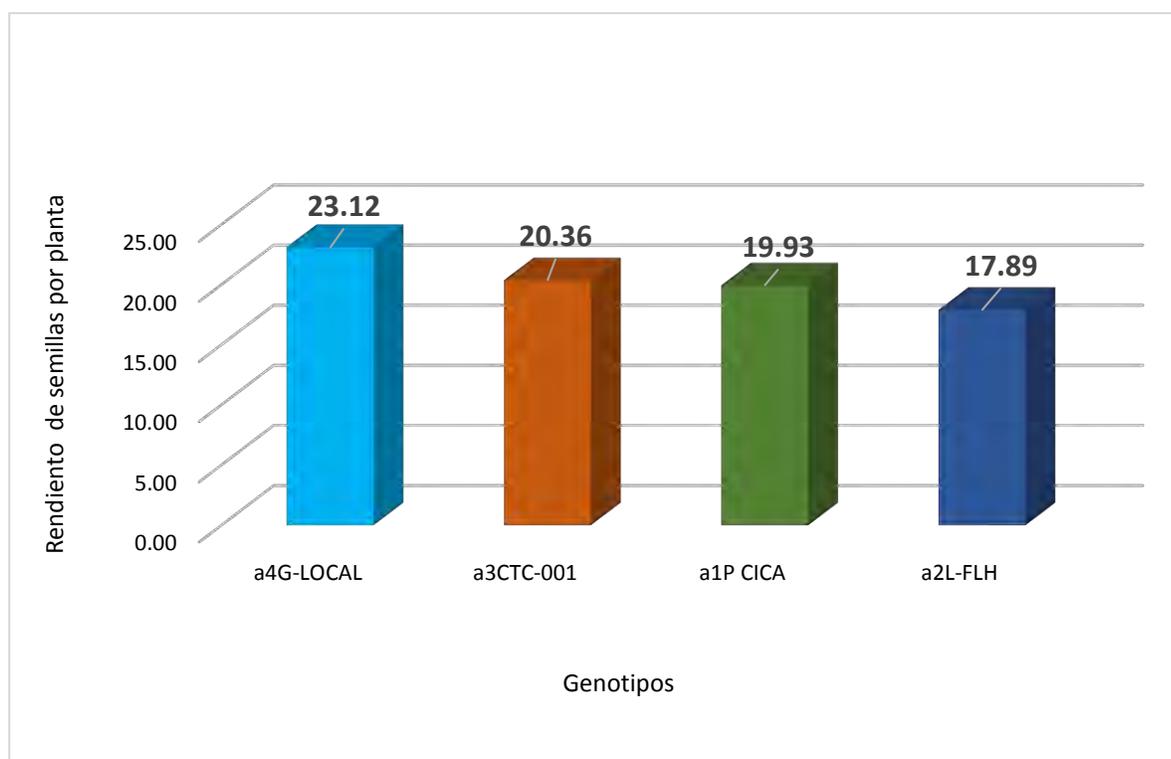
Tabla 80.**Tukey combinaciones para rendimiento de semillas por planta localidad (b_2 Ttocopunco)**

OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₄ G-Local	23.12	a	a
II	a ₃ CTC-001	20.36	b	a b
III	a ₁ P CICA	19.93	b	a b
IV	a ₂ L-FLH	17.89	b	b

ALS_{(T)(0.05)}= 2.50 **ALS_{(T)(0.01)}= 3.54**

La prueba de Tukey para rendimiento de semillas por planta indica que el grupo formado por los genotipos G-LOCAL, CTC-001 y Precoz CICA con 23.12; 20.36 y 19.93 gramos por planta, respectivamente, son estadísticamente iguales entre si y superiores al grupo formado por CTC-001, Precoz CICA y L-FLH con 20.36; 19.93 y 17.89 gramos por planta, todo esto al 99% de confianza (tabla 80 y figura 24)

Figura 24.

Combinaciones para rendimiento de semillas por planta localidad Ttocopunco

- Para Oroscocha:

Tabla 81.

Rendimiento de semillas por planta (b_3 Oroscocha)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G LOCAL	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	15.6	14.5	14.6	15.6	60.31	15.08
Bloque-II	15.3	14.1	15.5	13.7	58.57	14.64
Bloque-III	14.2	13.3	15.0	13.0	55.55	13.89
Bloque-IV	16.1	15.6	14.5	15.3	61.49	15.37
Sumatoria	61.14	57.54	59.60	57.65	μ_{ij}	14.74
Promedio	15.28	14.38	14.90	14.41	$\sum Y_{ij}$	235.92

El rendimiento de semillas por planta, es de 14.74 gramos por planta para la localidad de Oroscocha (tabla 81)

Tabla 82.

ANVA rendimiento de semillas por planta (b₃Oroscocha)

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	4.992123	1.664041	3.08	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	2.222489	0.740830	1.37	3.86	6.99	NS NS
Error	9	4.865932	0.540659				
Total	15	12.080543					

CV= 4.99

El análisis de varianza para el rendimiento de semillas por planta, indica que para bloques y tratamientos es no significativa, tanto al 95% como al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 4.99 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 82)

ANVA combinado:

Tabla 83.

Tabla auxiliar rendimiento de semillas por planta

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G Local	Sumatoria	Promedio
b ₁ Erapata	84.8	76.5	70.5	76.6	308.45	19.28
b ₂ Ttocopunco	79.7	71.6	81.4	92.5	325.21	20.33
b ₃ Oroscocha	61.1	57.5	59.6	57.7	235.92	14.74
Sumatoria	225.67	205.63	211.54	226.74	μ_{ij}	18.12
Promedio	18.81	17.14	17.63	18.90	$\sum Y_{ij}$	869.58

El promedio combinado es de 18.12 gramos por planta para las tres localidades y los 4 genotipos (tabla 83). Morales encontró que el rendimiento promedio del Compuesto Precoz CICA y L-FLH, es de 25.96 gramos por planta en la localidad de Ch'illicpampa. Para la localidad de Intipata el promedio para los mismos genotipos fue 19.09 gramos por planta siendo este promedio el mas cernano al obtenido en la presente investigación.

Tabla 84.

ANVA combinado para rendimiento de semillas por planta

F de V	G L	SC	CM	FC	0.05	0.01	SIG
Localidades	2	281.566345	140.783172	145.72	3.35	5.49	**
Rep/Loc	9	11.474421	1.274936				
Genotipos	3	27.382390	9.127463	0.98	2.96	4.6	NS NS
Gen/Loc	6	56.119071	9.353178	9.68	2.46	3.56	**
Error	27	26.085975	0.966147				
Total	47	402.628201	8.566557				
ABOUT	2.605	≤ 4					

La prueba de About, nos indica que las varianzas son homogéneas, el valor determinado es igual a 2.61 valor inferior a 4 como límite preestablecido.

El análisis de varianza combinado para rendimiento de semillas por planta, nos indica que es significativo para localidades al 95% de probabilidades a favor y no significativa para genotipos al 99% de probabilidades a favor. Existe interacción entre genotipos y localidades con significación al 99% de confianza, (tabla 84)

Tabla 85.

Tukey localidades combinaciones para rendimiento de semillas por planta

OM	Localidades	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	b ₂ Ttocopunco	20.33	a	a
II	b ₁ Erapata	19.28	b	a
III	b ₃ Oroscocha	14.74	c	b
ALS_{(T)(0.05)}= 0.86		ALS_{(T)(0.01)}= 1.10		

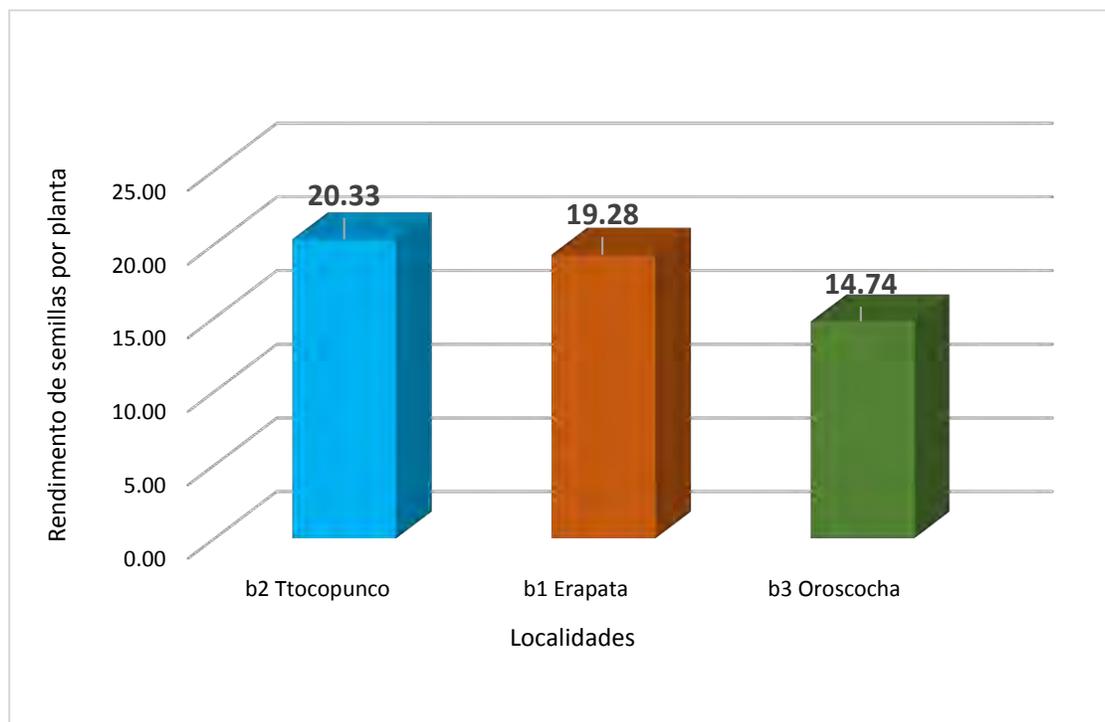
La prueba de Tukey para localidades indica que existen diferencias estadísticas entre las tres localidades, la localidad de Ttocopunco y Erapata, con 20.33 y 19.28 gramos por planta son

estadísticamente iguales y superiores a la localidad de Oroscocha con 14.74 gramos por planta .

Todo esto al 99% de probabilidades a favor. (tabla 85 y figura 25)

Figura 25.

Localidades combinaciones para rendimiento de semillas por planta



5.2.6. Peso de 100 semillas.

- Para Erapata:

Tabla 86.

Peso de 100 semillas (b1Erapata)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	25.60	24.20	28.80	22.30	100.90	25.23
Bloque-II	25.50	24.10	24.40	20.60	94.60	23.65
Bloque-III	24.80	22.00	20.20	18.80	85.80	21.45
Bloque-IV	25.30	24.30	22.60	19.50	91.70	22.93
Sumatoria	101.20	94.60	96.00	81.20	μ_{ij}	23.31
Promedio	25.30	23.65	24.00	20.30	$\sum Y_{ij}$	373.00

El peso de 100 semillas es de 23.31 gramos para la localidad de Erapata (tabla 86)

Tabla 87.

ANVA peso de 100 semillas (b1Erapata)

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	29.562500	9.854167	4.21	3.86	6.99	* NS
Tratamientos	3	54.447500	18.149167	7.76	3.86	6.99	**
Error	9	21.047500	2.338611				
Total	15	105.057500					

CV= 6.56

El análisis de varianza para el peso de 100 semillas, indica que para bloques es significativo solo al 95% de probabilidades a favor. Para los tratamientos es significativo al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 6.56 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 87)

Tabla 88.

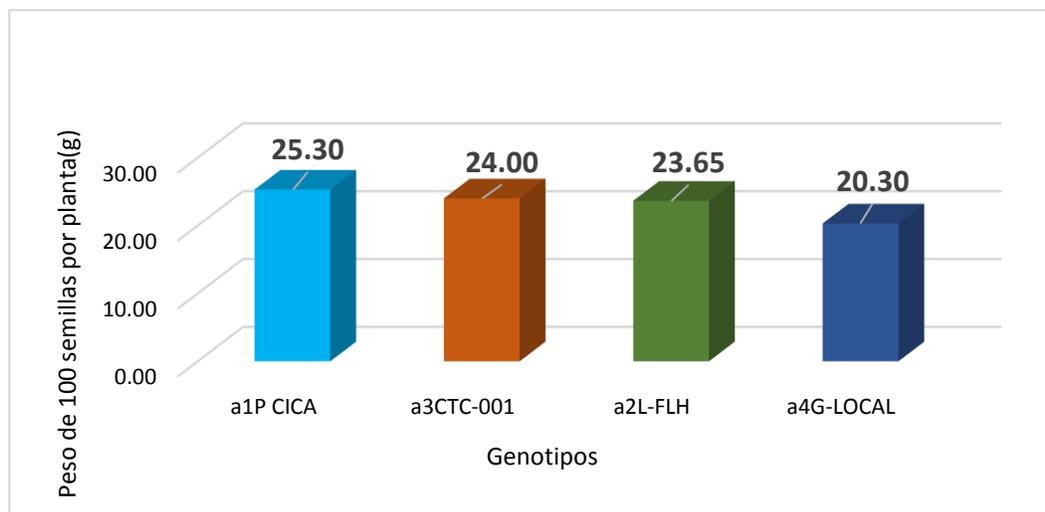
Tukey combinaciones para peso de 100 semillas localidad (b1Erapata)

OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₁ P CICA	25.30	a	a
II	a ₃ CTC-001	24.00	a	a b
III	a ₂ L-FLH	23.65	a c	a b
IV	a ₄ G-Local	20.30	c	b

ALS_{(T)(0.05)}= 3.23 **ALS_{(T)(0.01)}= 4.56**

La prueba de Tukey para peso de 100 semillas indica que el grupo formado por los genotipos Precoz CICA, CTC-001 y L-FLH con 25.30; 24.00 y 23.65 gramos por 100 semillas, respectivamente, son estadísticamente iguales entre si y superiores al grupo formado por CTC-001, L-FLH y G-LOCAL con 24.00; 23.65 y 20.30 gramos por 100 semillas, los cuales son estadísticamente iguales entre sí, e inferiores al grupo anterior todo esto al 99% de confianza (tabla 88 y figura 26)

Figura 26.

Combinaciones para peso de 100 semillas localidad b₁Erapata

- Para Ttocopunco:

Tabla 89.

Peso de 100 semillas (b₂Ttocopunco)

	a ₁ P CICA	a ₂ L-FLH	a ₃ CTC 001	a ₄ G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	21.70	21.80	23.50	21.50	88.50	22.13
Bloque-II	22.60	22.50	21.90	20.10	87.10	21.78
Bloque-III	23.00	20.90	21.50	21.70	87.10	21.78
Bloque-IV	22.40	22.70	22.60	20.20	87.90	21.98
Sumatoria	89.70	87.90	89.50	83.50	μ_{ij}	21.91
Promedio	22.43	21.98	22.38	20.88	$\sum Y_{ij}$	350.60

El peso de 100 semillas en promedio es de 21.91 gramos para la localidad de Ttocopunco (TABLA 79)

Tabla 90.

ANVA peso de 100 semillas (b₂Ttocopunco)

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	0.347500	0.115833	0.15	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	6.227500	2.075833	2.68	3.86	6.99	NS NS
Error	9	6.962500	0.773611				
Total	15	13.537500					

CV= 4.01

El análisis de varianza para peso de 100 semillas indica que es no significativa para bloques y para tratamientos al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 4.01 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 80)

- **Para Oroscocha:**

Tabla 91.

Peso de 100 semillas (b_3 Oroscocha)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G LOCAL	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	21.10	19.30	21.00	15.50	76.90	19.23
Bloque-II	17.10	17.70	20.90	19.10	74.80	18.70
Bloque-III	17.30	20.40	20.20	14.50	72.40	18.10
Bloque-IV	19.10	20.70	22.00	18.10	79.90	19.98
Sumatoria	74.60	78.10	84.10	67.20	μ_{ij}	19.00
Promedio	18.65	19.53	21.03	16.80	$\sum Y_{ij}$	304.00

El peso de 100 semillas es de 19.00 gramos para la localidad de Oroscocha (tabla 91)

Tabla 92.

ANVA peso de 100 semillas (b_3 Oroscocha)

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	7.605000	2.535000	0.95	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	37.355000	12.451667	4.68	3.86	6.99	* NS
Error	9	23.960000	2.662222				
Total	15	68.920000					

CV= 8.59

El análisis de varianza para el peso de 100 semillas, indica que para bloques es no significativa al 99 % de probabilidades a favor. Para los tratamientos es significativa solo al 95% de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 8.59 lo que nos indica la confiabilidad de los datos (tabla 92)

- **ANVA combinado:**

Tabla 94.**Tabla auxiliar peso de 100 semillas**

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
b ₁ Erapata	101.20	94.60	96.00	81.20	373.00	23.31
b ₂ Ttocopunco	89.70	87.90	89.50	83.50	350.60	21.91
b ₃ Oroscocha	74.60	78.10	84.10	67.20	304.00	19.00
Sumatoria	265.50	260.60	269.60	231.90	μ_{ij}	21.41
Promedio	22.13	21.72	22.47	19.33	ΣY_{ij}	1027.60

El promedio combinado peso de 100 semillas para las tres localidades y los 4 genotipos es de 21.41 gramos (tabla 94)

Tabla 95.**ANVA combinado peso de 100 semillas**

F de V	G L	SC	CM	FC	0.05	0.01	SIG
Localidades	2	154.881667	77.440833	40.23	3.35	5.49	* *
Rep/Loc	9	37.515000	4.168333				
Genotipos	3	72.828333	24.276111	5.78	2.96	4.6	* *
Gen/Loc	6	25.201667	4.200278	2.18	2.46	3.56	NS NS
Error	27	51.970000	1.924815				
Total	47	342.396667	7.285035				

ABOUT 3.441 ≤ 4

La prueba de About, indica que las varianzas son homogéneas, el valor determinado es igual a 3.44 valor inferior a 4 que es limite preestablecido.

El análisis de varianza combinado para peso de 100 semillas, indica que es significativo al 99% de confianza para localidades y genotipos, (tabla 95)

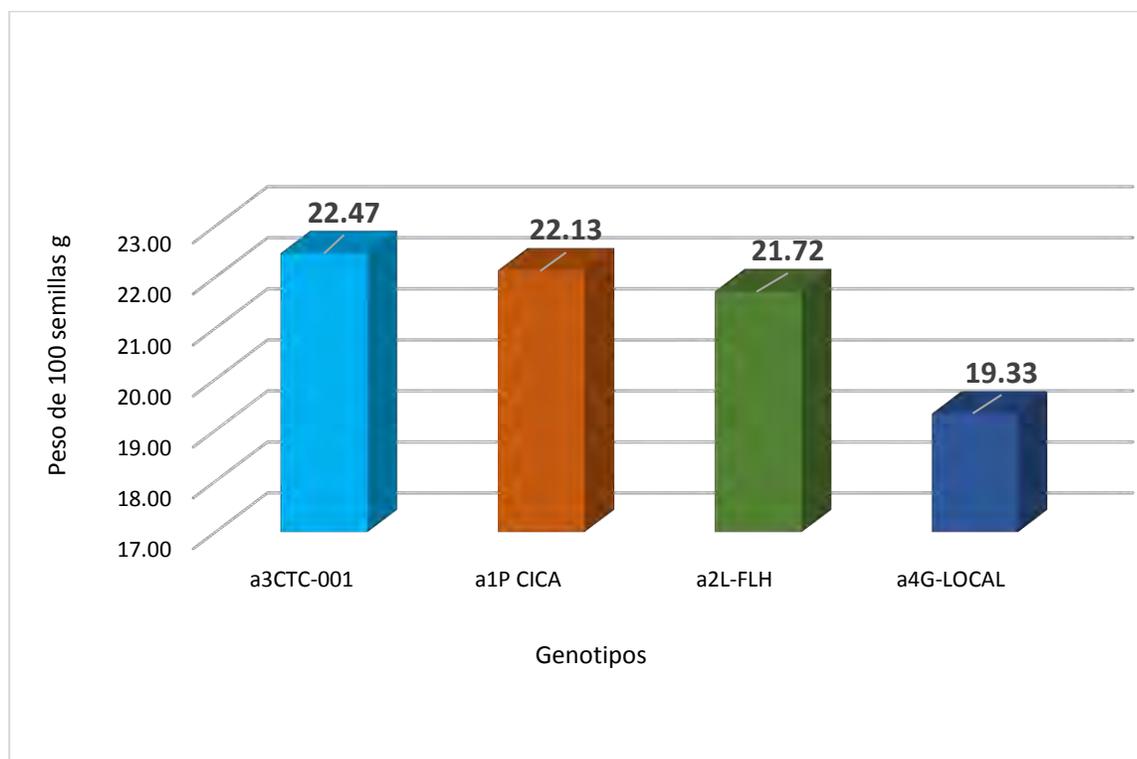
Tabla 97.

Tukey genotipos combinaciones para peso de 100 semillas

OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₃ CTC-001	22.47	a	a
II	a ₁ P CICA	22.13	a	a
III	a ₂ L-FLH	21.72	a	a
IV	a ₄ G-Local	19.33	c	c
ALS_{(T)(0.05)}= 1.55		ALS_{(T)(0.01)}=	1.94	

La prueba de Tukey para genotipos, indica que los genotipos CTC-001, Precoz CICA y L-FLH, con valores de 22.47; 22.13 y 21.72 gramos por 100 semillas, son estadísticamente iguales entre si y superiores al G-LOCAL que obtuvo un valor de 19.33 gramos por 100 semillas, todo esto con 99% de probabilidades a favor (tabla 97 y figura 29)

Figura 29.

Genotipos combinaciones para peso de 100 semillas

5.2.7. Rendimiento en toneladas por hectárea.

Tabla 98.

Rendimiento en toneladas por hectárea (b_1 Erapata)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	2,632	2.621	2.394	2.481	10.128	2.532
Bloque-II	2.696	2.225	2.109	2.433	9.463	2.366
Bloque-III	2.610	2.248	2.122	2.412	9.392	2.348
Bloque-IV	2.661	2.347	2.285	2.253	9.546	2.387
Sumatoria	10.599	9.441	8.910	9.579	μ_{ij}	2.408
Promedio	2.650	2.360	2.228	2.395	ΣY_{ij}	38.529

El rendimiento promedio de los genotipos en la localidad de Erapata fue de 2.408 tn/ha (tabla 98)

Tabla 99.

ANVA rendimiento en toneladas por hectárea (b_1 Erapata)

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	0.084893	0.028298	2.45	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	0.373916	0.124639	10.80	3.86	6.99	**
Error	9	0.103820	0.011536				
Total	15	0.562629					

CV= 4.46

El análisis de varianza nos indica que es no significativo para bloques al 99% de probabilidades a favor, para genotipos es significativo al 99% de probabilidades a favor (tabla 99)

Tabla 100.

Tukey combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea localidad (b_1 Erapata)

OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₁ P CICA	2.650	a	a
II	a ₄ G-Local	2.395	b	a b
III	a ₂ L-FLH	2.360	b	a b
IV	a ₃ CTC-001	2.228	b	b

ALS_{(T)(0.05)}= 0.23

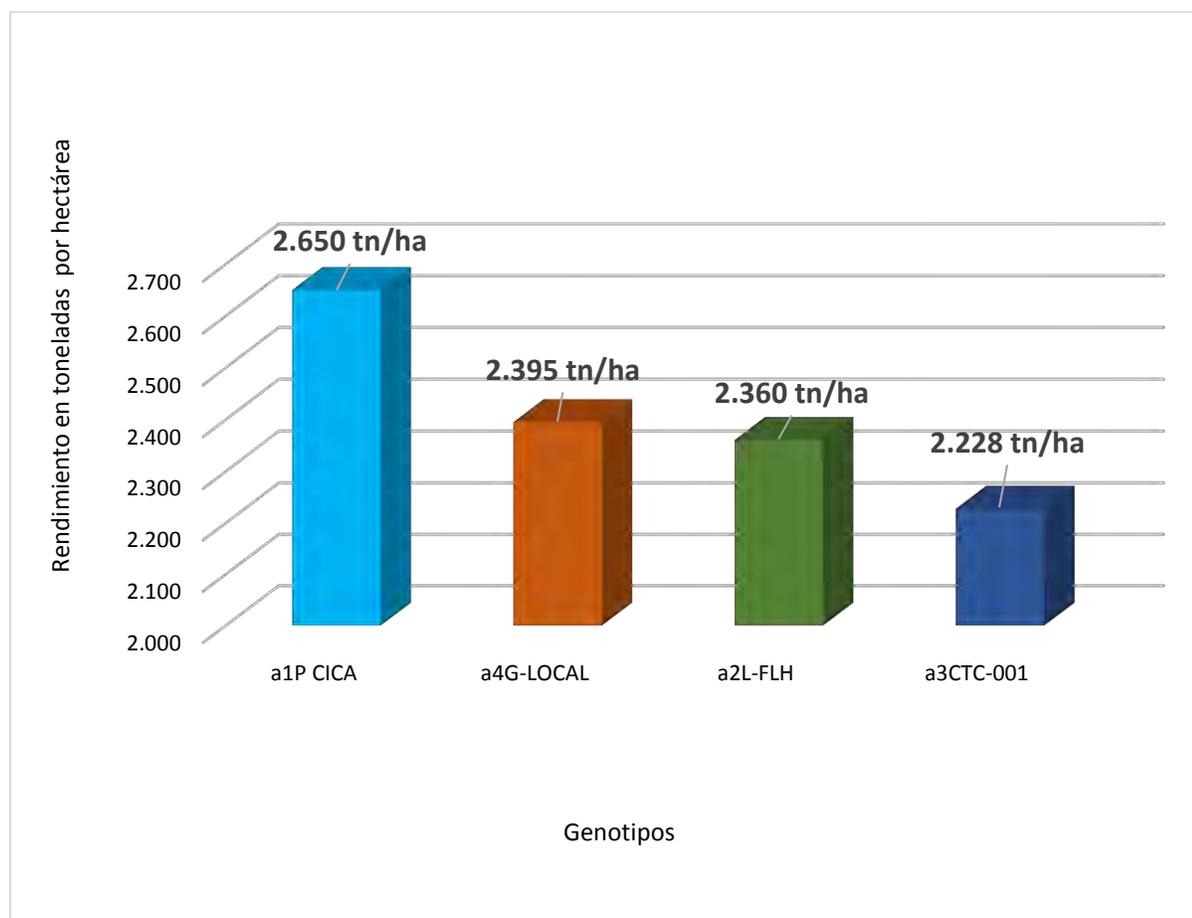
ALS_{(T)(0.01)}= 0.32

La prueba de Tukey para rendimiento en toneladas por hectárea indica que el genotipo Precoz CICA con un rendimiento de 2.650 tn/ha, ocupa el primer lugar y es estadísticamente superior al resto de genotipos, así mismo el grupo formado por el G-Local, L-FLH y CTC-001 con 2.395 tn/ha, 2.360 tn/ha y 2.228 tn/ha, son estadísticamente iguales entre si e inferiores al genotipo Precoz CICA, todo esto al 95% de confianza.

El grupo formado por PRECOZ CICA, G-Local y L-FLH con 2.650 tn/ha, 2.395 tn/ha y 2.360 tn/ha son estadísticamente iguales y superiores al grupo formado por G-Local, L-FLH y CTC-001 con 2.395 tn/ha, 2.360 tn/ha y 2.228 tn/ha, todo esto al 99% de confianza. (tabla N° 101 y figura 30)

Figura 30.

Combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea localidad b₁Erapata



- Para Ttocopunco:

Tabla 101.

Rendimiento en toneladas por hectárea (b_2 Ttocopunco)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	2.699	2.208	2.572	2.651	10.130	2.533
Bloque-II	2.356	2.319	2.405	2.921	10.001	2.500
Bloque-III	2.490	2.157	2.475	3.070	10.192	2.548
Bloque-IV	2.422	2.263	2.682	2.915	10.282	2.571
Sumatoria	9.967	8.947	10.134	11.557	μ_{ij}	2.538
Promedio	2.492	2.237	2.534	2.889	ΣY_{ij}	40.605

El rendimiento promedio de los genotipos es de 2.538 tn/ha para la localidad de Ttocopunco (tabla 101)

Tabla 102.

ANVA rendimiento en toneladas por hectárea (b_2 Ttocopunco)

F de V	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	0.010446	0.003482	0.15	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	0.865149	0.288383	12.66	3.86	6.99	**
Error	9	0.205018	0.022780				
Total	15	1.080612					

CV= 5.95

El análisis de varianza para rendimiento en toneladas por hectárea, nos indica que para bloques es no significativo al 99% de probabilidades a favor, mientras que para tratamientos es significativo al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 5.95 lo que nos indica la alta confiabilidad de los datos (tabla 102)

Tabla 103.

Tukey combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea localidad (b_2 Ttocopunco)

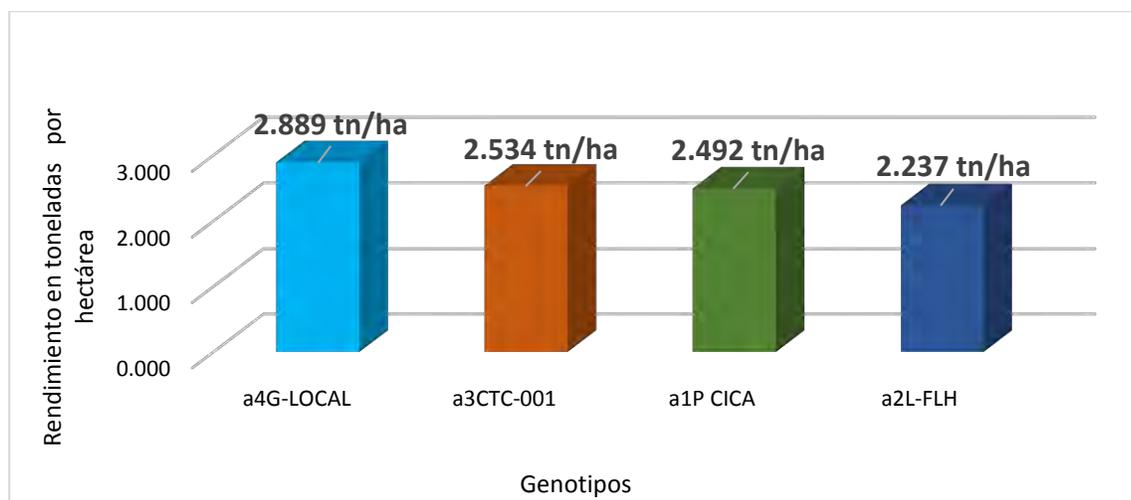
OM	Genotipos	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	a ₄ G-Local	2.889	a	a
II	a ₃ CTC-001	2.534	b	a b
III	a ₁ P CICA	2.492	b	a b
IV	a ₂ L-FLH	2.237	b	b

ALS_{(T)(0.05)}= 0.32 **ALS_{(T)(0.01)}= 0.45**

La prueba de Tukey al 95% de confianza nos indica que el genotipo G-Local ocupa el primer lugar con un rendimiento de 2.889 tn/ha y es estadísticamente superior al resto de genotipos, así mismo los genotipos CTC-001, Precoz CICA y L-FLH cuyos promedios son 2.534 tn/ha, 2.492 tn/ha y 2.237 tn/ha, son estadísticamente iguales entre sí, e inferiores al genotipo G-Local.

La prueba de Tukey al 99% de confianza indica que los tratamientos G-Local, CTC-001 y Precoz CICA, cuyos promedios son 2.889 tn/ha; 2.534 tn/ha y 2.492 tn/ha respectivamente son estadísticamente iguales entre si y superiores al grupo formado por CTC-001, Precoz CICA y L-FLH cuyos promedios son 2.534 tn/ha, 2.492 tn/ha y 2.237 tn/ha, todo esto con un 99% de probabilidades a favor (tabla 104 y figura 31)

Figura 31.

Combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea localidad b_2 Ttocopunco

- Para Oroscocha:

Tabla 104.

Rendimiento en toneladas por hectárea (b_3 Oroscocha)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
Bloque -I	1.954	1.813	1.819	1.921	7.507	1.877
Bloque-II	1.908	1.766	1.936	1.712	7.322	1.831
Bloque-III	1.771	1.666	1.877	1.631	6.945	1.736
Bloque-IV	2.100	1.947	1.818	1.910	7.775	1.944
Sumatoria	7.733	7.192	7.450	7.174	μ_{ij}	1.847
Promedio	1.933	1.798	1.863	1.794	ΣY_{ij}	29.549

El rendimiento promedio es de 1.847 tn/ha, para la localidad de Oroscocha (tabla 105)

Tabla 105.

ANVA rendimiento en toneladas por hectárea (b_3 Oroscocha)

F de V	GL	SC	CM	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	SIG
Bloques	3	0.091133	0.030378	3.54	3.86	6.99	NS NS
Tratamientos	3	0.051770	0.017257	2.01	3.86	6.99	NS NS
Error	9	0.077302	0.008589				
Total	15	0.220204					

CV= 5.02

El análisis de varianza para rendimiento en toneladas por hectárea indica que para bloques y tratamientos es no significativa tanto al 95% como al 99 % de probabilidades a favor. El coeficiente de variabilidad fue de 5.02 lo que nos indica la alta confiabilidad de los datos (tabla 105)

ANVA combinado

Tabla 106.

Cuadro auxiliar rendimiento en toneladas por hectárea

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	Sumatoria	Promedio
b ₁ Erapata	10.599	9.441	8.910	9.579	38.529	2.408
b ₂ Ttocopunco	9.967	8.947	10.134	11.557	40.605	2.538
b ₃ Oroscocha	7.733	7.192	7.450	7.174	29.549	1.847
Sumatoria	28.299	25.580	26.494	28.310	μ_{ij}	2.264
Promedio	2.358	2.132	2.208	2.359	ΣY_{ij}	108.683

Tabla 107.**ANVA combinado rendimiento en toneladas por hectárea**

F de V	G L	SC	CM	FC	0.05	0.01	SIG
Localidades	2	4.316361	2.158180	150.91	3.35	5.49	**
Rep/Loc	9	0.186472	0.020719				
Genotipos	3	0.463276	0.154425	1.12	2.96	4.6	NS NS
Gen/Loc	6	0.827558	0.137926	9.64	2.46	3.56	**
Error	27	0.386139	0.014301				
Total	47	6.179806	0.131485				
ABOUT	2.652	≤ 4					

La prueba de About, indica que las varianzas son homogéneas, el valor determinado por el cociente es igual a 2.65 valor inferior a 4 al límite preestablecido.

El análisis de varianza combinado para rendimiento en kilogramos por hectárea, nos indica que es significativo para localidades al 99% de probabilidades a favor, para genotipos es no significativo al 99% de probabilidades a favor, sin embargo, es significativo para la interacción entre genotipos por localidades, al 99% de probabilidades a favor, (tabla 107)

Tabla 108.**Tukey localidades combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea**

OM	Localidades	Promedios	Tukey	
			0.05	0.01
I	b ₂ Ttocopunco	2.538	a	a
II	b ₁ Erapata	2.408	b	b
III	b ₃ Oroscocha	1.847	c	c

$$ALS_{(T)(0.05)} = 0.10$$

$$ALS_{(T)(0.01)} = 0.13$$

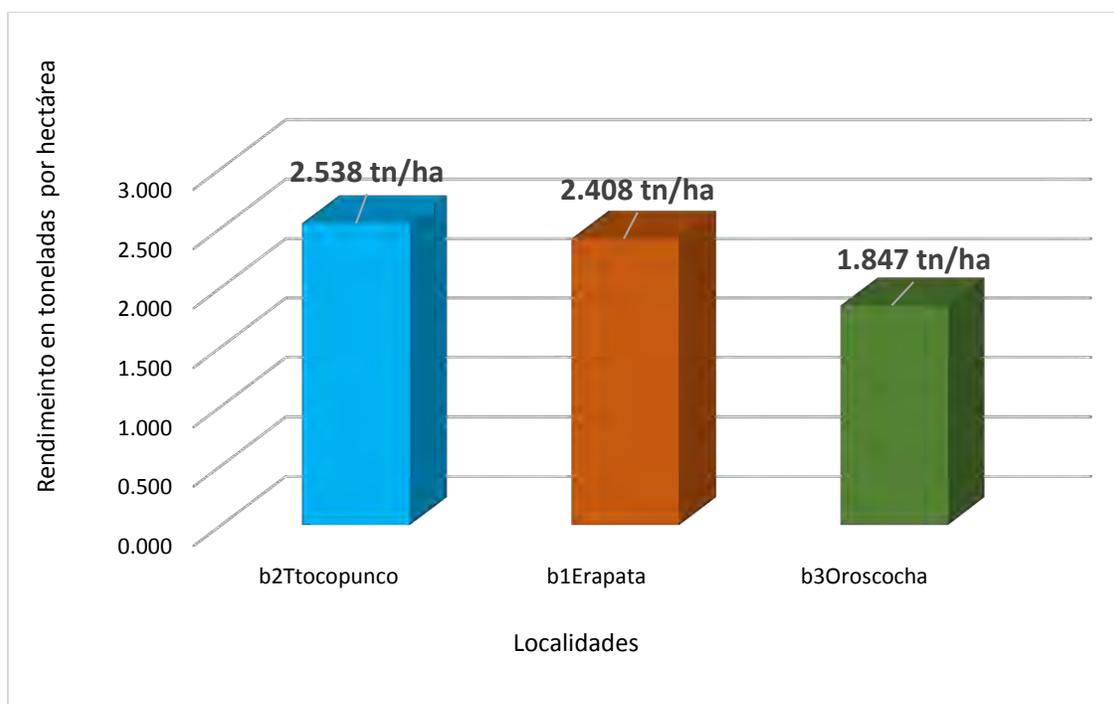
La prueba de Tukey para localidades, nos indica que existen diferencias estadísticas entre las tres localidades tanto al 95% como al 99% de probabilidades a favor. La localidad de Ttocopunco con una altitud de 3507 msnm, ocupa el primer lugar con un rendimiento de 2.538 tn/ha, siendo

superior al resto de localidades, la localidad de Erapata con una altitud de 3164 msnm, ocupa el segundo lugar con un rendimiento de 2.408 tn/ha siendo estadísticamente inferior a la localidad de Ttocopunco y superior a la localidad de Oroscocha.

Finalmente la localidad de Oroscocha con una altitud de 3728 msnm, ocupa el tercer lugar con un rendimiento de 1.847 tn/ha siendo estadísticamente inferior al resto de localidades (tabla 108 y figura 32). En el banco de germoplasma del CICA, **Quico (2012)** obtuvo para 93 líneas un promedio de 1.904 tn/ha, con un valor mínimo de 0.500 tn/ha y un máximo de 3.500 tn/ha, es decir los valores obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro del rango de variabilidad encontrado por Quico.

Figura 32.

Localidades combinaciones para rendimiento en toneladas por hectárea



Para genotipos, el ANVA combinado nos indica que no es significativo, no hay diferencias estadísticas entre genotipos.

5.3. Procesamiento, análisis e interpretación de parámetros de estabilidad para rendimiento en grano.

Tabla 109.

Promedios de genotipos por localidades (tn/ha)

	a₁P CICA	a₂L-FLH	a₃CTC 001	a₄G Local	∑Y.j	lj
b ₁ Erapata	2.650	2.360	2.228	2.395	9.633	0.144
b ₂ Ttocopunco	2.492	2.237	2.534	2.889	10.152	0.274
b ₃ Oroscocha	1.933	1.798	1.862	1.794	7.387	-0.418
∑Yi.	7.075	6.395	6.624	7.078	27.172	
Promedio	2.358	2.132	2.208	2.359		

Donde:

i = 1, 2, 3, ... V_i Variedades

j = 1, 2, 3, ... n_i Localidades

Tabla 110.

Estimación del índice ambiental de las tres localidades

$I_j = \left(\sum_{i=1}^4 \frac{y_{ij}}{v} \right) - \frac{\sum y_{ij}}{vn} =$	
Erapata (3164 msnm)	0.143917
Ttocopunco (3507 msnm)	0.273667
Oroscocha (3728 msnm)	-0.417583

El índice ambiental indica que en las localidades de Erapata y Ttocopunco el ambiente es favorable para el desarrollo de los cuatro genotipos, mientras que en la localidad de Oroscocha, el ambiente fue desfavorable. Los genotipos en evaluación muestran respuesta productiva negativa a mayor altura. (tabla 111)

Tabla 111.

Estimación del Coeficiente de regresión (β_i)

$\beta_i = \left(\sum_{j=1}^3 Y_{ij} I_j \right) / \sum_{j=1}^3 I_j^2 =$	
P. CICA	0.948846 NS
L. FLH	0.744555 NS
CTC-001	0.874773 NS
G. LOCAL	1.430326 NS

Donde significación de β_i :

$F = CM_2/CM_3 = 0.023902/0.033642 = 0.710471$. Los cuatro genotipos son superiores a este valor (Igual resultado se obtiene con la prueba de t), no alcanzan significación con $\alpha = 0.05$. Los valores de los coeficientes de regresión para los cuatro genotipos son muy cercanos a uno, por lo tanto, se consideran iguales a uno, dentro de la amplitud al 95% de confianza, para efectos de las conclusiones.

Tabla 112.

ANVA para parámetros de estabilidad

F de Variación	G L	S C	CM	Fc	Ft		SIG.
					0.05	0.01	
Total	15	1.402721					
Genotipos	3	0.115905	0.038635	2.7	2.96	4.60	NS
Ambiente (GenxAmb)	8	1.286222	0.160778	11.24	2.31	3.26	**
Ambiente (Lineal)	1	1.079944	1.079944	75.52	4.21	7.60	**
GenxAmbiente(Lineal)	3	0.071705	0.023902	1.67	2.96	4.60	NS
Desviación Conjunta	4	0.134573	0.033642	2.35	2.73	4.11	NS
P. CICA	1	0.040779	0.040779	2.85	4.21	7.60	NS
L. FLH	1	0.024898	0.024898	1.74	4.21	7.60	NS
CTC-001	1	0.023535	0.023535	1.64	4.21	7.60	NS
G. LOCAL	1	0.049085	0.049085	3.43	4.21	7.60	NS
Error conjunto	27	0.386139	0.014301				

Tabla 113.

Estimación de suma de cuadrados para los genotipos de tarwi

ESTIMADORES	GENOTIPOS			
	P. CICA	L. FLH	CTC-001	G. LOCAL
$\sigma_{\bar{Y}_i}^2 = \sum_j Y_{ij}^2 - \left(\frac{Y_i^2}{n}\right)$	0.283845	0.174565	0.230117	0.601421
b_i	0.948846	0.744555	0.874773	1.430326
$\sum_{j=1}^3 Y_{ij} I_j$	0.25617	0.201016	0.236155	0.386161
$b_i \sum_{j=1}^3 Y_{ij} I_j$	0.243066	0.149667	0.206582	0.552336
$\sigma_{\bar{Y}_i}^2 - b_i \sum_{j=1}^3 Y_{ij} I_j$	0.040779	0.024898	0.023535	0.049085

Tabla 114.

Parámetros de estabilidad por genotipos

Genotipos	Rendimiento promedio tn/ha	b_i	$S_{d_i}^2$
P. CICA	2.358	0.948846 NS	0.037203 *
L. FLH	2.132	0.744555 NS	0.021322 *
CTC-001	2.208	0.874773 NS	0.019963 *
G. LOCAL	2.359	1.430326 NS	0.045510 *

Significación para $S_{d_i}^2$:

$F_c = \sigma_{v_i}^2 / \text{error conjunto} =$ Estos valores de F_c , son muy superiores para los cuatro genotipos, por lo tanto alcanzan significación estadística con $\alpha = 0.05$. Por ser los valores bajos muy cercanos a cero, los valores se consideran iguales a cero.

La interpretación de los parámetros de estabilidad para los cuatro genotipos, se realiza según la propuesta de Carballo y Márquez de 1970 (Ver página 37, tabla 13 de metodología)

Tabla 115.

Interpretación de los parámetros de estabilidad para los cuatro genotipos

Genotipos	Categoría	Situación	Adaptación	Descripción
P. CICA	A	$\beta_i = 1$	$S_{d_i}^2 = 0$	Variedad estable
L. FLH	A	$\beta_i = 1$	$S_{d_i}^2 = 0$	Variedad estable
CTC-001	A	$\beta_i = 1$	$S_{d_i}^2 = 0$	Variedad estable
G. LOCAL	A	$\beta_i = 1$	$S_{d_i}^2 = 0$	Variedad estable

Los cuatro genotipos alcanzan la condición de variedades estables. Esto indica que la capacidad productiva de los cuatro genotipos es la misma en los diferentes ambientes. Cuando el ambiente mejora la respuesta de rendimiento tiende a mejorar y cuando el ambiente es negativo los genotipos tienden a menor rendimiento, situación que se observa en las gráficas. Esta respuesta es explicada, por la alta variabilidad intraespecífica del tarwi que es tetraploide. El compuesto Precoz-CICA y el G-Local o testigo muestran cierta superioridad de rendimiento por ser poblaciones de individuos heterogéneas y heterocigotas, mientras que las líneas FLH y CTC-001

son líneas puras, y muestran mejor adaptación en la zona media del índice ambiental que es Ttocopunco (tabla 116).

Tabla 116.

Respuesta de rendimiento de grano por ambientes

Ambientes	P. CICA	L. FLH	CTC-001	G. LOCAL
Erapata	2.650	2.360	2.228	2.395
Ttocopunco	2.492	2.237	2.534	2.889
Oroscocha	1.933	1.798	1.862	1.794

Figura 33.

Respuesta de rendimiento de grano por ambientes

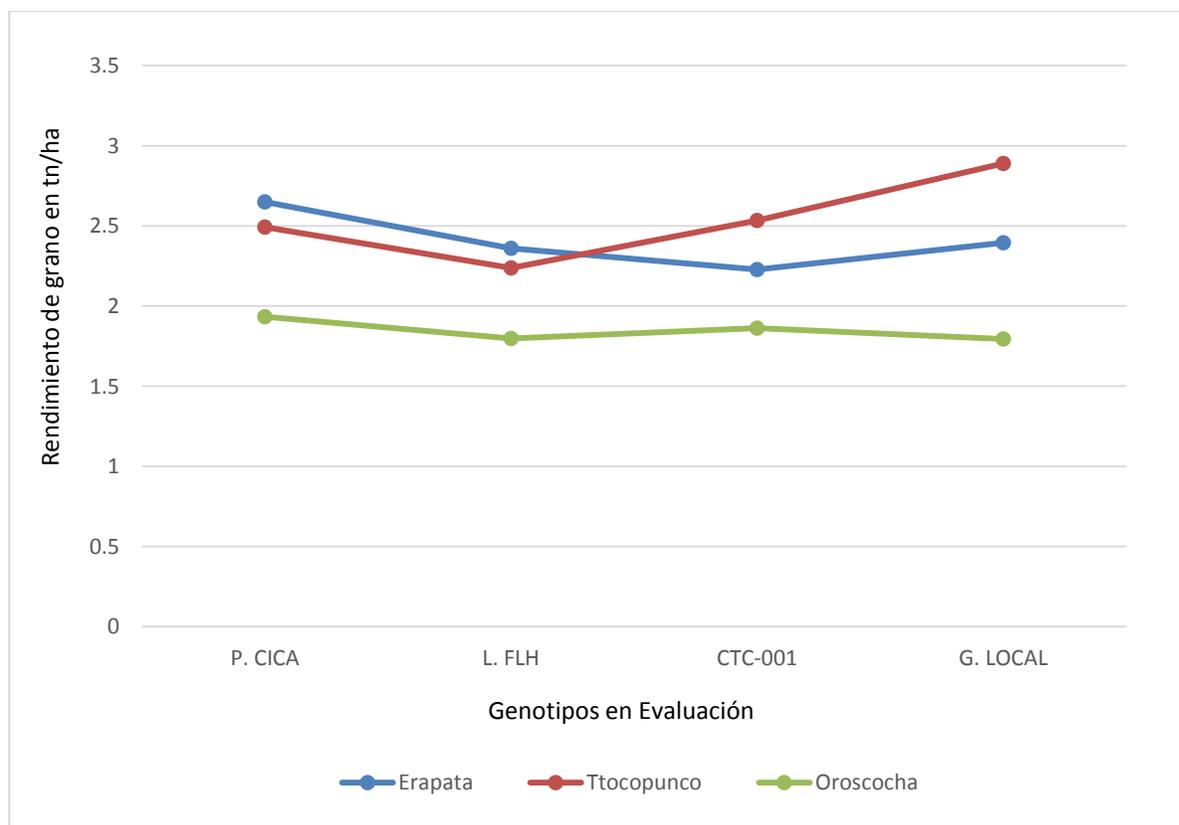
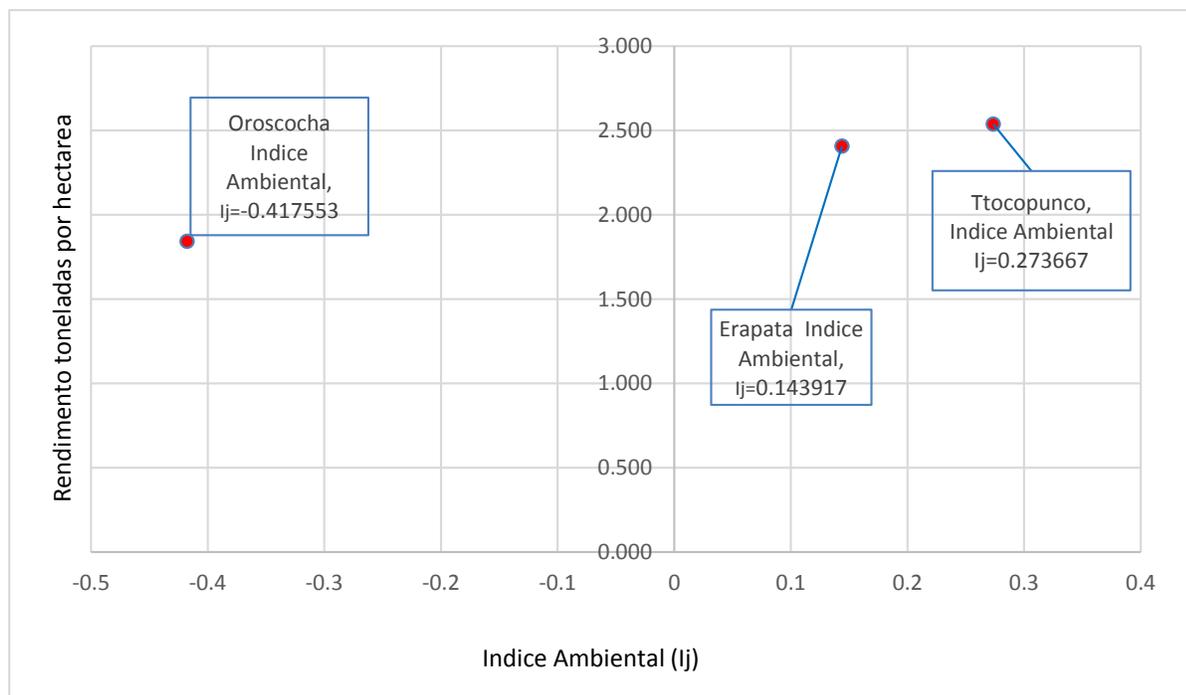


Figura 34.

Respuesta de los genotipos a los cambios ambientales

VI. CONCLUSIONES

A partir de las investigaciones realizadas y siendo este trabajo el primero en estabilidad productiva para el cultivo de tarwi, se concluye que:

- En cuanto a la estabilidad productiva de tres genotipos mejorados y un testigo local de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota. Se ha establecido que los cuatro genotipos, Compuesto Precoz CICA, G-Local, Línea-FLH y CTC-001, alcanzan la condición de variedades estables. Es decir cuando las condiciones ambientales mejoran la respuesta de rendimiento de los genotipos tiende a mejorar y cuando las condiciones ambientales son negativas los genotipos tienden a menor rendimiento.
- Se ha registrado que las fases fenológicas en promedio de los cuatro genotipos en las tres localidades son similares, con un promedio de 183 días de ciclo fenológico desde la siembra, existiendo tendencia a precocidad en la localidad de Erapata con un promedio de 171 días de ciclo fenológico para los cuatro genotipos con una altitud de 3164 msnm, con una textura de suelo franco y en la de zona de vida de bosque seco Montano Bajo Sub Tropical (bs-MBS) y existe tendencia a maduración tardía en el ambiente de Oroscocha con 203 días de ciclo fenológico para los cuatro genotipos desde la siembra, con una altitud de 3728 msnm, con una textura de suelo franco arenoso. En la zona de vida de bosque húmedo Montano Sub Tropical (bh-MS). Se ha determinado que las fases fenológicas para los genotipos son estables en las tres localidades con un promedio de 183 días de ciclo fenológico para los cuatro genotipos, señalando que el G-Local muestra tendencia a precocidad en las diferentes fases fenológicas de las tres localidades con un ciclo fenológico de 168 días. Así mismo el genotipo Precoz CICA muestra tendencia intermedia en las diferentes fases fenológicas con un ciclo fenológico de 192 días en promedio.
- Para la evaluación de longitud de inflorescencia, la prueba de Tukey para localidades, nos indica que existen diferencias estadísticas entre las tres localidades al 99% de probabilidades a favor, así mismo la localidad de Oroscocha, con una altitud de 3728 msnm, ocupa el primer

lugar con una longitud de inflorescencia con promedio de 43.10 centímetros. La prueba de Tukey para genotipos indica que el grupo formado por los genotipos L-FLH, Precoz CICA y CTC-001 con promedios de 34.33; 33.39 y 32.65 centímetros de longitud de inflorescencia respectivamente, son estadísticamente iguales entre sí y superiores al G-Local, que tiene un promedio de 28.96 centímetros de longitud de inflorescencia, todo esto con un 99% de probabilidades a favor.

- Para la evaluación número de vainas por planta, la prueba de Tukey para localidades nos indica que existen diferencias estadísticas al 99% de probabilidades a favor, la localidad de Ttocopunco, tiene el mayor número de vainas por planta, con un promedio de 22.29 que es estadísticamente superior al resto de localidades con 99% de probabilidades a favor. Para genotipos, el ANVA combinado nos indica que no es significativo, no hay diferencias estadísticas entre genotipos.
- Para la evaluación de número de semillas por planta, la prueba de Tukey para localidades indica que existen diferencias estadísticas entre las tres localidades al 99% de probabilidades a favor, la localidad de Ttocopunco con una altitud de 3507 msnm ocupa el primer lugar, con un promedio de 28.72 semillas por planta. La prueba de Tukey para genotipos indica que existen diferencias estadísticas entre el G-Local y el resto de genotipos al 99% de probabilidades a favor, el G-Local es superior al resto de genotipos con un promedio 28.37 semillas por planta.
- Para la evaluación del número de ramas primarias por planta, la prueba de Tukey para localidades nos indica que existen diferencias estadísticas entre las tres localidades al 99% de probabilidades a favor, la localidad de Oroscocha, tiene el mayor número de ramas por planta, con 10.68 ramas en promedio por planta es estadísticamente superior al resto de localidades. La prueba de Tukey para genotipos indica que el genotipo Precoz CICA, con un promedio de número de ramas primarias por planta de 11.87 es estadísticamente superior al resto de genotipos.

- Para la evaluación de rendimiento de semillas por planta, la prueba de Tukey para localidades indica que existen diferencias estadísticas entre las tres localidades al 99% de probabilidades a favor, la localidad de Ttocopunco, con 20.33 gramos es estadísticamente igual a la localidad de Erapata que ocupa el segundo lugar con 19.28 gramos, y ambos son superiores a la localidad de Oroscocha con 14.74 gramos, todo esto al 99% de probabilidades a favor. Para genotipos, el ANVA combinado es no significativo.
- Para la evaluación de peso de 100 semillas por planta, la prueba de Tukey para localidades al 99% de confianza indica que la localidad de Erapata, con 23.31 gramos por 100 semillas por planta, es estadísticamente igual a Ttocopunco con 21.91 gramos por 100 semillas y ambas son superiores a la localidad de Oroscocha con 19.00 gramos por 100 semillas. La prueba de Tukey para genotipos indica que los genotipos CTC-001, Precoz CICA y L-FLH con valores de 22.47; 22.13 y 21.72 gramos por 100 semillas, son estadísticamente iguales entre si y superiores al genotipo G-Local con un valor de 19.33 gramos por 100 semillas, todo esto con 99% de probabilidades a favor.
- Para la evaluación de rendimiento en toneladas por hectárea, la prueba de Tukey para localidades nos indica que existen diferencias estadísticas entre las tres localidades al 99% de probabilidades a favor, la localidad de Ttocopunco con una altitud de 3507 msnm, y suelo de textura franco, zona de vida bosque húmedo Montano Sub Tropical, ocupa el primer lugar produce el mayor rendimiento con un valor de 2.538 tn/ha, la localidad de Erapata con una altitud de 3164 msnm, y suelo de textura franco, zona de vida bosque seco Montano Bajo Sub Tropical, ocupa el segundo lugar con un rendimiento de 2,408 tn/ha y finalmente la localidad de Oroscocha con una altitud de 3728 msnm, y suelo de textura franco arenoso, zona de vida bosque húmedo Montano Sub Tropical, ocupa el tercer lugar con un rendimiento de 1.847 tn/ha. Para genotipos con un rendimiento promedio de 2.264 tn/ha, el ANVA combinado nos indica que no es significativo, no hay diferencias estadísticas entre genotipos.

RECOMENDACIONES

Tomando como referencia las conclusiones del presente trabajo de investigación se recomienda lo siguiente:

- Repetir el trabajo desarrollado en otros pisos altitudinales de otras cuencas de la región utilizando los mismos genotipos.
- Efectuar la siembra del compuesto Precoz CICA y las líneas L-FLH y CTC-001 en altitudes de 3200 a 3728 msnm, utilizando diferentes niveles de abonamiento, para evaluar el rendimiento de grano.
- Efectuar trabajos de investigación en prevención y control de antracnosis y roya en tarwi en diferentes pisos altitudinales.
- Realizar estudios de la concentración de proteínas y aceites en los granos de tarwi a diferentes pisos altitudinales.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez, A., Céspedes, E. (2001)** *Fitomejoramiento General*. Ediciones PIKA-CICA-FAZ-UNSAAC.
- Aucapure, A. (1997)** *Estimación de Parámetros de Estabilidad para Rendimiento en Cuatro Líneas y dos Variedades de Kiwicha (Amarantus caudatus L.)*. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo UNSAAC. Cusco, Perú.
- Aybar Camacho, C.;lavado Casimiro, W.;Sabino, E.;Ramírez,S.; Huerta, J. & Felipe Obando, O. (2017)**. Atlas de zonas de vida del Perú-Guia explicativa, Servicio Nacional de Metereología e Hidrología del Perú (SENAMHI) Dirección de Hidrología.
- Blanco, O. (1980)** *Variedad Genetica en Tarwi (Lupinus mutabilis Sweett)*. En primer Congreso Internacional de Lupinus Lima Perú.
- Blanco, O. (1974)** *Investigaciones Agrícolas en tarwi en la Universidad Nacional del Cuzco*. Lima Perú.
- Camarena, F. (1997)** Cultivo de tarwi. IX Congreso Internacional de Cultivos Andinos “Oscar Blanco Galdos”, *Resúmenes Pre Congreso* (p.104). Cusco. Perú.
- Camarena, F.,Huaranga. A. Jimenes J. Mostacero E. (2012)**. *Revalorización de un Cultivo Sub utilizado: Chocho o Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet)*. Edita CONCYTEC La Molina.
- Carballo C.A.; Marquez, S.F. (1970)**. *Comparación de variedades de maíz del Bajío y de la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad*. *Agrociencia* 5(1) : 129-146
- Chacón, L. (1987)**. *Evaluación Agrobotánica de 86 Entradas del Germoplasma de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) De la Colección Tarwi Cusco (CTC)*. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo UNSAAC. Cusco, Perú.
- Chimonio, V., Mutengwa, C., Chiduza, C. (2014)** *Genotype x enviroment interactions and yiel stability of stress-tolerant openpollinated maize varieties in the Eastern Cape province, South Africa*. *South African Journal of Plant and Soil* 31(2): 61-68

- CICA. (2016).** *Expediente Técnico del Compuesto de Tarwi "Precoz-CICA"* Programa de Conservación y Mejoramiento Genético de Tarwi-CICA.
- Cronquist, A. (1986).** *Introducción a la Botánica* Segunda Edición Editorial Continental
- Cubero, J. I. (2003)** *Introducción a la Mejora Genética Vegetal*. Ediciones Mundi-Prensa Libros s.a. Castelió, 37-28001 Madrid.
- Delgado de la Flor, F., Sánchez, H. (1981)** *Genética Avanzada*. Centro de la Informática para la Investigación Agrícola. La Molina pag (84-94)
- Eberhart, S. A. And Russell. W. A. (1966).** *Stability Parameters for comparing Varieties*. Crop Science January-February pag (36-40)
- Geo GPS Perú (2015).** *Mapa de zonas de vida –INRENA-ONERN-MINAM-ONLINE*, disponible en:<https://www.geogpsperu.com/2015/10/mapa-de-zonas-de-vida-onern-online.html>.
- Gonzales, J. F. (1995)** *Estimación de Parámetros de Estabilidad para Rendimiento en Tres Líneas y Tres Cultivares de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd)*. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo UNSAAC. Cusco, Perú.
- Hanson, W. D. (1970).** *Genotypic stability*. Theoretical and Applied Genetics, 40(5): 226-231.
- Huamán F, G. (1999)** *Selección y caracterización de entradas precoces de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) Bajo condiciones de Kayra*. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo UNSAAC. Cusco, Perú.
- INIA. (2007).** *Los cultivos Nativos en las Comunidades del Perú*. Proyecto Perú Conservación in situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres Lima Perú.
- INIA. Hoja divulgativa 03 (2014).** *Plagas y Enfermedades de Tarwi*. Dirección de Investigación y Extensión Agraria, Ministerio de Agricultura y Riego, Estación Experimental Santa Ana - Huancayo.
- INIA. Hoja divulgativa 01 (2014).** *Manejo Agronómico del Tarwi*. Dirección de Investigación y Extensión Agraria, Ministerio de Agricultura y Riego, Estación Experimental Santa Ana - Huancayo.

- Jacobsen S.E. y Mujica A. (2006)** *El Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet.) y sus parientes silvestres*. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 458-482
- Laing, D.R. (1978)**. *Adaptabilidad y Estabilidad en el Comportamiento de Plantas de Frijol Común*. ONLINE http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/36342.pdf
- Lescano, J. L. (1994)**. *Genética y mejoramiento de cultivo altoandinos*. Convenio INADE/PELT-COTESU. Producciones CIMA. La Paz, Bolivia.
- MIDAGRI. (2016)**. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera*. Sistema Integrado de Estadística Agraria SIEA. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/publicacion/boletines-anuales/4-agricola>
- MINSA.(2012)**. *Informe Gerencial SIEN GIS*. Estado nutricional de Niños y Gestantes que acceden a Establecimientos de Salud.
- Morales S, I.V.(2016)** *Evaluación de un Compuesto Precoz de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet), En Tres Epocas de Siembra en dos Pisos Altitudinales*. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo UNSAAC. Cusco, Perú.
- Pérez R,J., Zamora D, M., Mejia C,J., Hernandez L,A., y Solano H,S. (2015)**. *Estabilidad del rendimiento de grano de cebada maltera en el Bajío, México*. Chilean J. Agric. Anim, Sci., ex Agro-Ciencia 31(3): 12-19. ISSN 0719-3890 online.
- Quico S, L.M.(2012)** *Evaluación y Selección de Noventa y Tres Líneas de Tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) Para Rendimiento de Grano Bajo Condiciones de K'ayra-Cusco*. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo UNSAAC. Cusco, Perú.
- Socias, R., Company, M.J., Cabetas, R., Garcés C.A., Mallor, C., Álvarez, J.M. (2014)**. *La Obtención de variedades: desde la mejora clásica hasta la mejora molecular*. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón(CITA), INO Reproducciones S.A.

- Sallo H, G.** (1995) *Estimación de Parámetros de Estabilidad Para Rendimiento de Cinco Cultivares de Maiz (Zea mays L.) en tres Ambientes de Kayra*. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo UNSAAC. Cusco, Perú.
- Tapia M. E. & Fries A.M.** (2007). *Guía de Campo de los Cultivos Andinos*. FAO- ANPE PERU
- Tapia, M. E.** (2015). *El Tarwi Lupino Andino*. FIP Financia fondo Ítalo Peruano.
- Vásquez V, A., Mejía M, A., Faustino M, J., Terán A, R., Vásquez R, I., Díaz R, J., Vásquez R, I., Castro A, A., Tapia M, M., & Alcántara R, J** (2010). *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Fondo Editorial -UNALM. 2016.
- Vitorino F, B.** (2010). *Fertilidad de Suelos y Abonamiento*. Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Departamento Académico de Agricultura. Cusco – Perú.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACION				
VARIABLES				
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS	HIPOTESIS INDEPENDIENTE	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL		
¿En qué medida las condiciones ambientales a diferentes altitudes influyen en la estabilidad productiva del tarwi <i>Lupinus mutabilis</i> ?	Evaluar la estabilidad productiva de tres genotipos mejorados y un testigo local de tarwi <i>Lupinus mutabilis</i> en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota.	La estabilidad productiva de los genotipos de tarwi, Variedad Compuesto Precoz CICA, Línea FLH, Línea Precoz CTC-001, y G-Local, es influenciado por el ambiente según la altitud.		TIPC: Demostrativo , explicativo NIVEL: Experimental, factorial 4X3B POBLACION: Parcelas sembradas con 4 genotipos de tarwi. MUESTRAS: 48 parcelas experimentales 12 tratamientos con 4 repeticiones TECNICA DE ANALISIS: Estadístico, factorial y parámetros de estabilidad.
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS		
¿Es posible que el cambio de ambiente podría modificar el tiempo que transcurre la fenología de los genotipos en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota?	Registrar el tiempo que dura la fenología de los genotipos en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota.	El tiempo que dura la fenología de los genotipos de tarwi, variedad Compuesto Precoz CICA, Línea FLH, Línea Precoz CTC-001, y G-Local, es modificado en sus tiempos de ocurrencia según los ambientes favorables y desfavorables.	Condiciones ambientales en tres diferentes pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota	Respuesta del desarrollo fenológico de los genotipos en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota
¿En qué medida los componentes de rendimiento primario como longitud de inflorescencia, número de vainas por planta, número de semillas por planta, número de ramas primarias por planta, rendimiento de semillas por planta, peso de 100 semillas y rendimiento de grano por hectárea, en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota?	Evaluar los componentes de rendimiento primario como longitud de inflorescencia, número de vainas por planta, número de semillas por planta, número de ramas primarias por planta, rendimiento de semillas por planta, peso de 100 semillas y rendimiento de grano por hectárea, en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota.	Los componentes de rendimiento de los genotipos de tarwi, Variedad Compuesto Precoz CICA, Línea FLH, Línea Precoz CTC-001, y G-Local, son influenciados favorablemente bajo condiciones ambientales de 3164 metros de altitud y menos favorecidos a 3507 y 3728 metros de altitud.	Emergencia plena, formación plena de racimo floral en el eje central, floración plena, formación de vainas, madurez fisiológica de granos.	Registro de información desde el día de la siembra hasta que el 50% mas uno de las plantas dentro del área meta de cada unidad experimental por cada genotipo y localidad haya cumplido la fase fenológica.
¿En qué medida los componentes de rendimiento primario como longitud de inflorescencia, número de vainas por planta, número de semillas por planta, número de ramas primarias por planta, peso de 100 semillas y rendimiento de grano por hectárea, en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota?	Evaluar los componentes de rendimiento primario como longitud de inflorescencia, número de vainas por planta, número de semillas por planta, número de ramas primarias por planta, rendimiento de semillas por planta, peso de 100 semillas y rendimiento de grano por hectárea, en tres pisos altitudinales de la cuenca del Vilcanota.	Los componentes de rendimiento de los genotipos de tarwi, Variedad Compuesto Precoz CICA, Línea FLH, Línea Precoz CTC-001, y G-Local, son influenciados favorablemente bajo condiciones ambientales de 3164 metros de altitud y menos favorecidos a 3507 y 3728 metros de altitud.	Longitud de inflorescencia, número de vainas por planta, número de semillas por planta, número de ramas primarias por planta, rendimiento de semillas por planta, peso de 100 semillas, rendimiento por hectárea.	Análisis de varianza Análisis Factorial DBCA Prueba de Tukey para comparación de medias. Análisis de parámetros de estabilidad productiva.

Medios de Verificación

Figura 35.

Preparación de terreno campo experimental Erapata



Figura 36.

Semillas preparadas para la siembra



Figura 37.

Replanteo y siembra campo experimental de Oroscocha.



Figura 38.

Siembra y tapado campo experimental Ttocopunco



Figura 39.

Emergencia campo experimental de Ttocopunco.



Figura 40.

Emergencia plena campo experimental de Ttocopunco.



Figura 41.

Aporque campo experimental de Oroascocha



Figura 42.

Formación de inflorescencia campo experimental de Oroascocha



Figura 43.

Floración plena izquierda Oroscocha, derecha Erapata



Figura 44.

Formación de vainas, derecha Erapata, izquierda Ttocopunco



Figura 45.

Ataque de roya campo experimental de Ttocopunco



Figura 46.

Ataque ornitológico campo experimental de Oroscocha.



Figura 47.

Floración plena campo experimental de Erapata.



Figura 48.

Vainas de tarwi en proceso de llenado Compuesto Precoz CICA.



Figura 49.

Eje principal en proceso de llenado de granos G-LOCAL.



Figura 50.

Madurez de vainas y granos en eje central.



Figura 51.

Maduración campo experimental Ttocopunco.



Figura 52.

Maduración campo experimental Oroscocha.



Figura 53.

Cosecha campo experimental de Oroscocha.



Figura 54.

Desenvainado muestras localidad Erapata.



Figura 55.

Pesado producción áreas netas campo experimental Ttocopunco.



Otros

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

- **APARTADO POSTAL**
N° 921 - Cusco - Perú.
- **FAX:** 238156 - 238173 - 222512
- **RECTORADO**
Calle Tigre N° 127
Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398
- **CIUDAD UNIVERSITARIA**
Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226
- **CENTRAL TELEFÓNICA:** 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838
- **LOCAL CENTRAL**
Plaza de Armas sin
Teléfonos: 222571 - 225721 - 224015
- **MUSEO INKA**
Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380
- **CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA**
San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246
- **COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"**
Av. De la Cultura N° 721
"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS (CISA) LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

TIPO DE ANALISIS : FERTILIDAD Y MECANICO.

PROCEDENCIA DE MUESTRAS : E.C. URINSAYA CONBAPATA CANCHIS - CUSCO.

INSTITUCION SOLICITANTE : ING. VICTOR MINAURO ROJAS.

ANALISIS DE FERTILIDAD :

N°	CLAVE	mmhos/cm C.E.	pH	% CaCO ₃	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
01	TOCOPUNCO	0.46	7.20	--	1.31	0.06	12.6	56
02	OTOSCOCHA	0.54	7.10	--	1.52	0.08	20.1	48
03	ERAPATA	0.28	6.90	--	2.16	0.11	34.5	84

ANALISIS MECANICO :

N°	CLAVE	meq/100 Al ⁺⁺⁺	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
01	TOCOPUNCO	--	51	33	16	FRANCO
02	OTOSCOCHA	--	43	30	17	FRANCO-ARENOSO
03	ERAPATA	--	41	36	23	FRANCO

CUSCO-K AYRA, 25 DE AGOSTO DEL 2017.

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS

Aracelio Calderón Choquechambi
Mgtr. Aracelio Calderón Choquechambi
DIRECTOR

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
LABORATORIO ANALISIS DE SUELOS

Fausto Yapura Condori
Fausto Yapura Condori
ANALISTA EN QUIMICA DE SUELOS AGUA Y PLANTAS