

DIRECCION REGIONAL SENAMHI - CAJAMARCA
CONVENIO SENAMHI - UNC.

"CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROMETEOROLOGICAS
DE CAJAMARCA"

"RELACION ENTRE EL DESARROLLO DE LA QUINUA Y
EL CLIMA EN EL VALLE DE CAJAMARCA"

Inge. José Manco Pisconti
Inge. Antenor Florindez Díaz



Cajamarca - Perú

1 9 8 1



RESUMEN

El presente trabajo se ha realizado desde al año 1979 a 1981, en el Campo Experimental del Centro de Investigaciones Agrometeorológicas de Cajamarca del SENAMHI, ubicado a 2,536 m.s.n.m.; Latitud 07° 10' S; Longitud 78° 30' W., en coordinación con el Servicio Silvo Agropecuario de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se empleó la quinua rosada de Yanamango, la cual es de hábito ramificado, talla elevada, con las hojas apicales de color púrpura; la semilla es de tamaño mediano (1.8 a 2.1 mm.) y de color beige y amargo.

Este artículo trata de la incidencia del clima, en el desarrollo y rendimiento de la quinua; además de experimentar cinco épocas de siembra (octubre a diciembre, cada 15 días), en el lapso de dos años; se realizaron las observaciones feno-agrometeorológicas, determinándose las siguientes fases: Siembra, germinación, floración, maduración y cosecha; expresando las en días y unidades meteorológicas.

Se ha encontrado que la temperatura media, máxima y la heliofanía influyen significativamente en los rendimientos, así:

Parámetro	r	r ²	Ecuación
Temperatura media (°C.)	0.787 ++	0.61	$\hat{Y} = 889.5 + 1.4132 X$
Temperatura máxima (°C.)	0.775 ++	0.60	$\hat{Y} = 1025.3 + 0.92 X$
Heliofanía (horas sol)	0.729 +	0.530	$\hat{Y} = 1775.0 + 2.82 X$

+ con 95 % de seguridad

++ con 99 % de seguridad

Pudiéndose predecir los rendimientos a obtener con las ecuaciones de predicción determinadas, ningún otro parámetro influye significativamente en los rendimientos.

Bajo las condiciones en que se ha conducido el experimento, se deduce que no existe diferencia estadística entre las diferentes épocas de siembra con 95 % de seguridad, pudiéndose sembrar la quinua rosada de Yanamango desde octubre a diciembre. obteniéndose resultados que van desde 3,570 a 5,890 Kg/hás. con un promedio de rendimiento de 5,139 Kg/há.

- - -

Of. 052-DRE-3/87 (Cajamarca) del 27-4-87

"RELACION ENTRE EL DESARROLLO DE LA QUINUA Y
EL CLIMA EN EL VALLE DE CAJAMARCA"



INTRODUCCION

Ingo. José Manco Piscanti (+)

Ingo. Antenor Florindez Díaz (++)

La quinua (*Chenopodium quinoa* Wild), es una planta nativa de los Andes Americanos, cuyos granos y hojas es utilizado en la dieta alimenticia del poblador andino desde hace más de 5,000 años. Este pseudo cereal fue una de las principales fuentes de proteínas de las culturas precolombinas.

Hoy, la quinua constituye un producto de gran importancia no sólo para la alimentación humana, sino también animal, para la transformación industrial y como producto medicinal.

En las condiciones ecológicas andinas, donde difícilmente prosperan los cultivos euro-asiáticos, el factor limitante son las temperaturas mínimas, asociadas con sequías y granizadas, la quinua vegeta o prospera en altitudes comprendidas entre 2,000 a 4,000 m.s.n.m. y con rangos de precipitación que varían entre 200 mm. (Bolivia) y 800 mm. (Ecuador), soportando temperaturas hasta menos 50C (Variedad Sajama).

Es importante recalcar que estas adversidades climáticas cíclicas de los Andes, constituye todo un reto para la investigación Agrometeorológica cuyo objeto principal, en este trabajo, es conocer la influencia de los principales parámetros meteorológicos en el ciclo vegetativo, en su rendimiento y en cinco épocas de siembra (octubre a diciembre).

El presente estudio se realiza en el campo experimental del Centro de Investigaciones Agrometeorológicas de Cajamarca (CIA-C), ubicado a 2,536 m.s.n.m. Latitud 07° 10' S. Longitud 78° 30' W., del Convenio SENAMHI-U. N.C.

2.- REVISION DE LITERATURA

APTITUDES

FRERE et al (1975). Normalmente la quinua es cultivada en la Puna entre los 3,000 a 4,000 metros de altura. Esto indica que el riesgo de heladas nocturnas está presente durante el periodo de crecimiento. La quinua se siembra con frecuencia en terrenos aluviales de drenaje pobre, en los que las heladas son más frecuentes o en las pendientes de terrenos más secos y menos expuestos.

En los valles y quebradas se cultiva a veces hasta los 2,000 m.

GANDARILLAS (1974). La quinua, es la especie cultivada con más variación en el color de la planta y el grano, así como también de adaptación a diferentes condiciones medio ambientales típicas de los Andes, cuya altura para su cultivo comercial varía de 2,000 a 4,000 m.s.n.m.

PRECIPITACION

FRERE et al (1975). La precipitación en las áreas de cultivo varía mucho, de 600 a 800 mm. en los Andes ecuatoriales, 400 a 500 mm. en el Valle del Mantaro, 500 a 800 mm. en la región del Lago Titicaca, hasta 200 a 400 mm. en las regiones de producción al Sur de Bolivia.

TAPIA et al (1979). En el cuadro 1, los valores para Salcedo (Estación meteorológica cerca de Puno, Perú), se consideran normales al compararlos con los datos registrados en la UNTA (Universidad Nacional Técnica del Altiplano), para la campaña agrícola 1974 - 1975.

CUADRO No 1

DATOS METEOROLOGICOS DE PUNO - PERU

Latitud: 15° 49' S.

Altitud: 3,820 m.s.n.m.

LLUVIA (mm.)

Meses	Salcedo 42 años	Puno 10 años	UNTA 1974 - 1975
Octubre	30.6	28.0	12.5
Noviembre	38.0	45.7	27.3
Diciembre	92.2	87.7	48.1
Enero	216.9	--	157.2
Febrero	141.6	126.0	177.6
T o t a l	519.3	287.4	422.7

TEMPERATURA

TAPIA (1979) et al. El factor más importante para el cultivo de la quinua es la temperatura mínima.

Heladas de 50C. bajo cero en semilleros de Yacará, Puno, mostraron la resistencia de la Sajama y la susceptibilidad de la Kanccolla.

Cuando las plantas están en panoja, las heladas afectan las cimas superiores y las partes inferiores se recuperan.

Según la (ONERN), Puno tiene tres zonas ecológicas bien diferenciadas para la agricultura; el anillo lacustre, la altiplanicie y zonas intermedias que aparecen en el siguiente cuadro:

CUADRO Nº 2

Zona	A Anillo	B Orurillo Azángaro Asillo	C Chuquibambilla Ayaviri Altiplano
Elementos	Lacustre		
Temperaturas máximas medias Nov.- Abril.	16.0	15.9	17.9
Temperaturas mínimas medias Nov. - Abril.	3.1	4.0	0.3
Precipitación Media Nov. - Abril.	600	480	680
Altitud en metros	3800-3870	1950-4100	3870-4100

Los extremos de temperatura y lluvia que ocurren durante el ciclo Productivo merman la producción de grano y broza.

FRERE (1975) et al. En Bolivia, Salinas de García Mendoza; las características climáticas de esta región a 3,700 metros de altura para el período de noviembre a abril son:

Precipitación media	220. mm.
Temperatura máxima medias	23.7 °C.
Temperatura mínima medias	3.7 °C.

TAPIA et al (1979). Los valores para Salcedo (Estación Meteorológica cerca de Puno - Perú) cuadro 3, aparecen las temperaturas para la campaña agrícola 1974 - 1975.

CUADRO Nº 3

Latitud: 15° 49' Altitud: 3,820 m.s.n.m.

Estación Mes	Salcedo 42 años	Puno 10 años	UNTA 1974 - 1975
Octubre	9.6 °C.	--	9.2 °C.
Noviembre	--	10.2 °C	10.6 °C.
Diciembre	--	9.8 °C	9.8 °C.
Enero	--	--	9.0 °C.
Febrero	--	9.7 °C.	9.6 °C.

FOTOPERIODISMO

TAPIA et al (1979). La quinua es una planta de día corto. Requiere dos períodos de días cortos, uno para la formación de las flores y otro para la maduración de los frutos.

(FULLER, 1949); Sívori (1947). En diversos ensayos se encontró que era necesario un período de 15 días cortos para inducir la antesis.

EPOCA DE SIEMBRA

En las condiciones de Puno las siembras son de setiembre a octubre para las variedades locales como Kanccolla, que es una de las más cultivadas. La variedad Sajama introducida de Bolivia, que es precoz ha permitido siembras de noviembre y diciembre en microclimas del Anillo Lacustre.

WISE APARICIO (1980). Las épocas de siembra varían de acuerdo a las condiciones climáticas y el período vegetativo de la variedad a usarse. Se señala como regla general que la siembra en zonas frías debe ser temprana ya que el período vegetativo es largo. La siembra debe realizarse desde setiembre hasta mediados de octubre, con variedades tardías y hasta mediados de noviembre con la variedad Sajama por su precocidad.

BLANCO T.C. (1970). Sostiene que la fecha de siembra está condicionada a la disponibilidad de humedad de terreno ocasionado por las primeras lluvias o nevadas de setiembre a octubre.

LESCANO R.J. (1971). Dice que la fecha de siembra varía de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona, como regla para las zonas frías, la siembra debe ser lo más temprano posible, ya que el período vegetativo se alarga.

Para Puno la época puede ser desde mediados de setiembre hasta mediados de octubre. En las zonas más cálidas puede sembrarse como máximo, en la primera semana de noviembre.

RENDIMIENTO

APARICIO (1977). Estudió la influencia de la época de siembra sobre el rendimiento de tres variedades de quinua, para las condiciones de Puno. En este trabajo se encontró que las tres variedades (Kanccolla, Blanca de Juli y Sajama), respondían positivamente en producción de grano a las épocas tempranas de siembra (10 de setiembre).

CUADRO Nº 7

RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE QUINUA SEMBRADAS EN DIFERENTES EPOCAS PUNO-PERU

ORDEN DE MERITO	EPOCA DE SIEMBRA	VARIEDAD	RENDIMIENTO	KG/HA.(+)
1	10 set.	Kanccolla	3,634	a

2	10 set.	Bl. de Juli	3,159	b
3	20 set.	Bl. de Juli	2,751	bc
4	20 set.	Kanccolla	2,607	c
5	10 set.	Sajama	1,899	d
6	30 set.	Sajama	1,899	d
7	3 ^o set.	Bl. de Juli	1,625	de
8	2 ^o set.	Sajama	1,477	de

(+) Rendimiento en la misma letra no son diferentes ($P > 0.05$).

Según ONERN (1971), las mayores superficies corresponden al Perú y los mayores rendimientos a Bolivia.

<u>Bolivia</u>	<u>Superficie Há.</u>	<u>Rendim. Kg/Há.</u>	<u>Producción Ton.</u>
1973	16,000	750	12,000
<u>Perú</u>			
1973	20,000	410	8,200
Puno	12,000	370	4,300
Ayacucho	900	700	640
Junín	630	530	330
Ancash	400	710	290
Huancavelica	360	730	270

LESCANO R.J. (1971), dice que los rendimientos son muy diversos, debido principalmente al suelo, humedad, variedad y a los cuidados culturales prácticos. Los rendimientos van desde los 450 Kg. por Há. hasta 5,000 Kg/Há., con promedios que van desde los 1,500 Kg. hasta 2,000 Kg. por hectárea.

Según LEON (1959), los rendimientos varían mucho en el Perú y Bolivia, siendo en cultivos corrientes alrededor de 15 quintales por hectárea y que en estaciones experimentales se ha llegado a obtener 22 qq. y más por hectárea.

WISE AMARICIO m.m. (1980) da para el rendimiento, el siguiente comparativo de variedades:

<u>Variedad</u>	<u>Rendimiento Kg/Há.</u>
Sajama	1,716
Kanccolla	1,889
Blanca de Juli	1,854
Cheueca	1,576

Mujica S. Angel (1977), dice que los rendimientos varían de acuerdo a las variedades, fertilización u otras labores culturales realizados durante el cultivo. Generalmente se obtiene de 600 a 800 Kg/há. de grano de las variedades tradicionales (Kancolla y Blanca de Juli), en la Sajama se ha obtenido hasta 3,000 Kg/hás. siendo general obtener 1,500 Kg/Há.

Los rendimientos en broza varían también de acuerdo a la fertilización, obteniéndose en promedio 5,000 Kg. de broza y 200 Kg. de hojuela pequeña formadas por perigonios y por partes menudas de hojas y tallos, siendo ésta la de mayor valor nutritivo en la alimentación del ganado.

Desarrollo Fenológico:

Flores (1977) (citado por GANDERILLAS H. 1974), a efectuado un análisis de desarrollo fenológico de tres variedades de quinua: Sajama, Kancolla y Blanca de Juli. Se han definido cinco subperíodos:

- 1.- De siembra a brotamiento
- 2.- De brotamiento a la aparición del primer par de hojas
- 3.- De la aparición del primer par de hojas al panojamiento
- 4.- Del panojamiento a la floración y
- 5.- De floración a maduración.

CUADRO Nº 8

RANGO DE DURACION DE LAS PRIMERAS FASES
EN EL CULTIVO DE LA QUINUA EN PUNO-PERU

(FLORES - 1977)

F A S E S	V A R I E D A D		
	SAJAMA Días	KANCCOLLA Días	BLAN. DE JULI Días
Brotamiento	11-57	11-57	11-57
Aparición de hojas	5-9	5-9	5-9
Panojamiento	45-51	45-56	45-56
Floración	11-31	20-29	20-29
Maduración	60-80	65-106	69-109
T O T A L	139-192	153-197	157-200

Se estudió también la constante térmica y el régimen pluviométrico en las diferentes épocas de siembra.

CUADRO No. 1

CONSTANTE TERMICA, REGIMEN PLUVIOMETRICO Y RENDIMIENTO DE TRES VARIEDADES DE QUINUA SEMBRADAS EN NUEVE FECHAS DIFERENTES Y SU PRODUCCION EN GRANO EN KG/HA.

(FLORES - 1977)

Fecha de Siembra	V A R I E D A D								
	S A J A M A			K A N C C O L L A			BLANCA DE JULI		
	CT °C.	RP mm.	RM Kg/há.	CT °C.	RP mm.	RM Kg/há.	CT °C.	RP mm.	RM Kg/há.
10 Set.	1523	613	1860	1855	635	3750	1884	648	3100
20 Set.	1694	538	1550	1805	605	2670	1856	620	2700
30 Set.	1678	606	1000	1913	609	1740	1913	609	1600
10 Oct.	1692	606	735	1837	609	1250	1838	609	1530
20 Oct.	1757	600	470	1877	603	550	1903	603	800
30 Oct.	1660	600	250	1779	602	630	1805	602	500
19 Nov.	1564	595	205	1684	597	220	1710	597	300
19 Nov.	1479	588	85	1590	592	960	1625	592	800
29 Nov.	1380	588	420	1500	592	480	1526	592	500

C.T. = Constante térmica en °C.

R.P. = Régimen Pluviométrico en mm.

R.M. = Rendimiento en Kg/Hás.

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización.- El experimento fue conducido en terreno del Centro de Investigaciones Agrometeorológicas de Cajamarca (Estación "Augusto Weberbauer"), ubicado a 2,536 m.s.n.m. Latitud 07° 10' S. y Longitud 78° 30' W., con una precipitación promedio de 610 mm. y una temperatura media anual de 13.9°C.

3.2. Materiales.- Quinua rosada de Yanamango; esta quinua es de hábito ramificado, de tallo elevado; las hojas apicales son de color púrpura, las que posteriormente se hacen verdes, son de borde cerrados y forma trapezoidal de base ancha, la panoja es laxa y glomerulata y de color púrpura.

La semilla es de tamaño mediano (1.8 a 2.1 mm.) y color beige y amargo

Parámetros meteorológicos: considerados a 1.60 m. de altura de la caseta Stevenson: (Ver Anexo A).

Temperatura: { Máxima acumulada por fase en °C.
 { Media acumulada por fase en °C.
 { Mínima acumulada por fase en °C.

Precipitación: { Total acumulada por fase en mm.
 { Frecuencia acumulada por fase en día

Heliofonía: { Horas y décimos de sol, por fase acumulados

Balance Hídrico:

Método de THORTHWAITE, que considera a la temperatura media, la insolación absoluta y el N^o de días de cada mes; la descripción de la misma se considera innecesario para los fines prácticos.

3.3. Metodología:

Labores Culturales.- Todas las labores correspondientes a la preparación del terreno, siembra, fertilización de acuerdo al análisis de suelo, control de malezas, etc. se efectuará siguiendo las recomendaciones para este tipo de trabajo.

Siembra.- Cada quince días comenzando la primera siembra el 15.10.79, hasta el mes de diciembre, completando 5 siembras más consecutivamente.

Observaciones Feno-agrometeorológicas.

De acuerdo con la hoja de evaluación fenológica y agrometeorológica, elaborada por ambos responsables, se determinaron las siguientes fases:

Siembra, germinación, floración, maduración y cosecha; expresándola en días y unidades meteorológicas.

3.4. Diseño Experimental:

Los ensayos se hacen de acuerdo al diseño experimental Cuadro Latino 5 x 5 (5 fechas de siembra y 5 repeticiones) en parcelas de 4 surcos distanciados 50 centímetros y entre planta y planta 15 centímetros.

3.5. CRONOLOGIA:

Fecha de inicio: 15-10-79

Duración estimada: 02 años ó dos campañas.

RESULTADOS

CUADRO 1

PRECIPITACION PROMEDIO UTILIZADA (mm) POR EL CULTIVO

DE LA QUINUA - PERIODO 1979 - 1981

Año	Parámetro Promedio m.m.	Rango	S m.m.	C.V. %
1979 1981	553.5	699.6-452.1	74.4	13

CUADRO 2

HORAS DE SOL PROMEDIO UTILIZADAS POR EL CULTIVO

DE LA QUINUA - PERIODO 1979 - 1981

Año	Parámetro Promedio H.S.	Rango	S H.S.	C.V. %
1979 1981	1191.6	1413 - 1008	162.0	14

CUADRO 3

TEMPERATURA MAXIMA PROMEDIO (°C) UTILIZADA POR EL CULTIVO DE LA QUINUA - PERIODO 1979 - 1981

Año	Parámetro \bar{X} °C.	Rango	S °C.	C.V. %
1979 1981	4,449	5,337.2-3,861.4	525.8	12

CUADRO 4

TEMPERATURA MEDIA PROMEDIO (°C) UTILIZADA POR EL CULTIVO DE LA QUINUA - PERIODO 1979 - 1981

Año	Parámetro \bar{X} °C.	Rango	S °C.	C.V. %
1979 1981	3,006.9	3,594.5-2,606.4	349.3	12

CUADRO 5

TEMPERATURA MINIMA PROMEDIO (°C) UTILIZADO POR EL
CULTIVO DE LA QUINUA - PERIODO 1979-1981

Año	Parámetro \bar{X} °C.	Rango	S. °C.	C.V. %
1979 1981	1,642.8	1800.7-1418.7	106.8	7

CUADRO 6

Correlación 1.- PRECIPITACION (mm.) VS. RENDIMIENTO (KG/HA.)

Año	S Kg/Hás.	C.V. %	Rango del Rendimiento	r	r ²
1979 1981	627.3	12	5890-3760	0.1664 NS	0.027

CUADRO 7

Correlación 2.- HELIOFOTIA (HORAS Y DECIMOS DE SOL) VS. RENDI-
MIENTO (KG/HA.)

Año	S Kg/Há.	C.V. %	Rango del Rendimiento	r	r ²
1979 1981	627.3	12	5890-3760	0.7292(+)	0.5317

(+) Significación con 95 % de seguridad. Su respectiva recta de regresión puede verse en el gráfico 2.

CUADRO 8

Correlación 3.- Temperatura Máxima (°C.) Vs. Rendimiento (Kg/Hás)

Año	S Kg/Hás.	C.V. %	Rango del Rendimiento	r	r ²
1979 1981	627.3	12	5890-3760	0.7749(++)	0.6005

(++) Significativo con 99 % de seguridad. Su respectiva recta de regresión puede verse en el gráfico 1.

Gráfico 1.- Línea de regresión y cinturón de confianza con 95 % de seguridad de la Temperatura máxima versus Rendimiento

1979 - 1981

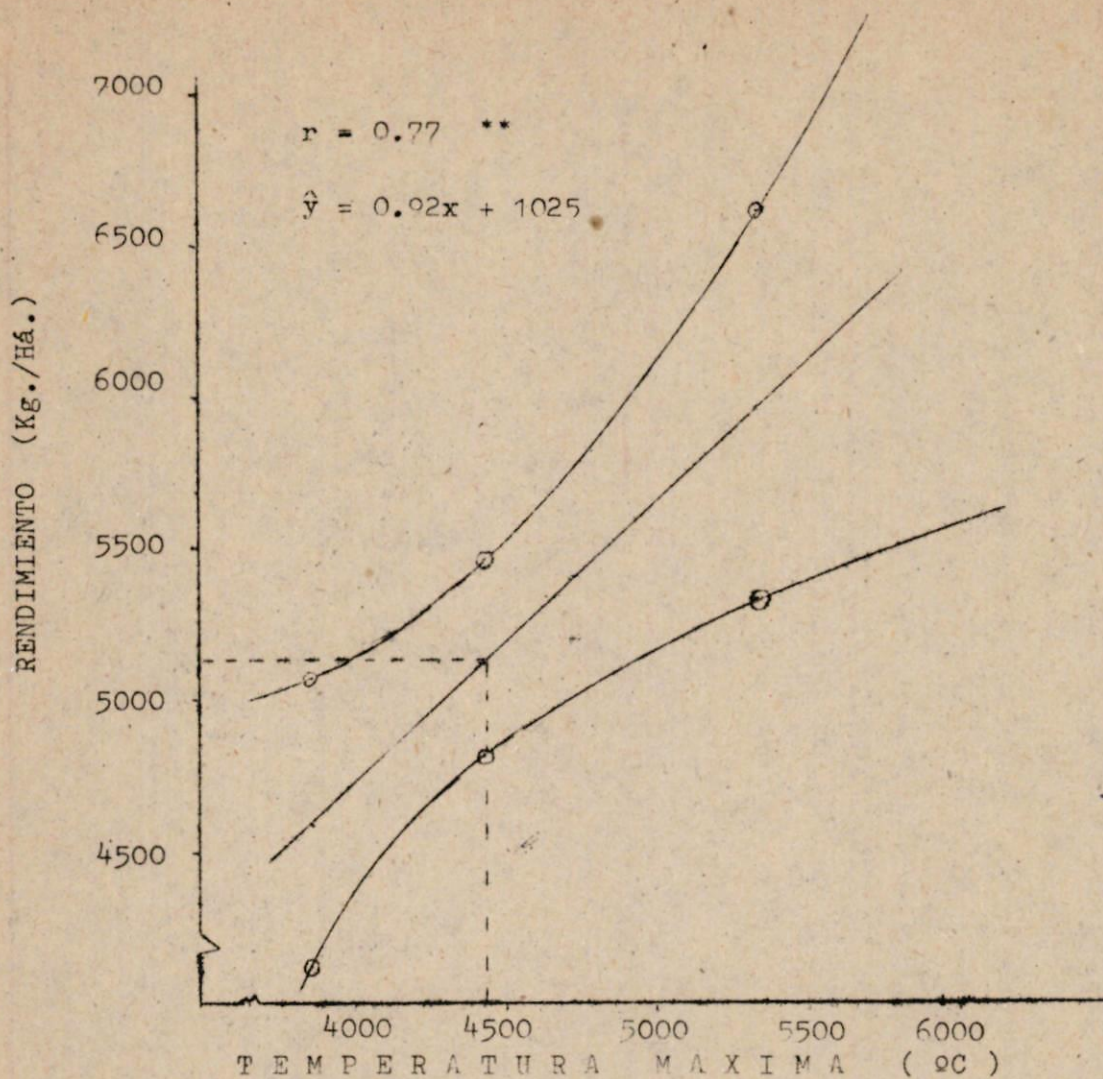
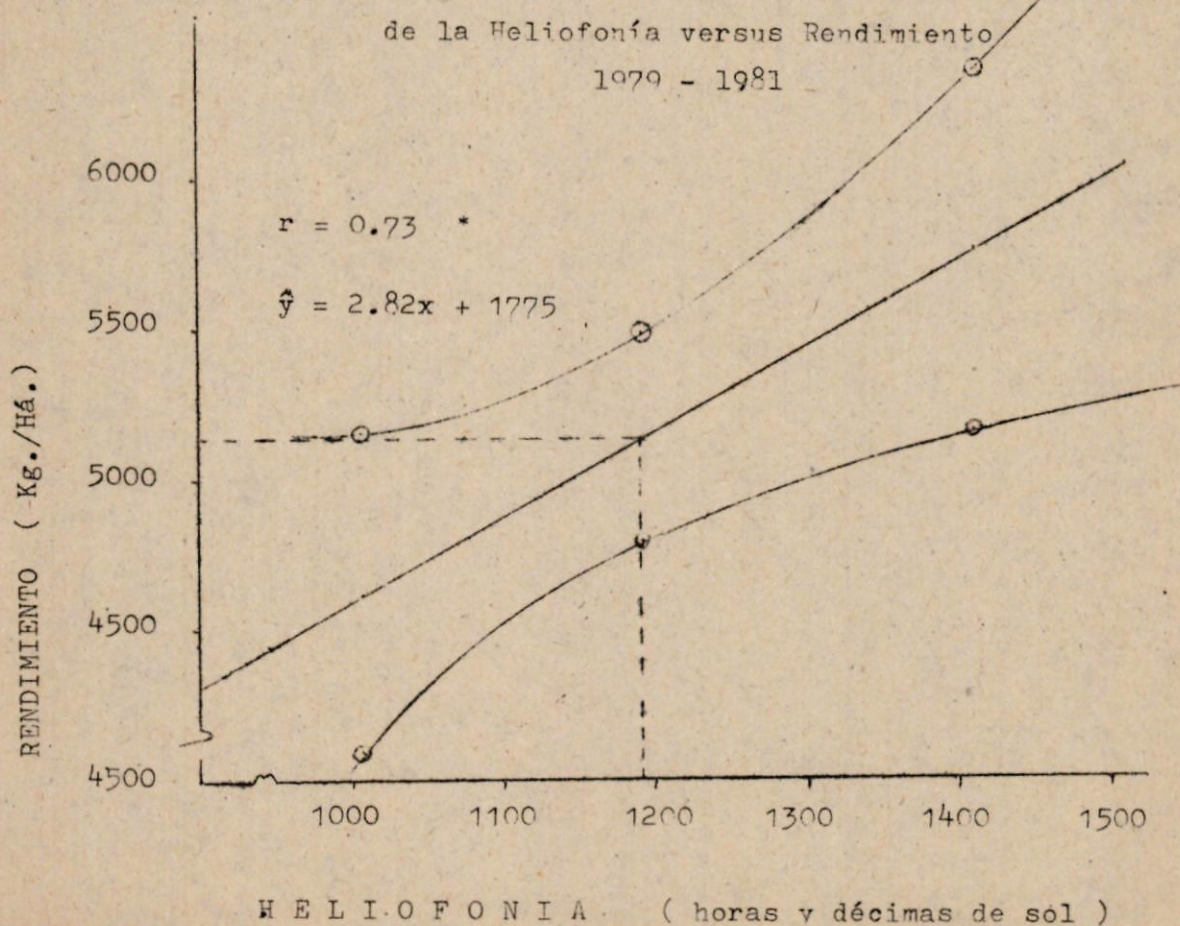


Gráfico 2.- Línea de regresión y cinturón de confianza con 95 % de seguridad de la Heliofonía versus Rendimiento

1979 - 1981



CUADRO 9

Correlación 4.- TEMPERATURA MEDIA (°C) VS. RENDIMIENTO (KG/HA.)

Año	S Kg/Há.	C.V. %	Rango del Rendimiento	r	r ²
1979 1981	627.3	12	5850-3760	0.7869(++)	0.6193

(++) Significativo con 99 % de seguridad. Su respectiva recta de regresión puede verse en el gráfico 3.

CUADRO 10

Correlación 5.- TEMPERATURA MINIMA (°C) VS. RENDIMIENTO (KG/HA.)

Año	S Kg/Hás.	C.V. %	Rango del Rendimiento	r	r ²
1979 1981	627.3	12	5890-3760	0.4908 NS	0.2408

CUADRO 11

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PROYECTO DE QUINUA 1980 - 1981

ANVA

F.V.	G.L.	S.C.	C. M.	F. C.
Hileras	4	0.4606	0.11515	0.0891 N.S.
Columnas	4	1.2606	0.31515	2.2144 N.S.
Tratamiento	4	1.6166	0.40415	2.8398 N.S.
Error	12	1.7078		
TOTAL	24	5.0456		

F. Tab 5 % = 3.26

1 % = 5.06

C.V. = 16%

No hay diferencia entre las épocas de siembra con 95 % de seguridad.

Gráfico No 3.- Línea de Regresión y Cinturón de confianza con 95% de seguridad de la Temperatura Media versus Rendimiento

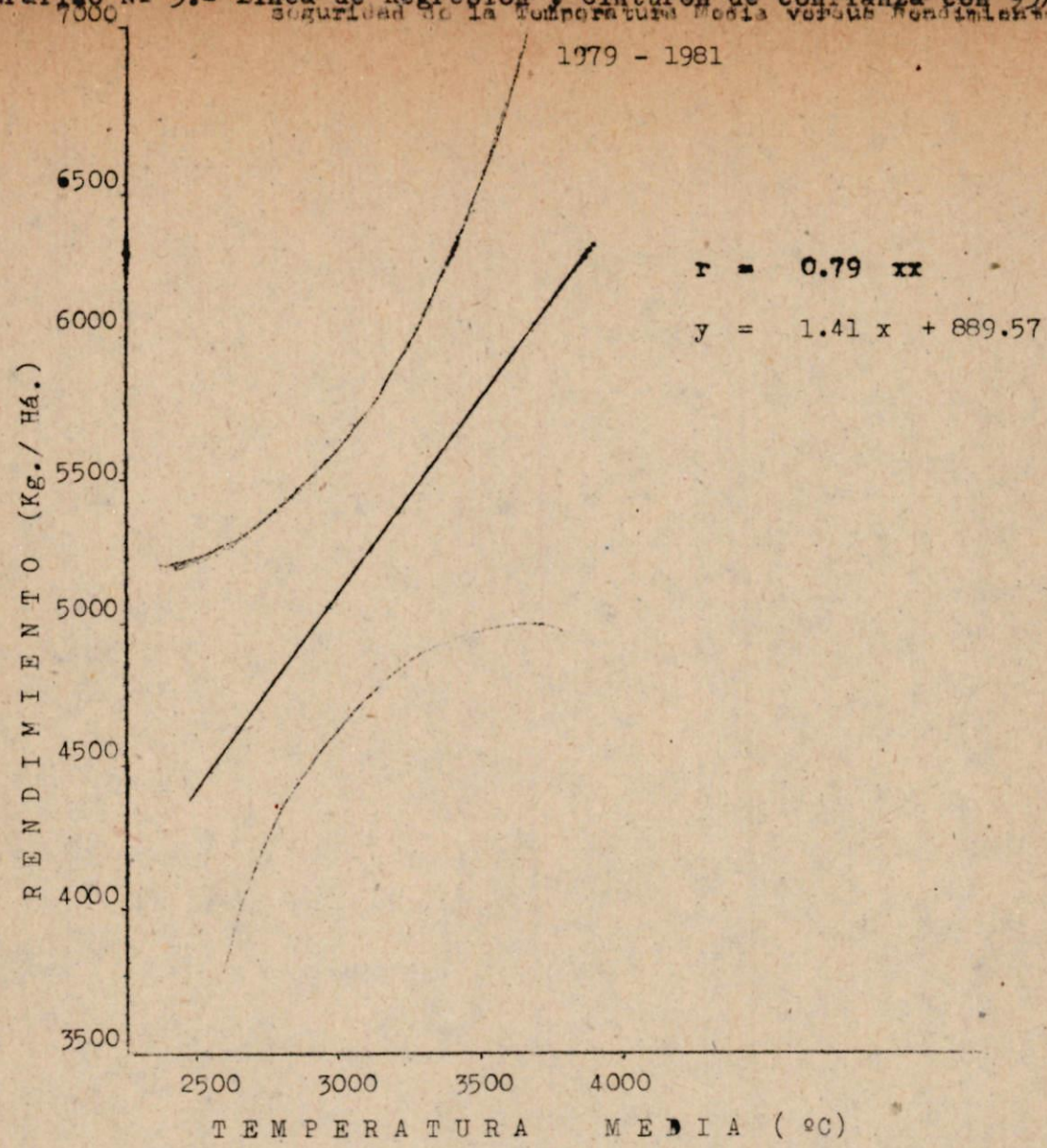
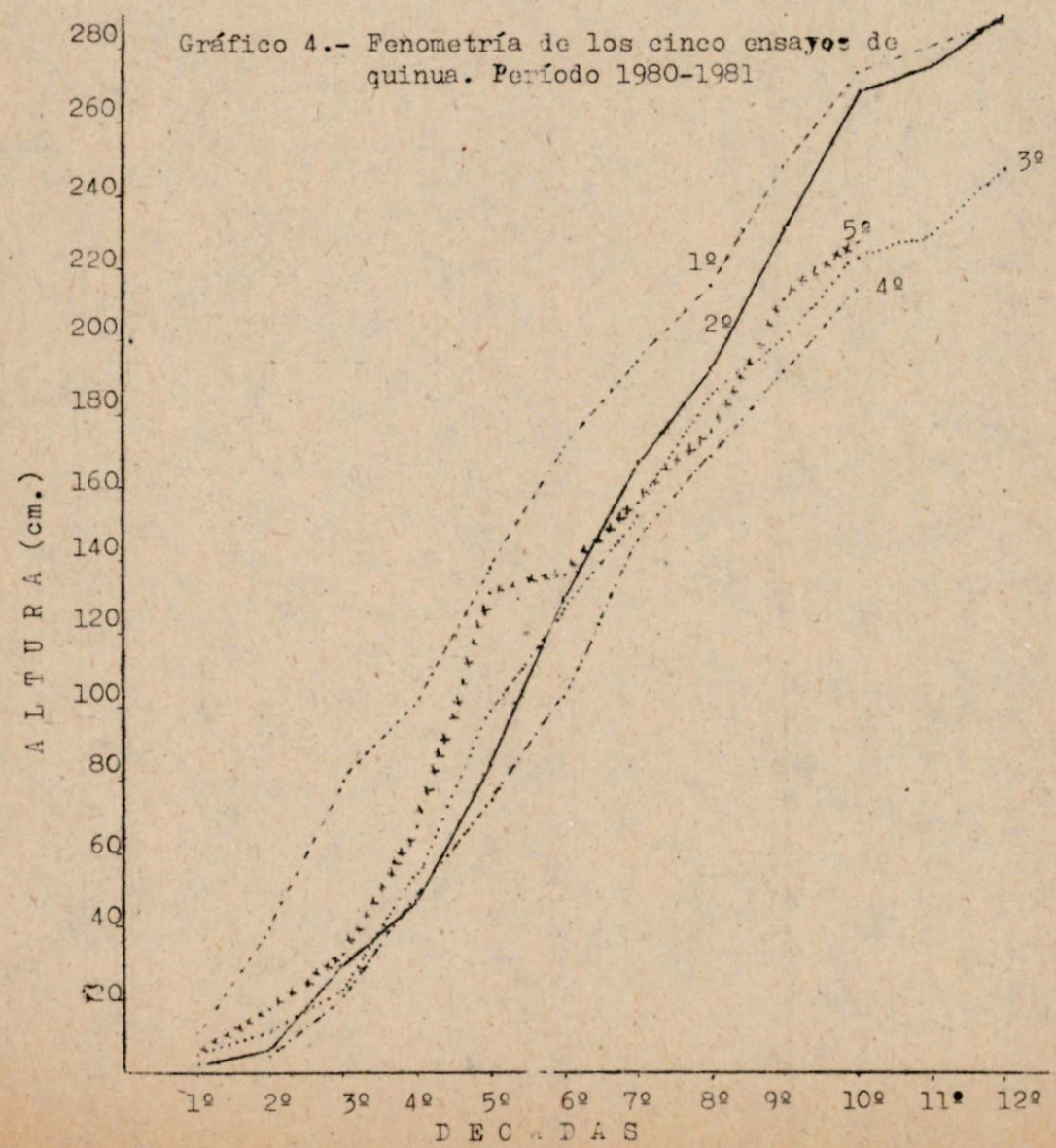


Gráfico 4.- Fenometría de los cinco ensayos de quinua. Período 1980-1981



CUADRO 12

RENDIMIENTO DE LA QUINUA EN KG/HA. SEMBRADAS EN
DIFERENTES FECHAS CAJAMARCA - PERU

Epoca de Siembra	1º año	2º año	Promedio	%
2ª Quincena Oct.	5720	5220	5,470	100
1ª quincena Nov.	5890	4860	5,375	98
2ª quincena Nov.	5260	4460	4,860	89
1ª quincena Dic.	5800	4960	5,380	98
2ª quincena Dic.	5460	3760	4,610	84
Promedio General			5,139	

CUADRO 17

FONOMETRIA PROMEDIO DE LA QUINUA
PERIODO 1980-1981 (VER GRAFICO 4)

1ª siembra	287.3 cm.
2ª siembra	287.7 cm.
3ª siembra	247.9 cm.
4ª siembra	247.8 cm.
5ª siembra	227.8 cm.
$\bar{X} = 259.7 = 260.0$	cm.

CUADRO 13

BALANCE HIDRICO PERIODO 1979-1980

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
ETP Thornthwaite	69.4	66.7	69.3	70.5	57.8	67.4	63.5	64.0	54.3	60.3	60.9	65.4	769.5
Precipitación	24.4	26.3	46.6	34.9	42.4	65.0	29.3	6.9	15.1	3.2	5.6	2.3	302.0
Variación Almac. Util	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almac. agua útil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ETP real	24.4	26.3	46.6	34.9	42.4	65.0	29.3	6.9	15.1	3.2	5.6	2.3	302.0
Deficiencia de agua	45.0	40.4	22.7	35.6	15.4	2.4	34.2	57.1	39.2	57.1	55.3	63.1	467.5
Exceso de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Relación de humedad	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

CUADRO 14

BALANCE HIDRICO PERIODO 1980-1981

	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	TOTAL
ETP Thornthwaite	65.0	60.8	63.2	62.0	53.3	61.5	60.7	61.7	55.9	54.1	58.6	58.1	714.9
Precipitación	130.4	11.0	106.7	78.2	186.5	105.7	33.7	14.7	6.6	7.2	12.7	22.0	815.4
Variación Almac. útil	65.4	34.6	0	0	0	0	-27.0	-47.0	-26.0	0	0	0	0
Almacena de agua útil	65.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	73.0	26.0	0	0	0	0	0
ETP real	65.0	60.8	63.2	62.0	53.3	61.5	60.7	61.7	32.6	7.2	12.7	22.0	562.7
Deficiencia de agua	-	-	-	-	-	-	-	-	23.3	46.9	45.9	36.1	152.2
Exceso de agua	-	15.6	43.5	16.2	113.2	44.2	-	-	-	-	-	-	252.7
Relación de humedad	1.0	0.83	0.69	0.21	2.50	0.72	-0.44	-0.76	-0.88	-0.87	-0.78	-0.62	

CUADRO 15

EVALUACION FENO-AGROMETEOROLOGICA DE LA QUINUA, CAJAMARCA - PERU PERIODO 1979 - 1980

Parámetro X Empleado	Fase	Siembra a P.Germinación	P.Germinac. a P. Floración	P.Floración a P. Maduración	P.Madurac ón a Cosecha	T O T A L	Con Riego
Nº de días		8	116	60	35	219	
Precipitación (mm.)		7.0	177.2	58.6	13.1	255.9	528.5
Heliofonía (horas de sol)		49.4	686.6	362.4	247.3	1345.7	-
Temperatura máxima (°C.)		194.2	2,595.5	1,698.4	793.7	4,919.5	-
Temperatura media (°C.)		125.8	1,763.9	916.8	509.4	3,315.9	-
Temperatura mínima (°C.)		46.6	931.0	487.8	169.9	1,662.4	-

CUADRO 16

EVALUACION FENO-AGROMETEOROLOGICA DE LA QUINUA. CAJAMARCA - PERU PERIODO 1980 - 1981

Parámetro X Empleado	Fase	Siembra a P.Germinac.	P. Germinación a P. Floración	P.Floración a P. Maduración	P. Maduración a Cosecha	T O T A L	Con Riego
Nº de días		5	104	71	8	188	-
Precipitación (mm.)		20.9	403.5	156.0	2.0	578.6	-
Heliofonía (horas de sol)		29.3	540.0	415.6	52.3	1,037.2	-
Temperatura máxima(°C.)		114.5	2,178.3	1,526.7	159.5	3,979.0	-
Temperatura media (°C.)		77.0	1,489.7	1,029.2	102.2	2,698.1	-
Temperatura mínima(°C.)		45.9	915.4	613.3	48.7	1,623.2	-

DISCUSION

- Del cuadro 1 al 5 se aprecian las diferentes medidas de tendencia central de los diferentes parámetros meteorológicos promedios empleados en el ciclo vegetativo del cultivo de la quinua, así el primer cuadro se observa el rango de la precipitación que va de 699.6 a 452.1 mm. que corresponde a la primera siembra y a la quinta respectivamente de la campaña 1980-81, aproximándose a lo mencionado por FRERE et (1976), para el Valle del Mantaro, de igual forma coincide con los estipulados por GANDARILLAS (1974), TAPIA (1979) y FLORES (1977).
- En el segundo cuadro se aprecia la heliofanía, es decir, el número de horas de sol que ha empleado en su ciclo vegetativo la quinua, va de 1413 a 1008 que corresponde a la primera siembra del ensayo 1979-1980 y a la tercera siembra del ensayo 1980-1981; este mayor número de horas de sol se debe al período vegetativo más largo empleado por el primer ensayo y por presentar pocos días con precipitación, o sea mayor número de días despejados que el segundo ensayo.
- Observando el tercer cuadro, vemos el rango de temperatura máxima que oscila entre 5,337.2 a 3,861.4 °C. que corresponde a la primera siembra del ensayo 1979-1980 y la cuarta época del ensayo 1980-1981; igualmente esta mayor acumulación de grados centígrados está en función del período vegetativo que en el primer ensayo es mayor que el segundo; además emplea un promedio en su ciclo vegetativo de 21.2 °C. difiriendo por defecto en 2.5 °C. con lo estipulado por FRERE (1975) para la región de Bolivia y por exceso con lo estipulado por ONEFN (1980) para la zona de Puno.
- En el cuadro 4, que corresponde a la temperatura media, esta varía de 3,594.5 a 2,606.4 °C., los mismos que corresponden a la primera época del primer ensayo y a la quinta del segundo ensayo. Determinándose una integral térmica para la quinua rosada de Yanamango de 3007 °C. que supera por exceso a lo estipulado por FLORES, para las tres variedades que considera; esto se explica como corolario que las temperaturas medias en la zona de Cajamarca, son más altas que las de Puno; asimismo el período vegetativo de la quinua rosada de Yanamango, supera a las variedades indicadas por FLORES. Por otro lado, requiere en todo su ciclo un promedio de temperatura media de 14.4 °C.
- Del quinto cuadro se deduce la amplitud de la temperatura mínima va de 1,800.7 a 1,481.7 °C. que corresponden a la primera siembra del primer ensayo y a la quinta siembra del segundo ensayo; empleando un promedio de temperatura mínima de 8.6 °C. en su ciclo vegetativo, difiriendo por exceso con lo estipulado por ONERN para la zona de Puno; aproximándose por defecto con lo estipulado por TAPIA et al Puno en 1.3 °C.

Notándose que los cinco parámetros meteorológicos estudiados (cuadros 1 al 5) están en relación directa con los rendimientos obtenidos en ambas campañas.

- Observando el cuadro 6, apreciamos la correlación entre la precipitación y los rendimientos grano limpio obtenidos, en las campañas, no existiendo significación estadística; por otro lado notamos que los rendimientos varían de 5,890 a 3,760 Kg/Há. que corresponden a la segunda siembra del primer ensayo y quinta siembra del segundo ensayo; asimismo su coeficiente de variabilidad es bueno (12%), que confirma la veracidad de los resultados obtenidos.
- Del séptimo cuadro vemos que el parámetro heliofanía influye significativamente en los rendimientos, con 95 % de seguridad, con un $r = 0.729$ y un coeficiente de determinación de $r^2 = 0.53$
- Del cuadro ocho apreciamos que la temperatura máxima influye significativamente en los rendimientos con un $r = 0.77$ y un $r^2 = 0.60$ con un 99% de seguridad.
- De igual forma del cuadro nueve vemos que la temperatura media influye significativamente en los rendimientos con un $r = 0.786$ y un $r^2 = 0.62$ con un 99 % de seguridad.
- Del cuadro diez se deduce que la temperatura mínima no influye estadísticamente en los rendimientos de la quinua.
- Apreciando el cuadro 11 vemos que no existe diferencia estadística entre las 5 épocas de siembra cristalizadas, al 95 % de seguridad.
- Resumiendo el cuadro 12 los rendimientos obtenidos en las diferentes épocas de siembra, vemos que la primera época que corresponde a la segunda quincena de octubre es la que alcanza el mejor rendimiento promedio --- (5,470 Kg/Há.), al que se considera como el 100 % y el más bajo que corresponde a la segunda quincena de diciembre (4,610 Kg/Há.), que corresponde al 84 %, existiendo una diferencia de 16 % entre ambas épocas de siembra; con un rendimiento promedio de los dos años de 5,139 Kg/Há., el mismo que supera ampliamente a los promedios citados por APARICIO (1977) para las variedades: Kanccolla, Blanca de Juli y la Sajama; igualmente supera los rendimientos estipulados por FLORES (1977) y la ONERN (1971), para Puno, Ayacucho, Junín, Ancash y Huancavelica; concordando con el rendimiento máximo de 5,000 Kg/Há. citado por LESCOANO (1971).
- Del cuadro 13 y 14 y gráficos 5 y 6 observamos el balance hídrico de ambos ensayos, apreciamos que el año 1980-1981 ha sido hídricamente bueno, no se ha presentado deficiencia en el ciclo vegetativo de las cinco siembras, en cambio el ensayo 1979-1980 si fue un año con deficiencias hídricas y se tuvo que dar riego suplementario a las cinco siembras concretadas en esa campaña, con un promedio de riego de 272.6 mm., repartidos en su ciclo vegetativo.

- Del cuadro 15 y 16 se aprecian los promedios de la evaluación feno-agro meteorológica de las cinco siembras de quinua del periodo 1980-1981, es de destacar que la fase de plena germinación a plena floración es la que ha empleado el mayor número de días en su desarrollo (104 días) y como consecuencia un mayor número de unidades meteorológicas, siguiendo la fase de plena floración a plena maduración con (71 días) y así las otras fases de plena maduración y cosecha (8 días) y por último la fase de siembra a plena germinación con (5 días), obteniéndose un promedio en su ciclo vegetativo de 188 días, que difiere por defecto en 31 días con respecto al período 1979-1980. Esta reducción de su ciclo se puede explicar, que en el primer ensayo en la fase de plena maduración a cosecha se esperó que todas las parcelas se encuentran al 100 % de maduración para cosechar, empleando en ella 35 días, en cambio en el segundo ensayo se cosechó cuando las parcelas se encontraban al 75 % de maduración empleando 8 días en promedio.

Igualmente la fase de plena germinación a plena floración en el segundo ensayo se ha reducido en 12 días con respecto al primer ensayo, en cambio el segundo ensayo no se ha presentado este fenómeno, o sea que hídricamente ha sido bueno como se ha manifestado en párrafos anteriores.

Dichos promedios se acercan bastante a lo manifestado por FLORES, diferenciándose por defecto con relación a la fase de germinación que en nuestro caso va de 5 - 17 días.

También se observan los promedios de los diferentes parámetros meteorológicos empleados en cada fase de desarrollo de la quinua. Así el número de horas de sol, es mayor que el primer ensayo que para el segundo ensayo, esto es explicable por la deficiencia hídrica, es decir la poca precipitación registrada en el primer ensayo.

- Con respecto a la temperatura tanto la máxima como la media, son superiores en el primer ensayo que en el segundo, en cambio con la temperatura mínima sucede lo contrario, es decir, se ha registrado temperaturas más bajas en el primer ensayo que en el segundo; así para la fase de siembra a plena germinación para el primer ensayo tenemos un promedio fásico de 5.8 °C., en cambio para el segundo ensayo tenemos 9.1 °C. para la siguiente fase del primer ensayo 8.0 °C., en cambio para el segundo ensayo 8.8 °C. y así sucesivamente; vemos que las temperaturas mínimas promedios fásicos son más bajos que el período 1979-1980 que el período 1980-1981.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las presentes conclusiones son válidas para la zona donde se ha realizado el presente trabajo o zonas con condiciones climáticas parecidas y son:

- Ha utilizado la quinua rosada de Yanamango, un promedio de precipitación igual a 554 mm. en su ciclo vegetativo.
- Ha empleado en su ciclo vegetativo la quinua rosada de Yanamango, un promedio de heliofonía de 1,192 horas de sol.
- Se determina un integral térmica por el método directo igual a 3,007 °C en la campiña de Cajamarca.
- La heliofonía influye significativamente en los rendimientos, con 95 % de seguridad.
- La temperatura máxima es altamente significativa en los rendimientos con 99 % de seguridad, pudiéndose predecir los rendimientos con la ecuación de predicción:

$$\hat{Y} = 1,025 + 0.92 X$$

- La temperatura media influye significativamente en los rendimientos obtenidos, con 99 % de seguridad, igualmente se puede predecir los rendimientos con la ecuación de predicción:

$$\hat{Y} = 880.6 + 1.41 X$$

- La temperatura mínima no influye significativamente en los rendimientos obtenidos.
- La quinua rosada de Yanamango, se puede sembrar desde octubre a diciembre, obteniéndose rendimientos que van de 3760 a 5890 Kg/há., con 95 % de seguridad.
- Hídricamente el año 1980-1981. ha sido más benigno que el año 1979-1980
- Se determina cinco fases fenológicas del cultivo de quinua, empleando en cada uno de ellos un promedio de días igual a: De siembra a plena germinación (7 días); de plena germinación a plena floración (110 días) de plena floración a plena maduración (66 días); y de plena maduración a cosecha (21 días), empleando en todo su ciclo vegetativo un promedio de 204 días.
- Se determina un promedio de altura de planta de 2.21 m.
- Se recomienda realizar estos ensayos en otras zonas o estaciones, para obtener una mejor información de este cultivo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- APARICIO E. (1977) "Influencia de Epocas de Siembra sobre el Rendimiento de Tres Variedades de Quinoa" (Chenopodium quinoa W.) Tesis. Puno - Perú.
- 2.- BLANCO T.C. (1970) "La Quinoa como se debe cultivar". Oruro Bolivia. Universidad Técnica 20 pág.
- 3.- CALZADA B. (1970) "Métodos Estadísticos y Diseños Experimentales" 3ª edición jurídica. Lima Perú. 643 pág.
- 4.- FLORES F.C. (1977) "Estudio Preliminar de la Fenología de la Quinoa" (Chenopodium quinoa Wild). Tesis Puno - Perú. Universidad Técnica del Altiplano.
- 5.- FRERE et al (1974) "Estudio Agroclimático de la Zona Andina " FAO Roma. Unesco París. OMM Ginebra. 375 pág.
- 6.- FULLER, H.J. (1949) "Photoperiodic response of Chenopodium quinoa Wild" and Amaranthus caudatus L. American Journal of Botany 36 (2) 175 - 180.
- 7.- GANDARILLAS H. (1974) "Genética y Origen de la Quinoa". La Paz Bolivia. Instituto Nacional del Trigo. Boletín Informativo Nº 9. 21 págs.
- 8.- LEON (1964) Plantas Alimenticias Andinas IICA. Boletín Informativo Nº 6 Lima - Perú.
- 9.- LESCANO R.J. (1971) "Cultivo de la Quinoa" Ministerio de Agricultura Zona Agraria XII Puno. Boletín Nº 17 Puno.
- 10.- MUJICA ANGEL (1977) Tecnología del Cultivo de la Quinoa. Boletín Técnico Nº 2. Fondo Simón Bolívar - IICA. Ministerio de Alimentación. Zona XII Puno Perú.
- 11.- ONERN (1971) Oficina Nacional de Estadística y Recursos Naturales.
- 12.- SIVORI (1947) "Fotoperiodismo en Chenopodium Quinoa" Reacción de la cigota y gametofita femenino Darwiniana Argentina 7 (4) 541 - 551.
- 13.- TAPIA et al (1979) "Quinoa y Kañiwa" Cultivos Andinos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). 228 Págs.

ANEXO "A"

INSTRUMENTAL UTILIZADO EN EL PRESENTE TRABAJO

Parámetro Meteorológico	Instrumento	Marca	Altura suelo en m.	Unidad de Medida
Horas de sol	Heliógrafo	R. Fuess	3.0	Hs. Sol
Precipitación	Pluviógrafo	R. Fuess	1.20	mm.
Radiación	Piranómetro	INRA	3.0	Langley/fase
Temperatura	T. Seco	T. Schneid.	1.60	°C.

LECTURAS REALIZADAS EN EL INSTRUMENTAL

EMPLEADO EN EL PRESENTE TRABAJO

INSTRUMENTO	LECTURAS DIARIAS			PROMEDIO
	07 Hs.	13 Hs.	19 Hs.	
Heliógrafo			x	\bar{x}
Pluviógrafo			x	\bar{x}
Piranómetro			x	\bar{x}
Termómetro	x	x	x	x/3

