

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
HUANCVELICA**

(Creada por Ley N° 25265)

ESCUELA DE POSGRADO

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

UNIDAD DE POSGRADO



TESIS

**DIFERENCIAS DE LA CONSTANTE TÉRMICA EN LAS FASES
FENOLÓGICAS DE DOS VARIEDADES DE AMARANTO
(*Amaranthus caudatus*. L): PRECOZ Y TARDÍA EN LA
MICROCUCENCA DEL DISTRITO DE AYACUCHO**

Línea de investigación: Biodiversidad

PRESENTADO POR:

M.Sc. Oscar Juan, ROQUE SIGUAS

**PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

HUANCVELICA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creado por la ley N°25265)

ESCUELA DE POSGRADO

UNIDAD DE POSGRADO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Ante el jurado conformado por los docentes: **Dr. Ruggierths Neil, DE LA CRUZ MARCOS**; **Dr. David, RUIZ VILCHEZ**; **Dr. Solón Dante, CARHUALLANQUI IBARRA**.

Asesora: Dra. Teresa Jesús, HUAMAN GONZALES

De conformidad al reglamento único de grados y títulos de la Universidad Nacional de Huancavelica, aprobado mediante Resolución N° 330-2019-CU-UNH.

El candidato al **GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

Don, **M.Sc. Oscar Juan ROQUE SIGUAS**, procedió a sustentar su trabajo de investigación titulado "DIFERENCIAS DE LA CONSTANTE TERMICA EN LAS FASES FENOLOGICAS DE DOS VARIETADES DE AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L): PRECOZ Y TARDIA EN LA MICROCUENCA DEL DISTRITO DE AYACUCHO".

Luego, de haber absuelto las preguntas que le fueron formuladas por los miembros del jurado, se dio por concluido al ACTO de sustentación, realizándose la deliberación y calificación, resultando:

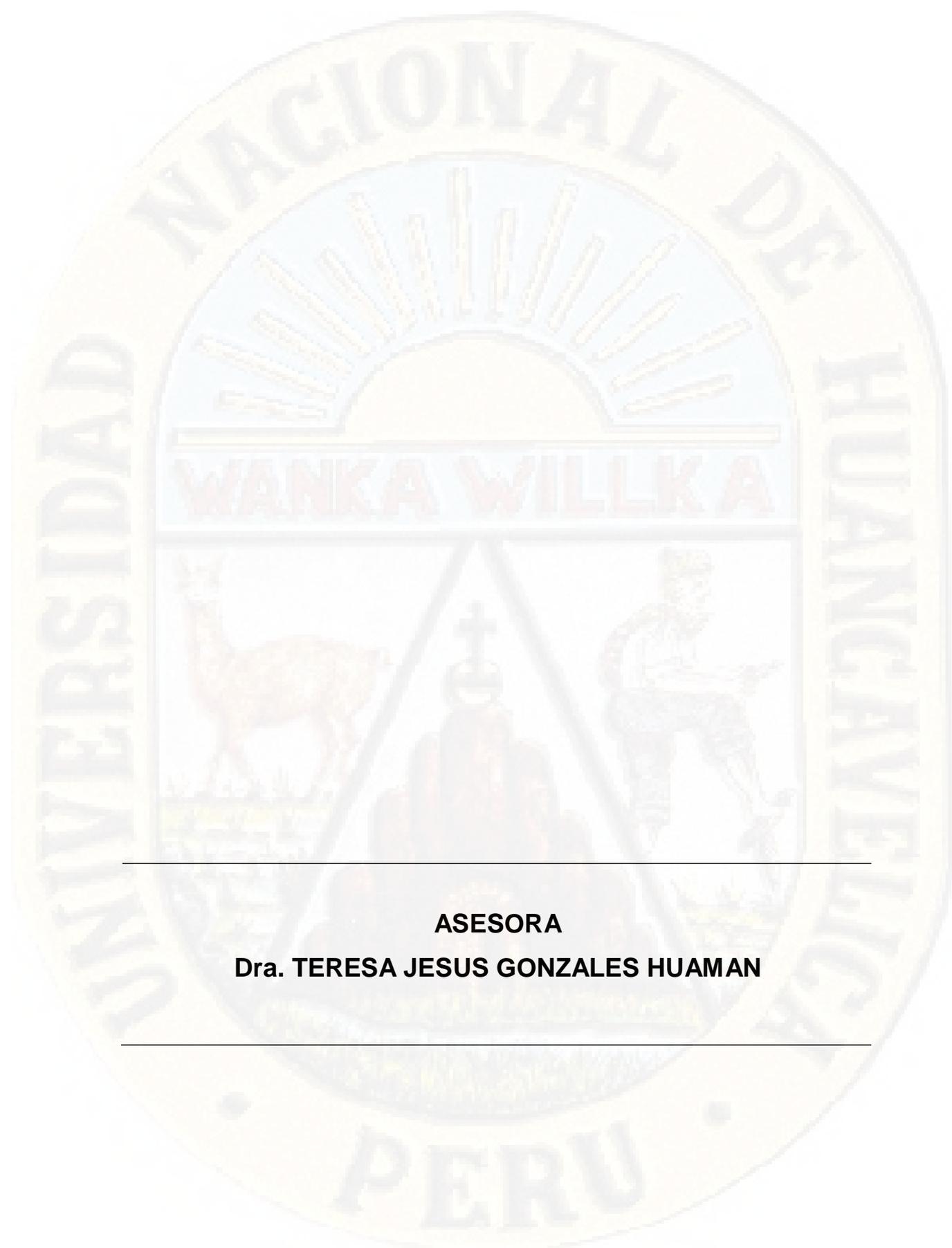
Con el calificativo: Aprobado Por **UNANIMIDAD**
Desaprobado

Y para constancia se extiende la presente ACTA, en la ciudad Acobamba, a los siete días del mes de enero del año 2019.

.....
Dr. Ruggierths Neil, DE LA CRUZ MARCOS
Presidente del jurado

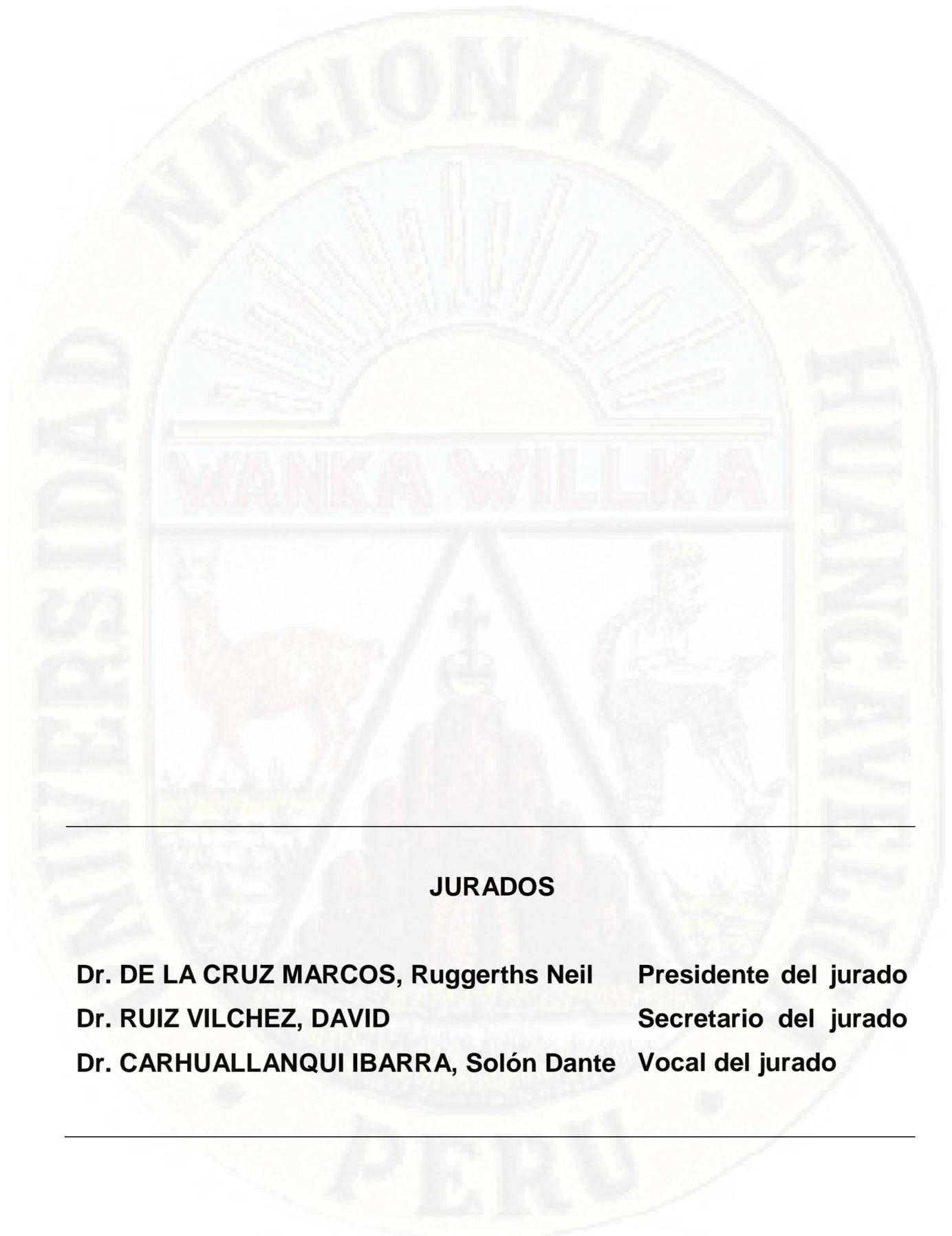
.....
Dr. DAVID, RUIZ VILCHEZ
Secretario del jurado

.....
Dr. Solón Dante, CARHUALLANQUI IBARRA
Vocal del jurado



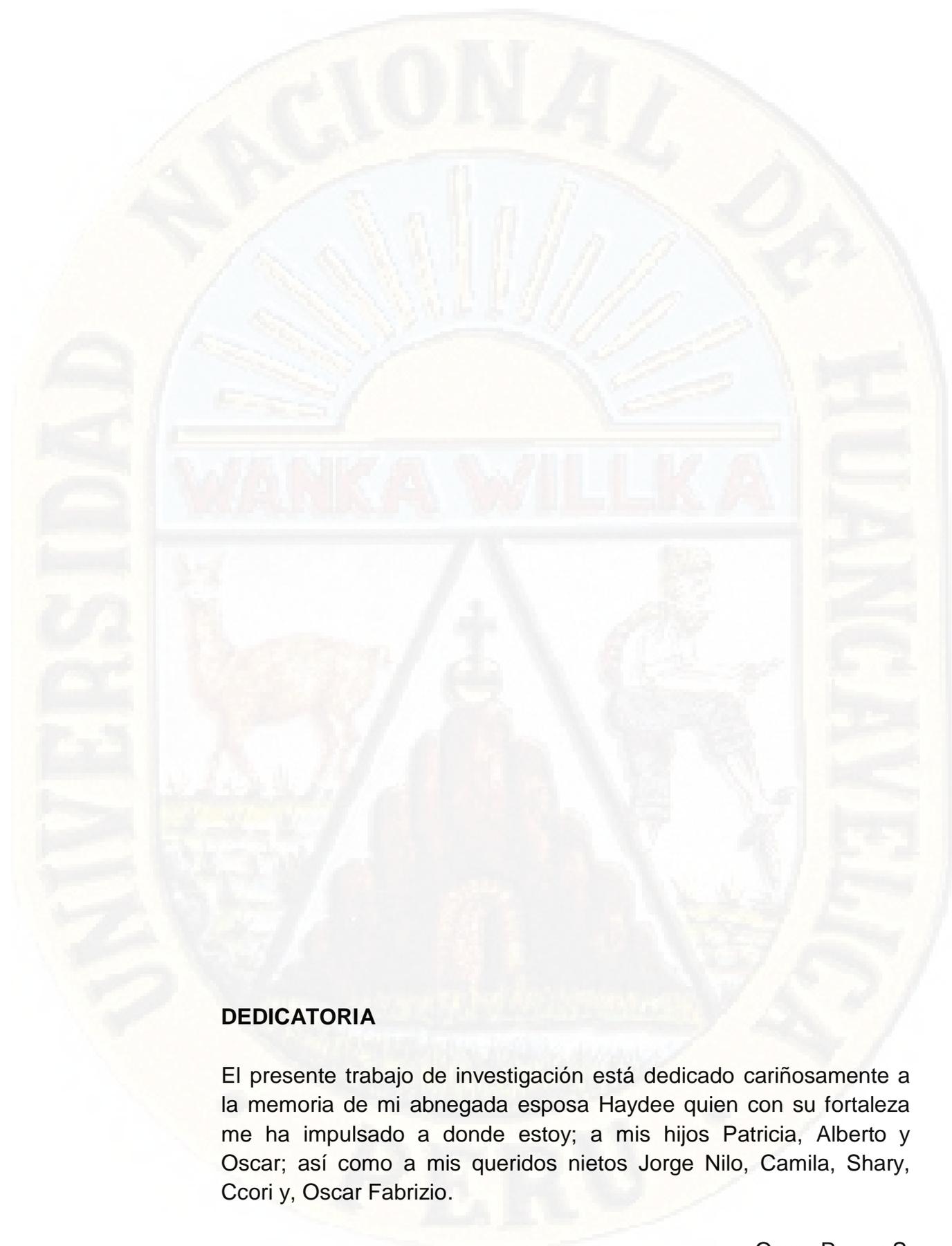
ASESORA

Dra. TERESA JESUS GONZALES HUAMAN



JURADOS

Dr. DE LA CRUZ MARCOS, RUGGERTHS NEIL	Presidente del jurado
Dr. RUIZ VILCHEZ, DAVID	Secretario del jurado
Dr. CARHUALLANQUI IBARRA, Solón Dante	Vocal del jurado



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado cariñosamente a la memoria de mi abnegada esposa Haydee quien con su fortaleza me ha impulsado a donde estoy; a mis hijos Patricia, Alberto y Oscar; así como a mis queridos nietos Jorge Nilo, Camila, Shary, Ccori y, Oscar Fabrizio.

Oscar Roque S

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga donde me forme profesionalmente.

A la Universidad Nacional de Huancavelica y Escuela de Posgrado por la oportunidad brindada para mi superación académica.

A mi asesora académica Doctora Teresa Jesús Gonzales Huamán.

A la memoria de mis padres Elías y Aquilia por sus enseñanzas y acertados consejos para conducirme en la vida.

A la fortaleza espiritual, paciencia y apoyo incondicional de mi querida esposa Haydee.

A mis familiares, amigos, colegas y compañeros de estudios, de trabajo y profesores, que participaron y compartieron un segmento de mis experiencias profesionales y personales.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar la Constante Térmica de las fases fenológicas de dos variedades de amaranto: variedad Oscar Blanco (Precoz), y la variedad Centenario (tardía), en las condiciones climáticas de Ayacucho; fue realizado en terreno aledaño a la Estación meteorológica ubicada al interior de la Ciudad Universitaria. Para la instalación del presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño de Bloques Completo al Azar (DBCA) por lo que conto con dos variedades y cinco épocas distintas de siembra. Al aplicar el ANVA en las distintas fases de desarrollo de las dos variedades de amaranto encontramos que no existe diferencia significativa del requerimiento de la constante térmica entre las diferentes épocas de siembra, pero si se encontró significación estadística, entre las variedades con un C.V. igual a 3.49%. La prueba de Tukey ($P = 0.05$) ratifica que, para las fases, a excepción de emergencia, no existe diferencia media significativa en el requerimiento de constante térmica entre las épocas de siembra, pero si entre las variedades en estudio. Oscar Blanco es el genotipo con menor requerimiento de Constante térmica para cumplir su ciclo con 1335.4°C , mientras que Centenario requiere 1438°C . La variedad Oscar Blanco presenta un mayor rendimiento promedio de 2,833.2 kilos/hectárea; mientras que Centenario tuvo un rendimiento promedio de 2,274.4 kilos/hectárea. Respecto al número de días requeridos para cumplir su ciclo vegetativo de emergencia a madurez fisiológica, Oscar Blanco reporta un rango de precocidad comprendido entre 124 a 134 días; mientras que centenario muestra ser más tardía requiriendo un rango de 135 a 145 días en las condiciones térmicas de la microcuenca de Ayacucho.

Palabras claves: Constante térmica, fases fenológicas, amaranto, Oscar Blanco, Centenario.

ABSTRACT

The present research work He had as main objective determining the thermal constant of phenological phases of two varieties of amaranth: Oscar White range (Early), and the variety Centennial (late), on the climatic conditions of Ayacucho; It was conducted in adjacent to the meteorological station located inside the University City area. The complete block design at random (DBCA) so I had two varieties and five different planting dates used for the installation of this research. When applying ANVA at different stages of development of the two varieties of amaranth we found that there is no significant difference in the requirement of thermal constant between different sowing times, but statistical significance was found between varieties with a CV equal to 3.49%. Tukey test ($P = 0.05$) confirms that, for the phases, except emergency, there is no significant mean difference in thermal constant requirement between the planting, but between varieties under study.. Oscar White genotype is less thermal constant requirement to comply with its cycle 1335.4°C while Centennial requires 1438°C . White Oscar variety has a higher average yield 2,833.2 kilos / hectare; while Centennial had an average yield of 2274.4 kilos / hectare. Regarding the number of days required to fulfill its vegetative cycle emergency physiological maturity, Oscar White reports a range of earliness between 124 to 134 days; while centennial be shown later requiring a range of 135 to 145 days thermal conditions microwatershed Ayacucho.

Keywords: Thermal constant, phenological phases, amaranth

ÍNDICE DEL CONTENIDO

	Página.
Carátula	i
Acta de sustentación	ii
Asesora	iii
Jurados	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice del contenido	ix
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xiv
Índice de anexos	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. Justificación e importancia	5
1.5. Factibilidad del estudio	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.2. Bases teóricas de las variables en estudio	19
2.2.1. Constante térmica	19
2.2.2. Obtención de la constante térmica	20
2.2.3. Grado-día	20
2.2.4. Acción de la temperatura sobre la vegetación	21
2.2.5. Efecto de las temperaturas sobre las plantas	22
2.2.6. Periodo fenológico de un cultivo	22
2.2.7. Gradiente fenológico	23
2.2.8. Características ecológicas de un cultivo	23
2.2.9. Genero <i>Amaranthus</i>	23
2.2.10. <i>Amaranthus caudatus</i> L.	31
2.3. Marco conceptual	32
2.4. Marco filosófico	33
2.5. Formulación de hipótesis	35
2.6. Identificación de variables	35
2.7. Operaciones de variables e indicadores	36
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.1. Tipo de la investigación	37
3.2. Nivel de investigación	37
3.3. Métodos de investigación	38
3.4. Diseño experimental	38
3.5. Población y muestra	40

3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.6.1.	Ubicación del experimento	40
3.6.2.	Coordenadas geográficas del sitio	40
3.6.3.	Condiciones climáticas del lugar de ensayo	42
3.6.4.	Vegetación	44
3.6.5.	Zona de Vida	44
3.6.6.	Material genético	44
3.6.7.	Materiales de campo	45
3.6.8.	Materiales de gabinete	45
3.7.	Conducción del experimento	45
3.7.1.	Análisis químico del suelo	45
3.7.2.	Preparación del terreno	45
3.7.3.	Surcado	45
3.7.4.	Fertilización química	47
3.7.5.	Fertilización orgánica	47
3.7.6.	Siembra	47
3.7.7.	Tapado de semilla	47
3.7.8.	Riego	47
3.7.9.	Raleo	47
3.7.10.	Control de malezas	48
3.7.11.	Aporque	48
3.7.12.	Cosecha	48
3.8.	Datos tomados en el campo	49
3.8.1.	Fases fenológicas	49
3.8.2.	Altura de plantas a la cosecha (APC)	52
3.8.3.	Longitud de la panoja principal a la cosecha (LPP)	52
3.8.4.	Rendimiento en kilogramos por parcela (RKP)	52
3.8.5.	Rendimiento en kg por hectárea (RKH)	53
3.8.6.	Variable meteorológica utilizada en la fenología	53
3.9.	Técnicas de procesamiento y análisis estadístico	53
	CAPITULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	55
4.1.	Presentación e interpretación de datos	56
4.1.1.	Evaluación de la constante térmica para las distintas fases fenológicas	56
4.1.2.	Constante térmica vs precocidad	64
4.1.3.	Productividad	67
4.2.	Discusión de resultados	69
4.2.1.	De la constante térmica	69
4.2.2.	De las fases fenológicas	70
4.2.3.	De la altura de planta	72
4.2.4.	De la longitud de panoja	72
4.2.5.	Del rendimiento de granos	72
4.3.	Proceso de prueba de hipótesis	73
	Conclusiones	75
	Recomendaciones	77
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
	ANEXOS	A

ÍNDICE DE TABLAS

		Página.
Tabla 1.	Resultados de la prueba Regional Americana de Cultivares de Amaranto (FAO-INIA, Perú).	15
Tabla 2.	Fechas de siembra – cosecha del amaranto para el Perú	15
Tabla 3.	Rendimiento de grano de amaranto de cultivares de la Prueba Regional de Cultivares de Amaranto en Lima, Arequipa y Cuzco, Perú, temporada 1992-1993	19
Tabla 4.	Valor nutricional del amaranto en relación con otras hortalizas (en 100 gr de hoja)	30
Tabla 5.	Valor nutritivo de la semilla cruda de amaranto comparado con cereales comunes (gr /100 gr)	30
Tabla 6.	Composición química de la semilla de amaranto (por 100 gr de parte comestible y en base seca)	30
Tabla 7.	Variables e indicadores	36
Tabla 8.	Condiciones Termo-hídricas de la campaña 2016- 2017	43
Tabla 9.	Condiciones Termo-hídricas de la campaña 2017- 2018	43
Tabla 10.	Constante térmica por época de siembra, y estado fenológico de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L)	56
Tabla 11.	Análisis de varianza del requerimiento de constante térmica para la fase emergencia por época de siembra y variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	57
Tabla 12.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica Emergencia de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	57
Tabla 13.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase de emergencia de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	57
Tabla 14.	Análisis de varianza de la constante térmica para la fase 8 hojitas de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) y cinco épocas de siembra. Pampa de Arco 2772 msnm. Ayacucho	58
Tabla 15.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica 8 hojas verdaderas de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	58
Tabla 16.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica 8 hojas verdaderas de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	58

Tabla 17.	Análisis de varianza de la constante térmica para la fase inicio de panojamiento de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) y cinco épocas de siembra. Pampa de Arco 2772 msnm. Ayacucho	59
Tabla 18.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica Inicio de panojamiento de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	59
Tabla 19.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica Inicio de panojamiento de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	59
Tabla 20.	Análisis de varianza de la constante térmica para la fase fenológica inicio de floración de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	60
Tabla 21.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica Inicio de floración de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	60
Tabla 22.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica Inicio de floración de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	60
Tabla 23.	Análisis de varianza del requerimiento térmico para la fase fenológica plena floración de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	61
Tabla 24.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica plena floración de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	61
Tabla 25.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica Plena floración de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	62
Tabla 26.	Análisis de varianza del requerimiento térmico para la fase fenológica grano lechoso de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	62
Tabla 27.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica grano lechoso de dos variedades de amaranto	62

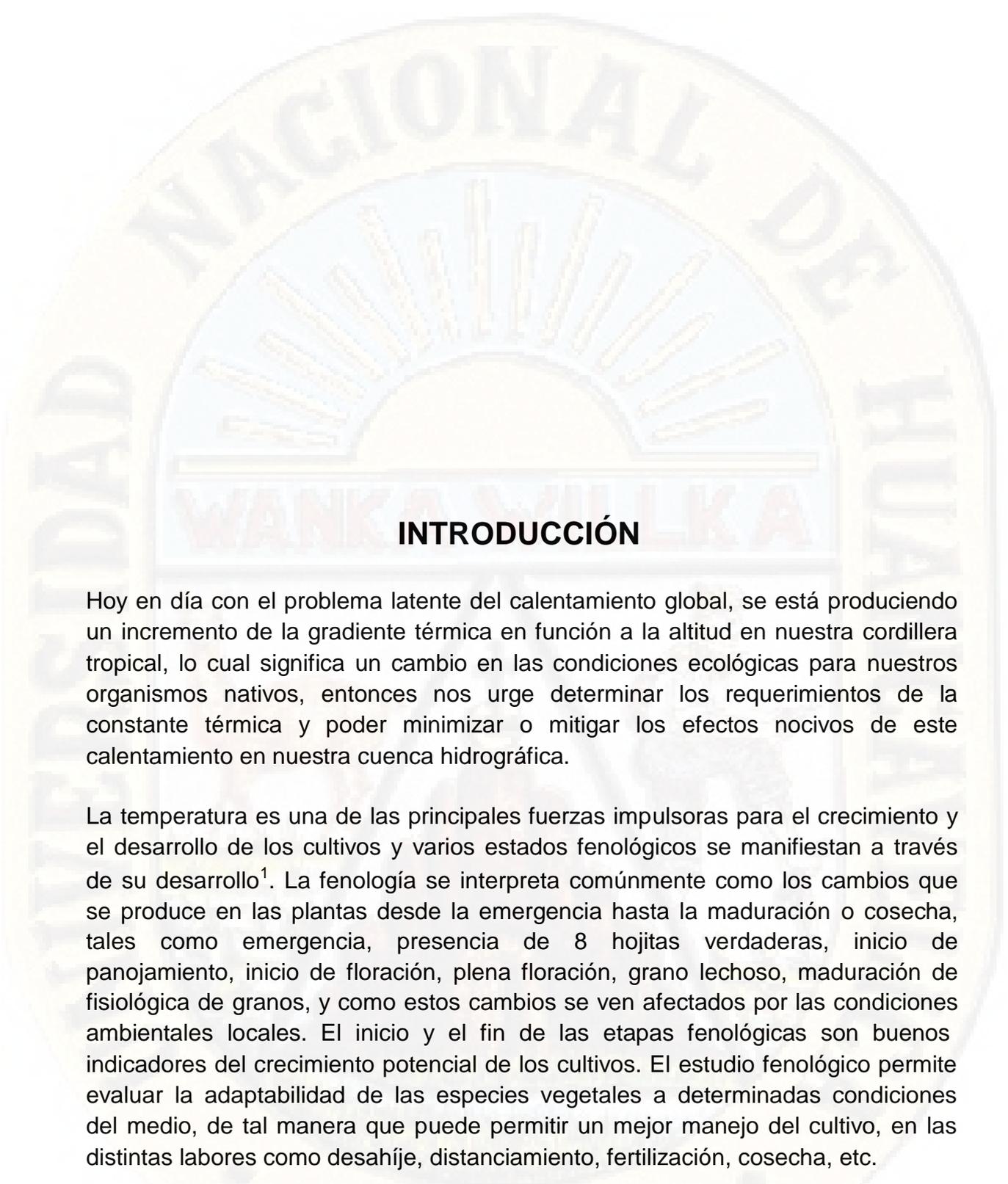
	(<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	
Tabla 28.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica Grano lechoso de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	63
Tabla 29.	Análisis de varianza de la constante térmica para la fase fenológica madurez fisiológica de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	63
Tabla 30.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica Madurez fisiológica de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	63
Tabla 31.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica Madurez fisiológica de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho	64
Tabla 32.	Análisis de varianza de la regresión lineal simple de la constante térmica (Y) en relación a la precocidad (X) de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) considerando siete estados fenológicos. Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho	64
Tabla 33.	Precocidad (X) y constante térmica (Y) con límites de confianza del 95% de siete estados fenológicos en dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho	66
Tabla 34	Precocidad y constante térmica a la madurez fisiológica de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho	67
Tabla 35.	Cuadrados medios del análisis de varianza de los caracteres de productividad de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) y cinco épocas de siembra. Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho	67
Tabla 36.	Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los caracteres de productividad de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) y cinco épocas de siembra. Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho	68
Tabla 37.	Coefficientes de correlación entre caracteres de productividad y la madurez fisiológica de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.). Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho	69

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Ubicación del experimento	41
Figura 2. Termómetros de máxima y mínima	42
Figura 3. Fluviógrafo	42
Figura 4. Balance Hídrico de la campaña 2016-2017	43
Figura 5. Balance Hídrico de la campaña 2017-2018	44
Figura 6. Preparación de terreno	46
Figura 7. Surcado	46
Figura 8. Siembra	46
Figura 9. Emergencia Oscar Blanco	49
Figura 10. Emergencia Centenario	49
Figura 11. Fase 8 hojitas verdaderas	50
Figura 12. Inicio de panojamiento	50
Figura 13. Inicio floración	51
Figura 14. Plena floración	51
Figura 15. Madurez fisiológica Oscar Blanco	51
Figura 16. Madurez fisiológica Centenario	51
Figura 17. Longitud de panoja Centenario	52
Figura 18. Longitud de panoja Oscar Blanco	52
Figura 19. Cernido de granos	52
Figura 20. Limpiado de granos	52
Figura 21. Regresión lineal simple de la constante térmica (Y) sobre la precocidad (X) de dos variedades de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) considerando siete estados fenológicos. Pampa del Arco 2750 msnm, Ayacucho	65

ÍNDICE DE ANEXOS

		Página.
Anexo 1.	Matriz de consistencia	B
Anexo 2.	Análisis de suelo	C
Anexo 3.	Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 1 de siembra (30/11/16) de la variedad de amaranto "Oscar Blanco"	D
Anexo 4.	Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 2 de siembra (25/12/16) de la variedad de amaranto "Oscar Blanco"	G
Anexo 5.	Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 3 de siembra (28/10/17) de la variedad de amaranto "Oscar Blanco"	J
Anexo 6.	Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 4 de siembra (18/11/17) de la variedad de amaranto "Oscar Blanco"	M
Anexo 7.	Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 5 de siembra (08/12/17) de la variedad de amaranto "Oscar Blanco"	P
Anexo 8.	Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 1 de siembra (30/11/16) de la variedad de amaranto "Centenario"	S
Anexo 9.	Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 2 de siembra (25/12/16) de la variedad de amaranto "Centenario"	V
Anexo 10.	Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 3 de siembra (28/10/17) de la variedad de amaranto "Centenario"	Y
Anexo 11.	Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 4 de siembra (18/11/17) de la variedad de amaranto "Centenario"	BB
Anexo 12.	Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 5 de siembra (08/12/17) de la variedad de amaranto "Centenario"	EE
Anexo 13.	Constante térmica y número de días para cada estado fenológico por variedad de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) y época de siembra	HH
Anexo 14.	Altura de planta y tamaño de panoja por variedad de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.) y época de siembra	JJ
Anexo 15.	Panel fotográfico	LL

The logo of the Universidad Nacional de Huancavelica is a circular emblem. It features a central sun with rays, positioned above a horizontal line. The sun and line are set against a light blue background. The words "UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA" are written in a circular path around the emblem. The word "WANKAMULLKA" is written in a horizontal line across the middle of the emblem, below the sun and above the horizontal line.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día con el problema latente del calentamiento global, se está produciendo un incremento de la gradiente térmica en función a la altitud en nuestra cordillera tropical, lo cual significa un cambio en las condiciones ecológicas para nuestros organismos nativos, entonces nos urge determinar los requerimientos de la constante térmica y poder minimizar o mitigar los efectos nocivos de este calentamiento en nuestra cuenca hidrográfica.

La temperatura es una de las principales fuerzas impulsoras para el crecimiento y el desarrollo de los cultivos y varios estados fenológicos se manifiestan a través de su desarrollo¹. La fenología se interpreta comúnmente como los cambios que se produce en las plantas desde la emergencia hasta la maduración o cosecha, tales como emergencia, presencia de 8 hojitas verdaderas, inicio de panojamiento, inicio de floración, plena floración, grano lechoso, maduración de fisiológica de granos, y como estos cambios se ven afectados por las condiciones ambientales locales. El inicio y el fin de las etapas fenológicas son buenos indicadores del crecimiento potencial de los cultivos. El estudio fenológico permite evaluar la adaptabilidad de las especies vegetales a determinadas condiciones del medio, de tal manera que puede permitir un mejor manejo del cultivo, en las distintas labores como desahíje, distanciamiento, fertilización, cosecha, etc.

Con frecuencia, el tiempo calendario se ha utilizado para la predicción de las fases de crecimiento y desarrollo de los cultivos, sin embargo consideramos que el método de mejor uso en la predicción de dicho desarrollo fenológico es la acumulación de temperatura media diaria por encima de una temperatura base o temperatura cero (t_b), conocido como tiempo térmico, grados-días de crecimiento

o desarrollo (GDC), unidades de calor, o tiempo fisiológico, y se define como la cantidad de grados día necesarios para finalizar un determinado proceso de desarrollo o fase fenológica.

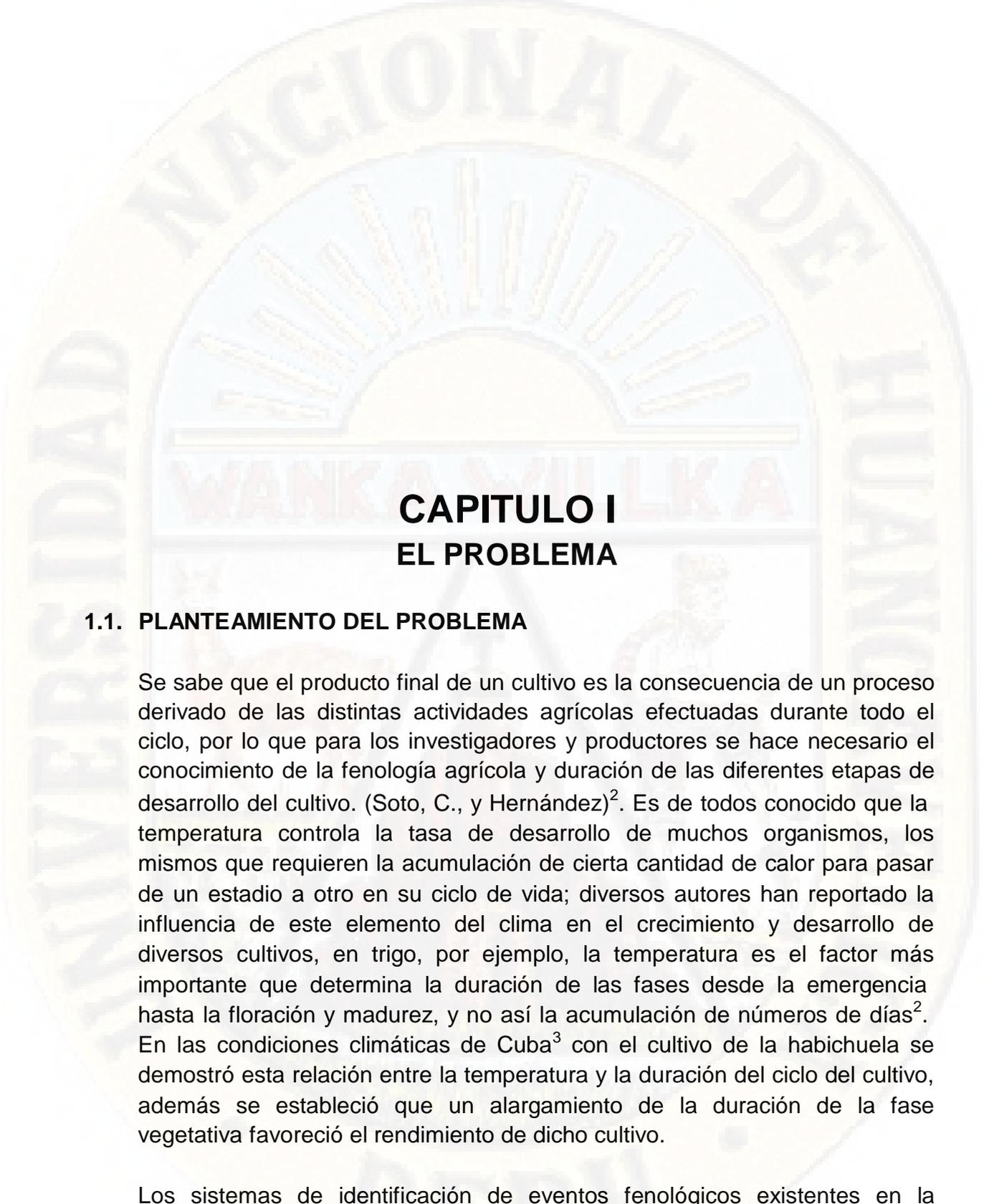
Existen varios métodos de cálculo de GDC, pero el más común en las investigaciones agrícolas y fenológicas es calcular GDC como la suma de la diferencia entre la temperatura media y la cero t_b ; consideramos la temperatura media calculada como la media de las temperaturas mínimas y máximas diarias, y la temperatura base o cero (t_b) es aquella temperatura crítica por debajo de la cual el desarrollo fenológico cesa o las plantas detienen sus procesos metabólicos, para el caso del amaranto se ha considerado $t_b = 7.0$ °C.

Según Parra⁵², se han desarrollado modelos agroclimáticos que relacionan las diferentes fases fenológicas con el tiempo térmico o tiempo fisiológico de la planta. Para el caso del amaranto no se conocen o existen muy pocos estudios que indiquen conocer valores de la constante térmica para cada fase fenológica del mismo.

El amaranto o kiwicha (*Amaranthus caudatus* L), es originaria de sur américa, su cultivo se conoce desde el sur de ecuador a través de Perú y Bolivia hasta el noroeste de la Argentina (Coons¹⁵). Al amaranto o kiwicha se le considera como un cultivo promisorio para la región andina del Perú, gracias a su excelente adaptación en las zonas comprendidas desde el nivel del mar hasta los 2800 metros de altitud.

Los objetivos de este trabajo fueron: (i) Determinar la influencia de la constante térmica en la aparición de las fases fenológicas en dos variedades de amaranto: variedad precoz (Oscar Blanco) y tardía (Centenario), así como sobre la altura de plantas, longitud de panoja a la madures fisiológica, y producción en la microcuenca del distrito de Ayacucho. Formulando la hipótesis general que es la Constante Térmica o acumulación de la temperatura del aire quien determina la aparición de las fases fenológicas de las variedades precoz y tardía del amaranto (*Amaranthus caudatus* L), y no así la sumatoria de días calendarios desde emergencia a maduración fisiológica.

Con el conocimiento del requerimiento térmico de todas y cada una de las fases fenológicas del amaranto en dos variedades como Oscar Blanco (-precozll) y centenario (-tardíall), se podrán desarrollar futuros trabajos de observaciones sistemáticas a escala regional, altitudinal, nacional y mundial en las próximas décadas, constituyendo un cabal conocimiento de la relación atmosfera- biosfera con la biología del amaranto, y por lo tanto realizar una programación del cultivo en nuestro territorio nacional.



CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se sabe que el producto final de un cultivo es la consecuencia de un proceso derivado de las distintas actividades agrícolas efectuadas durante todo el ciclo, por lo que para los investigadores y productores se hace necesario el conocimiento de la fenología agrícola y duración de las diferentes etapas de desarrollo del cultivo. (Soto, C., y Hernández)². Es de todos conocido que la temperatura controla la tasa de desarrollo de muchos organismos, los mismos que requieren la acumulación de cierta cantidad de calor para pasar de un estadio a otro en su ciclo de vida; diversos autores han reportado la influencia de este elemento del clima en el crecimiento y desarrollo de diversos cultivos, en trigo, por ejemplo, la temperatura es el factor más importante que determina la duración de las fases desde la emergencia hasta la floración y madurez, y no así la acumulación de números de días². En las condiciones climáticas de Cuba³ con el cultivo de la habichuela se demostró esta relación entre la temperatura y la duración del ciclo del cultivo, además se estableció que un alargamiento de la duración de la fase vegetativa favoreció el rendimiento de dicho cultivo.

Los sistemas de identificación de eventos fenológicos existentes en la literatura muestran inconsistencia en cuanto a los criterios que se utilizan para evaluar el progreso del desarrollo. En muchas áreas de la agronomía se ha adoptado el concepto de estudios fenológicos para monitorear el curso

del desarrollo en los cultivos tomando como base el número de días totales, por lo que es importante que la terminología usada sea común, objetiva y precisa⁴.

¿Será verdad que la diferenciación de los términos —precozll y —tardíall está en función al número de días o están en función de la Constante Térmica? Puesto que una especie que se comporta como precoz en una localidad, puede tranquilamente comportar como tardía en otra. Por todas estas consideraciones se acometió este trabajo de investigación considerando que es importante conocer los sistemas de identificación de eventos fenológicos aplicables al cultivo de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L), en función a la constante térmica y no en función del número de días acumulados.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A continuación, se formulan las interrogantes a las que se dará respuesta con el presente trabajo de investigación.

Problema General

- ¿Existe diferencias de la Constante Térmica en las fases fenológicas de dos variedades de Amaranto (*Amaranthus caudatus* L):ll Precozll y –Tardíall, en la microcuenca del distrito de Ayacucho?

Problemas Específicos

- ¿Existe diferencia del requerimiento de la Constante Térmica en la manifestación de las distintas fases fenológicas como la emergencia; aparición de 8 hojas verdaderas; inicio de panojamiento; inicio de floración; plena floración; grano lechoso; madurez fisiológica; producción; altura de planta y longitud de panoja de la variedad —precozll de amaranto en la microcuenca del distrito de Ayacucho?
- ¿Existe diferencia del requerimiento de la Constante Térmica en la manifestación de las distintas fases fenológicas como la emergencia; aparición de 8 hojas verdaderas; inicio de panojamiento; inicio de floración; plena floración; grano lechoso; madurez fisiológica; producción; altura de planta y longitud de panoja de la variedad –tardíall de amaranto en la microcuenca del distrito de Ayacucho?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

- Analizar las diferencias de la Constante Térmica en las fases fenológicas de dos variedades de amaranto: variedad Oscar Blanco (Precoz), y la variedad Centenario (tardía), en la microcuenca del distrito de Ayacucho.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diferenciar la cantidad de la Constante Térmica, para cada fase fenológica de la variedad —precozll como son: la emergencia, aparición de 8 hojas verdaderas, inicio de panojamiento, inicio de floración, plena floración, grano lechoso, madurez fisiológica, altura de planta, así como longitud de panoja y producción en la microcuenca del distrito de Ayacucho.
- Diferenciar la cantidad de la Constante Térmica, para cada fase fenológica de la variedad —tardíall como son: la emergencia, aparición de 6- 8 hojas verdaderas, inicio de panojamiento, inicio de floración, plena floración, grano lechoso, madurez fisiológica, altura de planta, así como longitud de panoja y producción en la microcuenca del distrito de Ayacucho.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El género *Amaranthus*, llamado también —kiwichall en nuestra localidad, adquiere una gran importancia en estos días como alternativa alimenticia para el complemento nutricional de los niños desnutridos por su alto poder nutritivo (18% de proteínas), bajo esta premisa es importante conocer los sistemas de identificación de eventos fenológicos aplicables al cultivo de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L).

El presente trabajo se justificó en la medida que se determinó con certeza el requerimiento térmico de las dos variedades de amaranto, y con el conocimiento de las condiciones térmicas de un lugar cualquiera de nuestro territorio, se podrá realizar una buena programación estacional de este cultivo.

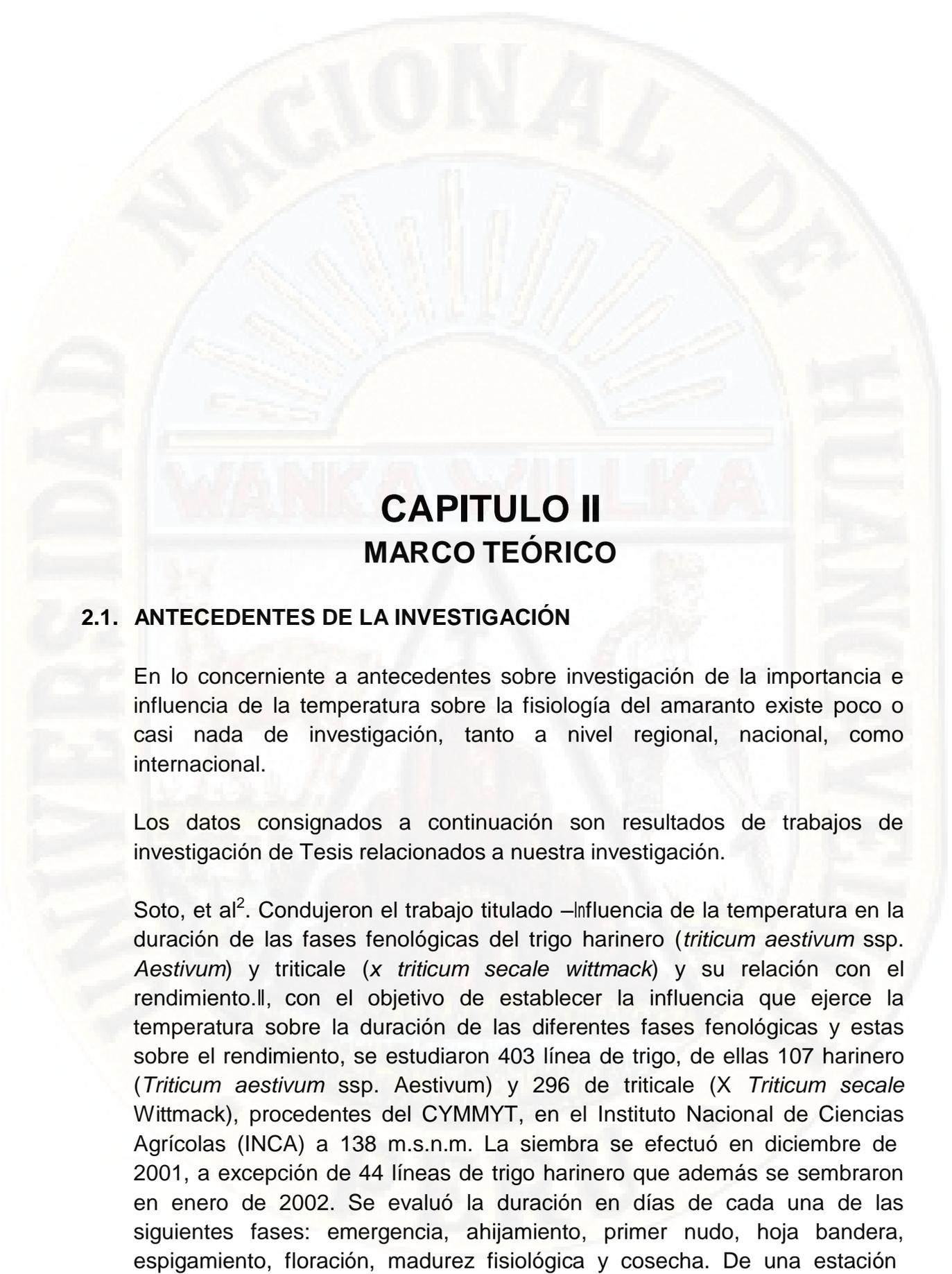
Además, el conocimiento de la constante térmica de las variedades del Amaranto, será de interés regional, nacional y mundial.

1.5. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

- Factibilidad Económica: El presente trabajo de investigación si fue factible desde el punto de vista económico, pues contamos con el suficiente recurso económico para la adquisición de insumos y materiales como semillas, abono orgánico, y otros insumos de campo, así como de gabinete.
- Factibilidad Tecnológica: En este aspecto también fue factible por tener a nuestra disposición la estación meteorológica, donde se toman y registra el conjunto de elementos meteorológicos, así como el terreno adyacente a la estación meteorológica para instalar las parcelas demostrativas. en cuanto al trabajo de gabinete se contó con computadoras, impresoras, servicios como internet y otros apoyos en general, los cuales fueron

aportados por la Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga auspiciadora del presente trabajo de Tesis.

- Factibilidad Operativa: Si fue viable por tener al apoyo, decisión y orientación de mi asesora, personas profesionales conocedoras del tema, y de las autoridades de la Escuela de Posgrado de la Universidad nacional de Huancavelica.
- Factibilidad Académica: Fue factible porque en este trabajo se integraron conocimientos de diferentes asignaturas importantes, así como también por poseer conocimiento en meteorología agrícola, y especialmente en el manejo de instrumental meteorológico, y desarrollo de trabajos de investigación en el campo del medio ambiente.
- Factibilidad Política empresarial: El redescubrimiento del amaranto por su alto contenido proteico (18%), se convierte en una alternativa para combatir la desnutrición de nuestra niñez; así como por su rusticidad en sus requerimientos agronómicos, la -kiwichall o amaranto tiene gran potencial económico, siendo un producto atractivo para su explotación empresarial. También este proyecto nos permitirá ejecutar una buena programación y sectorización a nivel nacional de su cultivo.
- Factibilidad ecológica: Vemos como el hombre se está encargando de acabar con la naturaleza y sus consecuencias ambientales, acción que no parece ser del todo reconocida por los países tercermundistas, pretendiendo todavía el uso de maquinarias sofisticadas, plaguicidas, grandes áreas de terreno y semillas mejoradas. Este modelo de producción encarece el producto final y tiene una errada política agraria y destrucción ambiental, como la contaminación, reducción de agua, erosión y cambio climático entre otros.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En lo concerniente a antecedentes sobre investigación de la importancia e influencia de la temperatura sobre la fisiología del amaranto existe poco o casi nada de investigación, tanto a nivel regional, nacional, como internacional.

Los datos consignados a continuación son resultados de trabajos de investigación de Tesis relacionados a nuestra investigación.

Soto, et al². Condujeron el trabajo titulado –Influencia de la temperatura en la duración de las fases fenológicas del trigo harinero (*triticum aestivum* ssp. *Aestivum*) y triticales (*x triticum secale wittmack*) y su relación con el rendimiento. II, con el objetivo de establecer la influencia que ejerce la temperatura sobre la duración de las diferentes fases fenológicas y estas sobre el rendimiento, se estudiaron 403 líneas de trigo, de ellas 107 harinero (*Triticum aestivum* ssp. *Aestivum*) y 296 de triticales (*X Triticum secale* Wittmack), procedentes del CYMMYT, en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) a 138 m.s.n.m. La siembra se efectuó en diciembre de 2001, a excepción de 44 líneas de trigo harinero que además se sembraron en enero de 2002. Se evaluó la duración en días de cada una de las siguientes fases: emergencia, ahijamiento, primer nudo, hoja bandera, espigamiento, floración, madurez fisiológica y cosecha. De una estación

meteorológica próxima al sitio, se tomaron los datos de temperatura media del aire y se calculó la suma de temperaturas acumuladas en cada una de las fases. También se calcularon las regresiones lineales entre la duración del día en cada una de las fases (x) y el rendimiento (y). De acuerdo con la duración del ciclo de las líneas estudiadas, estas se dividieron en cinco grupos, siendo la diferencia entre los extremos de 30 días. Se constató la influencia de la temperatura en la duración del ciclo, independientemente de la especie de trigo estudiada; se demostró la importancia de la duración en la fase vegetativa en la definición del rendimiento, al encontrarse coeficientes de determinación altos y significativos a partir de la fase de espigamiento. Las dos especies de trigo requirieron un acumulado de temperatura entre 1800 y 2400°C para completar su ciclo biológico.

Hernández y Soto⁵. Llevaron a cabo el trabajo -Influencia de tres fechas de siembra en el crecimiento y rendimiento de especies de cereales cultivadas en condiciones tropicales. Parte II. Cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench var. Isiap Dorado)^{II}, llegando a las siguientes conclusiones: en la fecha de siembra de noviembre de 2008 las plantas necesitaron más tiempo para llegar a la fase de madurez fisiológica (106 días), mientras que en la fecha de siembra de julio de 2009 se requirió un menor número de días para llegar a dicha fase (93 días), las plantas sembradas en junio de 2009 ocuparon un lugar intermedio (101 días). Las mayores diferencias entre las fechas de siembra se presentaron en la fase desde la emergencia hasta la floración, o sea, en la fase vegetativa, pues en la fase reproductiva las diferencias oscilaron entre dos y cuatro días.

Así mismo, se puede comprender la influencia de la temperatura media del aire sobre la duración de la fase vegetativa, pues las mayores temperaturas en los primeros 60 días del cultivo ocurrieron en la siembra de julio de 2009 y las más bajas en noviembre de 2008. En este caso consideran la influencia de la temperatura media del aire del número de días sobre la duración de la fase vegetativa, pero no dice cuál fue la constante térmica de cada fase.

Brandán de Antoni, et al⁶. Llevaron a cabo el experimento: -Comportamiento del amaranto en diferentes fechas de siembra en tafí del valle, Tucumán, argentina.^{II} Las fechas de siembra concernientes a los tratamientos fueron: T1.15/11/11; T2: 5/12/11, con 8 repeticiones en diseño de bloques al azar. La cosecha del grano de amaranto se efectuó en abril y en mayo, cuando la panoja alcanzó la madurez fisiológica, esto es con el grano duro, y con las hojas en senescencia de color marrón empiezan a caer. Las mediciones efectuadas fueron: altura de planta en el período de floración y rendimientos comerciales (kg. ha⁻¹) de grano. Se efectuó el ANOVA y Test de Tukey (p=0,05). Se obtuvieron diferencias significativas en altura de plantas entre T2 (0,970m) y T1 (0,785m); en rendimientos T1 (232,229kg. ha⁻¹) tuvo

diferencias significativas respecto a T2 (215,001kg. ha⁻¹), con mayores rindes agronómicos. De acuerdo a estos resultados se concluye la importancia de la fecha de siembra en que al ser más temprana el cultivo dispone de condiciones agroecológicas más favorables para el logro de mayores rindes agronómicos.

En este caso no correlacionan fases fenológicas con la Constante térmica.

Monsalvo et al⁷. Realizaron el trabajo de investigación titulado -Producción de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) a tres fechas de siembra en Huazulco, Temoac, Morelos. Los autores afirman que la fecha de siembra es una práctica de manejo que tiene influencia sobre el rendimiento de los cultivos, y que esta dependerá fundamentalmente de las características climáticas de cada zona. La planta de amaranto presenta cierta sensibilidad al fotoperiodo, por lo que, las siembras tempranas favorecen el desarrollo vegetativo mientras que las fechas tardías, reducen su desarrollo y producen inflorescencias en menor número de días. Por lo que se plantearon el siguiente objetivo: Evaluar el rendimiento en el cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) a tres fechas de siembra, considerando algunos parámetros físicos y químicos de un suelo tipo regosol y dos tratamientos (gallinaza y testigo).

El experimento lo ubicaron en la localidad de Huazulco, municipio de Temoac, durante el ciclo primavera-verano del 2004, en condiciones de temporal. Se estableció un diseño experimental de parcelas apareadas; uno fertilizado con gallinaza (150kg N/ha) y el otro sin fertilizar (testigo) con tres repeticiones, llevándose a cabo las labores culturales propias del cultivo. Además, se caracterizaron tres fechas de siembra: 15 de junio, 30 de junio y 15 de julio respectivamente. Los parámetros a evaluar fueron: altura de la planta, de la panoja y el rendimiento. Se realizaron dos muestreos edáficos (pre siembra y pos cosecha) a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm), para determinar algunos parámetros físicos y químicos del suelo.

Los resultados a que llegaron es que la altura de la planta y de la panoja, evidenciaron las diferencias entre el amaranto fertilizado con gallinaza y el testigo, al igual que entre las fechas de siembra; siendo la segunda fecha donde existió mayor diferencia entre los tratamientos. Las plantas más altas se obtuvieron en la segunda fecha de siembra, mientras que, en la primera fecha, las panojas fueron más grandes. El mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación de gallinaza, en las dos primeras fechas de siembra (1.354 t/ha y 1.364 t/ha respectivamente). Los resultados edáficos mostraron cambios en tres parámetros físicos, la densidad aparente, densidad real y la porosidad.

En conclusión, la gallinaza influyó para que la variable altura de la planta y la panoja fueran más altas. Las dos primeras fechas, son favorables para la siembra del cultivo de amaranto, mientras que la tercera fecha (15 de julio), no es recomendable para la producción de este cultivo, debido a que no contribuyen a la obtención de rendimientos competitivos. La aplicación de gallinaza tuvo efecto sobre tres parámetros físicos, por lo que la hipótesis queda rechazada y finalmente la textura arena franca, fue la causante de que la materia orgánica, carbono y nitrógeno tuvieran bajos porcentajes.

Granados et al⁸. Llevaron a cabo el trabajo de investigación titulado: “Aptitud agroclimática en la Mesa Central de Guanajuato, México”. Este trabajo consistió en integrar un conjunto de indicadores térmicos y pluviales que influyen directamente en la actividad agrícola. Los indicadores fueron aplicados en la región norte de Guanajuato, para obtener una regionalización potencial climática y sugerir la introducción de cultivos alternativos como: amaranto, sorgo y girasol forrajero. Llegando a las siguientes conclusiones:

Los indicadores climáticos analizados permitieron la delimitación de áreas potenciales para los cultivos: amaranto, sorgo y girasol. Además, los requerimientos termo pluviométricos de los mismos permitieron señalar su eficiencia ante estas condiciones.

Desde el punto de vista pluviotérmico, las zonas del noroeste, este y sureste de la Mesa Central de Guanajuato son Medianamente aptas (MA) para el amaranto; la temperatura máxima parece no tener peso relevante como limitante, debido a que se presentan en su mayoría temperaturas máximas promedio de hasta 26° C, mismas que son tolerables para el cultivo. En tanto que, para el sorgo forrajero, las áreas Medianamente aptas (MA) se localizan en las zonas agrícolas centrales de la región guanajuatense y las del girasol forrajero en las áreas templadas del noroeste, porción central de los Llanuras de Allende y Dolores Hidalgo. En las zonas restantes de la región, los indicadores termo pluviométricos son inferiores a los requeridos como óptimos para los tres cultivos y, por tanto, junto con otras limitantes como el relieve montañoso y los suelos poco desarrollados, se categorizaron como No aptas (Na).

Lázaro et al⁹. Condujeron el trabajo titulado: -Influencia de la temperatura ambiental y la fecha de siembra sobre la duración de las fases fenológicas en cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.)|. La investigación la llevaron a cabo en el área de la Unidad Científico-Tecnológica de Base –Los Palacios| (UCTB) en la provincia de Pinar del Río, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Se utilizaron dos cultivares de ciclo corto (INCA LP-5 y Reforma) y dos cultivares de ciclo medio (INCA LP-2 y J-104), los cuales se sembraron en cuatro fechas de siembra (enero-2004, diciembre-2004,

febrero-2005 y enero-2006) en la campaña de frío, sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso Petroférico. El objetivo fue determinar la influencia de la temperatura ambiental y la fecha de siembra en la variación de las fases fenológicas de cuatro cultivares de arroz. Utilizaron un diseño experimental de bloques al azar con cuatro réplicas. Atendiendo a los resultados, concluyeron que la mayor duración de la fase vegetativa y reproductiva se encontró en las fechas de diciembre-2004 y enero-2006, lo que se corresponde con los valores más bajos de temperatura informados en el trabajo. La temperatura acumulada necesaria para poder completar el ciclo biológico de los cultivares INCA LP-5, Reforma e INCA LP-2 está comprendida en un rango de 1900 a 2150 °C, mientras que para J-104 es de 2200 a 2260 °C. Los mayores rendimientos se corresponden con la mayor duración de la fase reproductiva para todos los cultivares estudiados.

Loracnis et al³. Condujeron el trabajo “Estudio fenológico preliminar de seis cultivares de habichuela de la especie *Phaseolus vulgaris* L. El género *Phaseolus vulgaris* L., reviste de gran importancia, ya que puede ser producida para consumo fresco como procesada para uso industrial en los meses de invierno. Dado el poco conocimiento que se tiene de esta especie en Cuba, se propusieron como objetivo de la investigación realizar un estudio sobre las fases fenológicas y el ciclo del cultivo en un grupo de variedades de habichuelas de la especie *Phaseolus vulgaris* L. Se estudiaron seis variedades entre el 2005 y 2006, las que se establecieron en áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA); se tomaron 15 plantas por cada variedad, realizándose observaciones cada tres días y se analizaron los rendimientos por m², así como el acumulado de temperatura diaria. De acuerdo con los resultados, a pesar de que todas las variedades son de ciclo medio, Bountiful y Tendergreen se pueden clasificar como las variedades más tempranas (45-48 días) mientras que Liver y Verlili como las más tardías (59-60 días), estas últimas, por tanto, presentaron mayor acumulado de temperatura y los mejores resultados en el rendimiento.

Del ciclo vegetativo y rendimientos. La duración del ciclo vegetativo depende tanto de la variedad y especie a cultivar, como del ambiente, así con: *A. cruentus*, cultivado a 600 m de altitud con 22°C de temperatura, se obtuvo cosecha a los 90 días desde la siembra, mientras que a 3.050 m de altitud con 12°C de temperatura, la cosecha se alcanzó a los 180 días. En general el ciclo del cultivo varía entre 120 y 180 días, pero puede darse casos extremos como 90 o 240 días¹⁰.

Como puede observarse el ciclo vegetativo se reporta en número de días no así toman en consideración a la constante térmica.

Ramírez Velázquez et al¹¹. Condujeron el trabajo de investigación: -Fertilización y densidad de plantas en variedades de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.)ll, tomando en consideración que el amaranto es un cultivo potencial que está tomando importancia en México, y debido a que cada día hay mayor demanda. Según los autores el paquete tecnológico para la producción de amaranto no está totalmente definido, por lo que, a fin de determinar los efectos de la localidad, la fertilización, la densidad de plantas y variedades establecieron el presente experimento. El experimento se estableció en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones en las localidades de San Miguel del Milagro Tlaxcala y Montecillo Estado de México, tres dosis (0, 60 y 80 kg ha⁻¹) de N combinadas con dos (30 y 60 kg ha⁻¹) dosis de P, densidades de plantas de 100 000, 150 000 y 250 000 plantas ha⁻¹ y las variedades DGTA, Gabriela y Revancha pertenecientes a *A. hypochondriacus*. Los resultados encontrados muestran que la localidad, la fertilización, la densidad de plantas y la interacción densidad de plantas-variedad, tuvieron efectos significativos sobre el rendimiento de semilla. Según resultados obtenidos, los rendimientos más altos correspondieron a la localidad de Montecillo, Estado de México; a las fórmulas 80-60-40 y 80-30-40 con 1 668.7 y 1 660.9 kg ha⁻¹, respectivamente, a la variedad DGTA (1 778.2 kg ha⁻¹) y a la densidad de plantas de 100 000 plantas ha⁻¹. Para altura de planta la variedad y densidad de plantas tuvieron efectos significativos, siendo la variedad Revancha la que presentó una altura de planta apropiada para cosecha mecánica en las tres densidades de plantas. En relación al acame sólo la fertilización tuvo efecto, resultando las fórmulas 60-60-40, 60-30-40 y 80-60-40 con porcentajes de 37.21, 36.98 y 35.9, respectivamente.

Tuston Torres¹². La investigación se realizó en dos localidades Pucara a 2513 msnm y Mojandita Mirador a 2922msnm, en la provincia de Imbabura, Ecuador, cuyos objetivos fueron: realizar la caracterización morfológica, agronómica y de calidad de las diez líneas de amaranto en estudio; e Identificar las líneas con las mejores características en rendimiento de grano y biomasa; Se probaron las siguientes líneas: ECU.0014, ECU-0113, ECU-2210, ECU-437, ECU-4744 DE GRANO BLANCO Y ECU-0069, ECU-0082, ECU-0102, ECU-123 Y ECU-0162 de grano negro, arribando a las siguientes conclusiones:

No existen diferencias significativas en altura de plantas y longitud de tallos entre líneas, en las dos comunidades. En el diámetro de tallo basal, longitud de panoja y rendimiento se detectaron diferencias significativas entre líneas. Entre localidades se encontró que los resultados más promisorios se alcanzaron en Pucara. La línea ECU-2210, presentó el mejor rendimiento en Mojandita, con un promedio de 1300Kg/ha, y la variedad ECU-0014 en Pucara, con 1400Kg/ha. Para obtener mejor rendimiento de grano por metro

cuadrado de superficie, recomienda cultivar la línea ECU-2210 en alturas de 2900 msnm, y la línea ECU-0014 a alturas menores a 2600msnm. También recomienda no sembrar amaranto a alturas mayores de 3000msnm.

Guata Patín C.¹³, en su Tesis relacionada a Fases fenológicas del amaranto, plantea las siguientes fases evaluadas por el:

1. **Días a la emergencia (DE).** Esta variable se evaluó en días en cada parcela en un periodo de tiempo de 5 a 15 días después de la siembra.
2. **Días al panojamiento (DP).** Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la formación de la panoja principal del panojamiento de inflorescencias secundarias.
3. **Días a la Floración (DF).** Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la formación de las flores en las panojas cuando estas hayan florecido un 50 % de las inflorescencias.
4. **Días a la cosecha (DC).** Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha cuando el cultivo estuvo en madurez fisiológica, esto es hojas secas en la base y amarillas hacia el ápice de la planta y grano seco.

Mujica y Quillahuamán (1989) y Henderson (1993). Los estados fenológicos coincidentes por ambos autores son los siguientes; y que a su vez los utilizo Chagaray Analia¹⁴, según dichos investigadores las fases fenológicas del amaranto son las siguientes:

1. **Emergencia: (VE).** Es la fase en la cual las plántulas emergen del suelo y muestran sus dos cotiledones extendidos y en el surco se observa por lo menos un 50% de población en este estado. Todas las hojas verdaderas sobre los cotiledones tienen un tamaño menor a 2 cm de largo. Este estado puede durar de 8 a 21 días dependiendo de las condiciones agroclimáticas.
2. **Fase vegetativa: (V1...Vn).** Estas se determinan contando el número de nudos en el tallo principal donde las hojas se encuentran expandidos por lo menos 2 cm de largo. El primer nudo corresponde al estado V1 el segundo es V2 y así sucesivamente. A medida que las hojas basales senescen la cicatriz dejada en el tallo principal se utiliza para considerar el nudo que corresponda. La planta comienza a ramificarse en estado V4.

Fase reproductiva:

1. **Inicio de panoja (R1).** El ápice de la inflorescencia es visible en el extremo del tallo. Este estado se observa entre 50 y 70 días después de siembra.
2. **Panoja (R2).** La panoja tiene al menos 2 cm de largo.
3. **Término de panoja (R3).** La panoja tiene al menos 5 cm de largo. Si la antesis ya ha comenzado cuando se ha alcanzado esta etapa, la planta debiera ser clasificada en la etapa siguiente.
4. **Antesis (R4).** Al menos una flor se encuentra abierta mostrando los estambres separados y el estigma completamente visible. Las flores hermafroditas, son las primeras en abrir y Estudio de factibilidad del cultivo del amaranto generalmente la antesis comienza desde el punto medio del eje central de la panoja hacia las ramificaciones laterales de esta misma. En esta etapa existe alta sensibilidad a las heladas y al stress hídrico.

Este estado puede ser dividido en varios sub-estados, de acuerdo al porcentaje de flores del eje central de la panoja que han completado antesis.

- **Llenado de granos (R5).** La antesis se ha completado en al menos el 95% del eje central de la panoja
 - **Grano lechoso.** Las semillas al ser presionadas entre los dedos, dejan salir un líquido lechoso.
 - **Grano pastoso.** Las semillas al ser presionadas entre los dedos presentan una consistencia pastosa de color blanquecino.
5. **Madurez fisiológica (R6).** Un criterio definitivo para determinar madurez fisiológica aún no ha sido establecido; pero el cambio de color de la panoja es el indicador más utilizado. En panojas verdes, éstas cambian de color verde a un color oro y en panojas rojas cambian de color rojo a café-rojizo. Además, las semillas son duras y no es posible enterrarlas la uña. En este estado al sacudir la panoja, las semillas ya maduras caen
 6. **Madurez de cosecha (R7).** Las hojas senescen y caen, la planta tiene un aspecto seco de color café.

Generalmente se espera que caiga una helada de otoño para que disminuya la humedad de la semilla.

En estas fases fenológicas así descritas solamente toma en consideración el número de días que acumulan desde inicio y fin de cada fase; y, no así las relaciona todas y cada una de estas fases con la cantidad de grados días de

calor que han acumulado en cada una desde germinación a maduración fisiológica.

CULTIVARES DE AMARANTO EN LA REGIÓN AMERICANA

La Oficina Regional de la FAO¹⁵ en coordinación con el INIA de Perú y entidades dedicadas a la investigación en América Latina y el caribe, condujeron una Prueba Regional Americana de Cultivares de Amaranto, utilizando diferentes cultivares procedentes de todos los países cooperantes y participantes de la prueba, habiendo encontrado resultados sumamente interesantes en la producción de este cultivo de alto valor nutritivo para la alimentación humana.

Tabla 1. Resultados de la prueba Regional Americana de Cultivares de Amaranto (FAO-INIA, Perú).

País	Lugar del ensayo	Altura (msnm)	Tipo de suelo	Rendimiento (kg/ha)
Argentina	Purmamarca	2250	Arcillo-Arenoso	1530
Bolivia	Carmen Pampas, Yungas	1648	Arcillo-Limoso	2258
Bolivia	Oruro	3710	Arcillo-Arenoso	203
Chile	Pirque, Santiago	654	Franco-Arcilloso	—
Chile	Chillán, Concepción	144	Franco	2933
Chile	Temuco	100	Franco	1049
Ecuador	Sta. Catalina, Quito	2720	Franco-Arenoso	3167
México	Vicente Guerrero, Durango	1920	Arenoso	3875
Haití	Damien, P-au-P.	18	Limo-Arenoso	1191
México	Chapingo, Texcoco	2249	Franco-Arcilloso	4583
Perú	Huancayo	3312	Franco-Arcilloso	4318
Perú	Lima	251	Franco	935
Perú	Taray – Cusco	2900	Franco	7208
Uruguay	Colonia	81	Franco-Arcilloso	1500
Perú	San Camilo, Arequipa	1253	Arenoso	3750

El Ministerio de Agricultura/OIA Estadística 1998¹⁵ (Perú). En el caso de fechas de siembra – cosecha para el amaranto presenta el siguiente cuadro:

Tabla 2. Fechas de siembra – cosecha del amaranto para el Perú.

SIEMBRA		COSECHA	
MESES	%	MESES	%
AGOSTO	< 2	MARZO	< 1
SETIEMBRE	4	ABRIL	< 1
OCTUBRE *	18	MAYO	13
NOVIEMBRE*	25	JUNIO*	25
DICIEMBRE*	22	JULIO*	28
ENERO*	26	AGOSTO	20
FEBRERO	4	SETIEMBRE	13
MARZO	2	OCTUBRE	< 1
ABRIL	< 1		

* Meses de mayor porcentaje de siembra y cosecha.

Ramírez et al¹⁶. identificaron 29 tipos de amaranto en la provincia de La Unión, Arequipa a partir de un concurso de variabilidad genética en el año 2001, diferenciándolas por el tipo de panoja y la presencia o no de espinas.

Miñano Cárdenas¹⁷. Realizó un estudio en condiciones de La Molina, en una siembra primavera-verano, comparando el rendimiento de dos variedades comerciales y siete líneas mutantes en cuatro sistemas de cultivo. Un sistema de cultivo convencional con fertilizantes y pesticidas inorgánicos, dos sistemas orgánicos con productos orgánicos para el control de plagas y dos abonos orgánicos diferentes el guano de isla y estiércol de vacuno y un sistema tradicional o testigo sin aplicación, empleando un diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones. En el sistema orgánico con guano de islas se encontró un rendimiento promedio de experimento de 1344 kg/ha y proteína en el grano de 12.4%; sobresalen las variedades comerciales Oscar blanco (1848.9 kg/ha), Centenario (2026.0kg/ha) y la línea mutante MKSHUACH0-34(1510.4 kg/ha). En el orgánico con estiércol de vacuno se logró un rendimiento promedio de 924 kglha y proteína en el grano de 12%, destacando las líneas mutantes MKSHUACH0-34(1166.7 kg/ha) y MKSHUACH0-60(994.8kg/ha). En el sistema convencional se observó un rendimiento en promedio del experimento de 1494 kg/ha y un porcentaje de proteína en el grano de 12.5%, destacando las variedades comerciales Oscar Blanco (1812.5 kg/ha) y Centenario (2156.3kg/ha) y las líneas mutantes MKSHUACH0-91(1619.8kg/ha) y MKSHUACH0-60(1697.9 kg/ha).

En el sistema tradicional sin insumos o control se observó un rendimiento de 1058 kg/ha y un contenido de proteína en el grano de 12.1%; destacando las líneas mutantes MKSHUACH0-51(1125 kg/ha), MKSHUACH0-34(1270 kg/ha), MKSHUACH0-91(1005.2 kg/ha) y MKSHUACH0-60(1208.3 kg/ha). La rentabilidad fue de 42.3%, 3.6%, 0.6% y -10.9% para los cuatro experimentos; respectivamente.

El Gobierno Regional de Apurímac¹⁸. trabajo el año 2009 con variedades de kiwicha en el Perú.

Las variedades mejoradas en el país por diversas instituciones son: Ayacuchana – INIA (obtenida por el Programa Nacional de Cultivos Andinos), 10-C, 41-F, San Luis, Otusco, Rojo Cajamarca, E-13 y E-2008 como selecciones locales efectuadas en los departamentos de Cusco, Ayacucho y Cajamarca respectivamente La variedad Rojo Cajamarca es usada principalmente en bebidas como la chicha o refresco coloreado por su alto contenido de amarantina. Existe también la variedad Consuelo, obtenida en Cusco recientemente y evaluada con el nombre de CAC-2074-BA 87. Las variedades comerciales más recomendadas son "Centenario" y "Oscar Blanco" (Gómez & Romero 2004). El Gobierno Regional de Apurímac,

(2009) indica que las empresas agroexportadoras demandan la variedad "Centenario" en un 100 por ciento, debido al color, buena consistencia, precocidad productiva, volumen productivo, siendo su rendimiento muy atractivo en Talavera-Apurímac, llegando a 2.5 t/ha. La mayor producción de kiwicha proviene de estas variedades y son las de mayor nivel de exportación, como es el caso de empresas como Green Sur foods que trabaja con "Oscar Blanco" y "Centenario" (Green Sur Peruvian Foods 2014) También la empresa INTERAMSA Agroindustrial promociona la variedad "Centenario" refiriéndose a ella como la variedad con la que trabajan por ser la más blanca de todas. (INTERAMSA 2014).

Jacinto Juárez¹⁹. En su Tesis de titulación de Biólogo, llevo a cabo la Evaluación de tres variedades de —Kiwichall en las condiciones de la costa en Piura, en base a la prueba experimental de tres variedades cultivadas conseguidas del Programa de Cultivos Andinos de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. El objetivo del trabajo de tesis consistió en evaluar la respuesta agro biológica en cuanto a rendimiento de grano, periodo vegetativo de tres variedades cultivadas de "kiwicha": var. c. Oscar Blanco, var. c. Noel Vietmeyer y var. c. Huancayo; bajo la hipótesis de que una de las tres variedades cultivadas debía demostrar mejores características a condiciones de Piura en la costa. El trabajo experimental se realizó en base a la aplicación de un diseño estadístico de bloques, dispuesto en forma sistemática, con tres tratamientos (las tres variedades cultivadas) y tres repeticiones; donde se evaluó las variables: Longitud de tallo, longitud de panoja, rendimiento grano/planta, rendimiento grano/parcela y días a la maduración; sometidas a la prueba del ANVA ninguna de las tres presentó diferencias estadísticamente significativas. No obstante, la variedad cultivada Oscar Blanco presentó mejor rendimiento de 0.84366 kg/parcela que proyectado a la hectárea es de 1137.78 kg/ha que está dentro de lo óptimo. De lo que se concluye que el cultivo de la "kiwicha" en la costa de Piura es posible y ventajoso.

Huillca Quispe²⁰. En su tesis —Comparativo de rendimiento de cinco compuestos y dos variedades de Kiwicha (*Amaranthus caudatus* L) en condiciones de K'ayrall, que tuvo como objetivo general evaluar el rendimiento de grano, caracterización agronómica y fenología de cinco compuestos y dos variedades de Amaranto (Oscar Blanco y CICA 2006), a 3,570 msnm, encontró los siguientes resultados: En lo concerniente a las evaluaciones agronómicas se han encontrado diferencias estadísticas para: altura de planta a la madurez fisiológica, longitud de tallo, longitud de panoja, diámetro de tallo y número de granos por gramo; mientras que para longitud y ancho de hoja, peso de rastrojo, peso de tallo seco, no mostraron diferencias significativas. En cuanto a rendimiento se tuvo que: la variedad CICA 2006 arrojó 1.78 Tn/ha, Compuesto 7 con 1.62 Tn/ha, Compuesto 4

con 1.58 Tn/ha, Compuesto 3 con 1.56 Tn/ha, Compuesto 1 con 1.43 Tn/ha y la variedad Oscar Blanco con 1.34 Tn/ha. Respecto a las fases fenológicas de los cinco Compuestos y las dos variedades de kiwicha tuvieron un comportamiento estadísticamente diferentes donde el ciclo vegetativo del compuesto 7 y la variedad CICA 2006 con 220 y 219 días respectivamente son iguales entre sí con un ciclo vegetativo corto; con un comportamiento intermedio del compuesto 1, compuesto 4, y la variedad Oscar Blanco con 229, 228 y 227 días respectivamente; y comportamiento fenológico largo del Compuesto 5 y Compuesto 3 con 232 y 242 días respectivamente. Así mismo concluyo que los cinco Compuestos y las dos variedades de Kiwicha es posible cultivarlos a una altitud mayor a 3,500 msnm.

VARIETADES MEJORADAS DISPONIBLES PARA LAS DIFERENTES ECOLOGIAS DEL PERU

Según Transue et al²¹. Entre las principales variedades mejoradas en el Perú se tiene:

1. AYACUCHANA-INIA, obtenida en Ayacucho, por el programa Nacional de Cultivos Andinos, se caracteriza por tener alto potencial de rendimiento (3000kg/ha), periodo vegetativo intermedio, grano grande de color blanco, altura de planta intermedia, resistente al déficit hídrico, planta erecta.
2. 2.10-C,41-F, San Luis, Otusco, Rojo Cajamarca, E-13, E-2008, son selecciones locales efectuadas en Cusco, Cajamarca y Ayacucho respectivamente a partir del material genético sobresaliente de los bancos de germoplasma, efectuados por sus características de alto potencial de rendimiento, mediana precocidad, grano grande y adaptación a las localidades de selección; las de mayor difusión en el país son 10-C y 41-F; Rojo de Cajamarca se caracteriza por tener grano de color oscuro de alto contenido de amarantina y utilizada mayormente para la preparación de chicha o refresco de color rojo. Recientemente en Cusco se ha obtenido la variedad de amaranto denominada CONSUELO que estaba siendo evaluada con la identificación de CAC-2074-BA; caracterizada por el elevado potencial productivo, adecuada arquitectura de planta para la mecanización del cultivo, precocidad moderada y buen tamaño de grano.

CULTIVARES DE AMARANTO EN LA REGIÓN AMERICANA

La Oficina Regional de la FAO²² en coordinación con el INIA de Perú y entidades dedicadas a la investigación en América Latina y el Caribe, condujeron una Prueba Regional Americana de Cultivares de Amaranto, utilizando diferentes cultivares procedentes de todos los países cooperantes y participantes de la prueba, habiendo encontrado resultados sumamente

interesantes en la producción de este cultivo de alto valor nutritivo para la alimentación humana.

Tabla 3. Rendimiento de grano de amaranto de cultivares de la Prueba Regional de Cultivares de Amaranto en Lima, Arequipa y Cuzco, Perú, temporada 1992-1993.

Cultivar	Lima	Huancayo	Arequipa	Cusco
INIAP Alegría	921	1601	2714	2385
Oscar Blanco	694	1361	2625	2210
S-DGO-HI	601	1917	3581	674
Línea 10-C	435	1313	2880	2640
Noel Vietmayer	434	1500	2849	2755
INIAP Ataco	208	1472	3333	2580
ICTA-01-0012	97	2374	2464	1996
Línea 41-F	77	1792	3052	2920
UTAB Cahuayuma	—	2295	2589	2091
<i>Amaranthus cruentus</i>	—	572	2344	1540
S-DGO-CI	—	285	2649	1435
CAC-2074-BA-87		1781	1651	1575
Promedio	433	1507	2723	2067
	14.7	20.3	15.8	20.6

2.2. BASES TEÓRICAS DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO

2.2.1. Constante térmica

Si desde el momento en que se produce la germinación se suma la temperatura media de cada día hasta el momento de la madurez, la suma total es siempre la misma, cualquiera haya sido la ubicación del cultivo y el año considerado. Según Réamur¹, la cebada requiere desde la germinación hasta la madurez una suma de 1700 °C, el trigo 2000 y el maíz 2500, el autor no considera las temperaturas medias bajo cero grados. A estas sumas fijas para cada vegetal, se les dio el nombre de constante térmica. Esto explica la diferente duración de los cultivos. Por ejemplo, el maíz necesita 2500 °C, si el cultivo se efectúa en una localidad donde la temperatura media diaria es de 25 °C, la planta necesitará 100 días para alcanzar la madurez. Si la temperatura media fuese de 15 °C la planta necesitará (2500/15) 167 días para madurar. La constante térmica también puede calcularse para cualquier subperíodo de las plantas. Para un frutal como el almendro, se puede calcular la suma de temperaturas que requiere desde floración hasta la foliación.

Existen varios modelos que tratan de representar la vinculación entre la temperatura el crecimiento y desarrollo de los vegetales.

2.2.2. Obtención de la constante térmica²³

2.2.2.1. Método directo: Se suman las temperaturas medias diarias

$$\Sigma$$

2.2.2.2. Método residual

Cuando se observó que la constante térmica en realidad sufría variaciones según las localidades se trató de resolver de la siguiente forma. En el método directo se considera como útil toda temperatura arriba de cero grados, pero en realidad casi todas las especies comienzan a crecer a los 6 °C, por lo tanto, toda temperatura inferior a este valor no reporta ninguna utilidad. Este valor 6 se lo denomina cero vital. Para encontrar la verdadera eficiencia de la temperatura, es necesario restarle los 6° que corresponden al –cero vital o –temperatura basell, el residuo resultante es la temperatura efectivamente útil. Este método se lo llama residual. A la temperatura media de cada día se le resta 6 y luego se suman los residuos así obtenidos para obtener la constante térmica. Las temperaturas medias diarias inferiores a 6° no intervienen para nada en los cálculos. Las investigaciones han puesto en evidencia que si se calcula la diferencia diaria entre la temperatura media del día (Tm) y una temperatura base (Tb) y se suman estas diferencias en el transcurso de un lapso de tiempo entre fase y fase se obtendrá un valor casi constante en un lugar determinado - para una especie vegetal dada - cualquiera sea el año o la época del año.

$$\Sigma$$

Representación esquemática de la tasa de desarrollo de un cultivo en función a la temperatura.

2.2.3. Grado-día

Un grado-día para un cultivo cualquiera, se define como el día en el cual la temperatura media diaria está un grado sobre la temperatura cero (esta es la temperatura mínima para el crecimiento de la planta). Una planta, para completar su ciclo vegetativo, debe acumular cierto número de grados de temperatura; por lo tanto, se han ideado varios métodos para controlar la acumulación progresiva de grados a partir de la fase inicial. El método más sencillo es el de suma de temperaturas medias diarias, propuesto por Reamur; y el otro es el método residual¹⁴.

La medida de este calor acumulado se conoce como Tiempo Fisiológico, y teóricamente este concepto que involucra la combinación adecuada de grados de temperatura y el tiempo cronológico, es siempre el mismo²⁴.

2.2.4. Acción de la temperatura sobre la vegetación

Como los animales, las plantas también tienen su temperatura óptima de crecimiento, con una mínima y una máxima. A partir de su temperatura mínima la planta empieza a crecer; con el aumento de los grados, la planta crece con mayor intensidad. Sin embargo, cuando el vegetal llega a su temperatura máxima, deja de realizar sus funciones vitales. El rango de temperaturas mínima, óptima y máxima para un gran número de plantas suele ser alrededor de 8°C de mínima, 16°C de óptima y 30°C de máxima. Pero cabe destacar que los límites son diferentes para cada variedad ya que pueden tener rangos de temperatura distintos según las condiciones meteorológicas del lugar como la cantidad de lluvia, viento o luz²⁵.

En general, y considerando sólo la acción de las temperaturas, las plantas tienen un desarrollo óptimo cuando las variaciones térmicas y los valores extremos de temperaturas no ejercen ningún efecto negativo sobre sus funciones. A este respecto y en función de cada tipo de planta se puede hablar de: temperatura cero, temperatura óptima, temperatura umbral o límite y temperatura letal.

Temperatura cero

Conceptualmente, la temperatura cero es la temperatura a la cual el desarrollo se detiene debido al frío. A medida que la temperatura aumenta por encima de la temperatura cero, el desarrollo se acelera hasta que se alcanza la temperatura óptima. En el caso del amaranto, la temperatura cero es 7.0°C Si fuera necesario hacer cálculos seguros de sumas de calor, se debería obtener la temperatura media para cada día como $(máxima+mínima)/2$ y restar la temperatura base para esa etapa.

Temperaturas óptimas: son los valores térmicos que aseguran la velocidad potencial de crecimiento máximo. En general, está situado entre los 25 y 28°C para gran parte de nuestras plantas, pero puede llegar a los 30°C para plantas procedentes de zonas más cálidas como el maíz.

Temperaturas umbral o límite: algunas fases del desarrollo de las plantas, como los de floración, o encañado y espigado de cereales, pueden realizarse si la temperatura es superior a una temperatura mínima determinada.

Temperaturas letales: son las temperaturas más bajas y más elevadas que puede soportar una determinada planta. Así, temperaturas bajas que dejan el suelo cubierto de una capa de hielo impide la respiración de las plantas. Por otro lado, la mayor parte de las plantas cultivadas de la zona templada no resisten temperaturas superiores a los 50°C²⁶.

2.2.5. Efecto de las temperaturas sobre las plantas

Las temperaturas tienen efectos sobre la velocidad de crecimiento, germinación, transpiración, respiración, fotosíntesis, y absorción de agua y nutrientes²⁷.

Velocidad de crecimiento: existe una relación entre temperatura y velocidad de crecimiento. La integral térmica (unidad de calor), modeliza esta influencia.

Germinación: Por debajo del cero de crecimiento, existe una temperatura por debajo de la cual las semillas no germinan, esta temperatura se denomina cero de germinación.

Transpiración: Sin restricciones de humedad los principales factores que influyen sobre la transpiración son la temperatura y la iluminación. El principal factor que interviene en la apertura de las estomas es la iluminación, así a igualdad en la iluminación, puede observarse que al aumentar la temperatura se incrementa la transpiración, incremento ligado al descenso de la humedad relativa del ambiente en el que la planta transpira.

Respiración: La actividad respiratoria es baja a bajas temperaturas, aumentando según aumentan las temperaturas hasta llegar a un máximo a partir del cual la actividad respiratoria decrece.

Fotosíntesis: La fotosíntesis se puede realizar incluso a temperaturas próximas al cero, según aumenta la temperatura aumenta la actividad fotosintética hasta llegar a un máximo a partir del cual decrece. Este máximo se sitúa según especies entre 25 y 30°C.

Absorción de agua y nutrientes: con temperaturas más bajas de las normales se disminuye la velocidad de absorción de agua y de soluciones nutritivas por parte del sistema radicular, disminuyendo la velocidad de translocación interna de las soluciones absorbidas. Se reduce la asimilabilidad de las sustancias nitrogenadas y se hace especialmente lenta la síntesis de proteínas. Baja la asimilación de K_2O y en menor medida la del P_2O_5 .

2.2.6. Periodo fenológico de un cultivo

El periodo fenológico de un cultivo²⁸, está conformado por **fases y etapas**. La **fase** viene a ser la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales; es el evento comúnmente observados en los cultivos agrícolas y hortícolas como: siembra, germinación, emergencia (inicio), floración, (primera, completa y ultima), y cosecha. Los eventos adicionales observados en ciertos cultivos específicos incluyen: presencia de yemas, aparición de hojas, maduración de frutos, caída de hojas para varios

árboles frutales. La emergencia, de las plantas pequeñas, el espigamiento del trigo, la floración del manzano, la brotación de la vid, maduración del maíz, etc., Son verdaderas fases fenológicas. Una **etapa** de la vida de un cultivo está delimitada por dos fases sucesivas¹³. Subperíodo: es el lapso de tiempo transcurrido entre fase y fase y durante el cual las condiciones meteorológicas se mantienen relativamente estables. Cada subperíodo tiene exigencias bioclimáticas diferentes, existiendo subperíodos de mucha exigencia y otros de poca. Esto conduce al conocimiento de los subperíodos críticos y los subperíodos de latencia, siempre referidos a un determinado elemento meteorológico.

2.2.7. Gradiente fenológico

Viene a ser la diferencia de fechas de las fases significativas del desarrollo de las plantas sobre una distancia dada. Existe una relación estrecha entre la fenología de las plantas y la latitud y la altitud.

2.2.8. Características ecológicas de un cultivo

Algunos especialistas afirman para que un determinado cultivo complete su ciclo vegetativo de siembra a madurez fisiológica, no se debe a una acumulación específica de días, sino más bien a la acumulación positiva de determinados fenómenos meteorológicos como temperatura, lluvia, etc., La temperatura controla la tasa de desarrollo de muchos organismos, que requieren de la acumulación de cierta cantidad de calor para pasar de un estado en su ciclo de vida a otro. Valdivia¹, afirma que el periodo entre la siembra y la cosecha no es un número específico de días sino más bien una adición de unidades de energía, la que puede estar representada por como grados-día.

La medida de este calor acumulado se conoce como Tiempo Fisiológico, y teóricamente este concepto que involucra la combinación adecuada de grados de temperatura y el tiempo cronológico, es siempre el mismo. WMO¹⁵, 1993.

2.2.9. Genero *Amaranthus*

Los amarantos (del griego *μάραντος*, que no se marchita; lat. *Amaranthus*), son un género de hierbas pertenecientes a la familia *Amaranthaceae*. Se trata de un género de plantas ampliamente distribuido por la mayor parte de las regiones templadas y tropicales. Varias de ellas se cultivan como verduras, granos o plantas ornamentales²⁹.

2.2.9.1. Morfología

Montellano³⁰, citando a Nieto³¹, indica que el amaranto es una planta anual, herbácea, posee diferentes colores, con tallos largos que crecen rápidamente, alcanzan una altura de hasta 2.60 m. aproximadamente, con

un ciclo vegetativo de 180 días en climas templados y en la costa de 120 días teniendo una reducción aún más en la selva ya que es de 90 días. Resumiendo, el amaranto es tolerante al calor y la sequía la polinización es por medio de insectos, algunas especies son monoicas y otras dioicas.

A. Planta

Montellano³⁰, dice que el amaranto es una especie que alcanza gran desarrollo en suelos fértiles; en algunos casos supera los 2 metros de altura. Generalmente tiene un solo eje central, aunque también se presentan ramificaciones desde la base y a lo largo del tallo. El amaranto es una planta muy eficiente en la fijación de CO₂.

B. Raíz

Mujica et al³², afirman que es pivotante con abundante ramificación y múltiples raicillas delgadas, que se extienden rápidamente después que el tallo comienza a ramificarse facilitando la absorción de agua y nutrientes.

C. Tallo

Chagaray¹⁴, manifiesta que el tallo es cilíndrico y angulosos con gruesas longitudinales que le dan una apariencia acanalada, alcanza de 0,4 a 3 metros de longitud, cuyo grosor disminuye de la base al ápice, presenta distintas coloraciones que generalmente coinciden con el color de las hojas, aunque a veces se observan estrías con diferentes colores, presenta ramificaciones que en muchos casos se inician desde la base del mismo.

D. Hojas

Según Guillen³³ basándose en Tapia³⁸, dice que tienen forma peciolada, de forma oval, elíptica, alterna u opuesta con nervaduras prominentes en el envés, lisas o poco pubescentes de color verde o púrpura cuyo tamaño disminuye de la base al lado, presenta borde entero de tamaño variable de 6,5 a 15 cm. Las hojas también tienen una variación en su forma como son: romboides, lisas y de escasa o nula pubescencia.

E. Flor

Montellano³⁰, señala que el amaranto posee grandes inflorescencias que llegan a medir hasta 90 centímetros de largo y pueden ser decumbentes, semierectas y erectas, adoptando formas glomerulares o amarantiformes, densas, laxas o compactas. El eje central de la inflorescencia lleva los grupos de flores llamados Dicasio. El número de flores de cada una de estas variables es variable, con flores masculinas y femeninas en la inflorescencia en forma de pedicura; las flores estaminadas una vez producido el polen se cierran y se caen; las flores estaminadas o pistiladas, están compuesta de una pestaña externa y cinco sépalos verduzcos, dos externas y tres internas, los primeros ligamentos más grandes. En las flores hay cinco estambres de

filamentos largos y terminados en anteras que se abren en dos sacos, las flores pistiladas tienen un ovario semiesférico que contiene solo un ovulo, con tres ramas estigmadas.

F. Fruto

Fassbender y Bornemisza³⁴, indica que el fruto es un pixel unilocular, es decir, una capsula, que cuando madura presenta una abertura transversal, lo que facilita la caída de la semilla. C. Nieto³¹, afirma que el fruto del amaranto es un pixidio unilocular, es decir tiene una capsula la cual se abre y contiene un solo grano, tiene forma circular, y está ocupado en su mayor parte por el embrión, además dice que cuando madura presenta dehiscencia transversal, dejando caer la parte superior llamado opérculo, para dejar al descubierto la parte inferior llamada urna, donde se encuentra contenida la semilla.

G. Semilla

Según García³⁵ tomado de Nieto³⁶, la semilla es muy pequeña, mide de 1 a 1,5 mm de diámetro y el número de semillas por gramo oscila entre 1.000 y 3.000 son de forma circular y de colores variados, así: existen granos blancos, blanco amarillento, dorados, rosados, purpuras, rojos y negros. Todas las especies silvestres presentan granos negros y de cubierta muy dura. Anatómicamente en el grano se distinguen tres partes bien definidas que son: la cubierta, que es una capa de células muy finas conocida como episperma, una segunda capa que está conformada por los cotiledones y es la parte más rica en proteínas y una tercera interna rica en almidones conocida como perisperma.

2.2.9.2. Requerimientos básicos del cultivo

Entre los granos andinos, el amaranto es una planta alimenticia que crece en todos los valles interandinos del área andina al igual que el maíz, siendo el piso ecológico de éste cereal el indicador para su cultivo, encontrándose también siembras en costa al nivel del mar e incluso en zonas tropicales. El período vegetativo varía de 120 a 170 días, dependiendo de los factores agroambientales y cultivares utilizados; las épocas de siembra, varían de acuerdo a las condiciones climáticas, generalmente de octubre a diciembre en la zona andina.

A. Adaptación

Según la FAO²², En cuanto a latitud se adapta de 0° en el Ecuador hasta 38° (Temuco-Chile) en el sur y 23° (Durango-México) en el Norte.

B. Distribución

La kiwicha exige un clima cálido a relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas³⁷.

En el Perú se cultiva en la zona agroecológica quechua, valles interandinos de Cajamarca, Ancash, Ayacucho, Huancavelica, en el valle de Urubamba y en el valle de majes de Arequipa³⁹.

C. Ciclo vegetativo

Este tiene una duración de 4-5- meses.

D. Fotoperiodo

Según la FAO²² 1994. Existen cultivares de días cortos y de días largos.

La kiwicha³⁹ prefiere días cortos, aunque muestra gran adaptabilidad a los diferentes ambientes y puede florecer con días de 12 -16 horas de duración.

E. Altitud

Los mayores éxitos del cultivo de la kiwicha se han logrado en el valle interandino de Calca-Urubamba, en el departamento de Cuzco, que se ubica entre los 2800 y 3000 metros de altitud. Sumar³⁷.

La kiwicha³⁹, se desarrolla a una altitud entre los 1500 y 3500 msnm en zonas donde se produce también el maíz.

Benavides⁴¹ tomando a Nieto³¹, indica que el rango de adaptación para el amaranto va desde el nivel hasta los 2800 metros de altitud, sin embargo, las especies que mejor comportamiento presentan a altitudes superiores a los 1,000 m. son *A. caudatus*, y *A. quitensis*. En general las especies crecen mejor cuando la temperatura promedio no es superior a los 15°C y temperaturas de 18 a 24°C pueden ser consideradas las óptimas para el cultivo.

F. Humedad ambiental

Prefiere una atmosfera relativamente seca a moderadamente húmeda.

Es un cultivo que requiere de humedad adecuada en el suelo durante la germinación de las semillas y el crecimiento inicial, pero luego de que las plántulas se han establecido prosperan muy bien en ambientes con humedad limitada, de hecho, hay un mejor crecimiento en ambientes secos y calientes que en ambientes con exceso de humedad.

La kiwicha³⁹, si bien requiere niveles razonables de humedad para la germinación y floración, puede tolerar periodos de sequía después del establecimiento de la planta.

G. Precipitación.

Los requerimientos de la kiwicha³⁹, varían de 400 – 800 mm de precipitación, sin embargo, se obtienen producciones aceptables con 250 mm.

Según Kugler⁴², se obtiene producciones con precipitaciones pluviales de más de 176 mm (Punamarca – Argentina), a 1378 mm (Santa catalina-Ecuador), sin embargo, la distribución de la precipitación durante el año puede ser determinante para que este cultivo sea productivo sin necesidad de riego.

Por otro lado, Mujica Sánchez y otros³², hace mención que el cultivo de amaranto según investigaciones se desarrolla adecuadamente con precipitaciones que varían de 400 -2000 mm de lluvia durante el periodo del cultivo, resistiendo perfectamente a un déficit hídrico.

Nieto³¹, señala que el amaranto es una de las pocas plantas no gramíneas que realiza fotosíntesis vía C4, es decir mediante una modificación del proceso fotosintético normal. Esto le permite tener una alta deficiencia fotosintética, ya que las pérdidas de carbono por foto respiración son nulas. Las tasas de conversión de carbono atmosférico en azúcares son altas, aunque los estomas estén semicerrados, como ocurre en ambientes secos, o con altas temperaturas; es decir que los amarantos están adaptados fisiológicamente para crecer y producir en ambientes desfavorables para otras plantas. Por lo que las plantas no se marchitan ni se secan en condiciones de relativa escasez de agua.

Acosta⁴³, señala que al ser un cultivo de plantas C4, hace un uso más eficiente del agua, solo requiere las $\frac{3}{4}$ partes de la cantidad de agua que necesita una planta C3 para producir la misma cantidad de biomasa.

H. Temperatura

La temperatura media anual óptima para el desarrollo, crecimiento y rendimiento del amaranto, oscila entre 13,7 y 28,9 °C. El umbral mínimo para el crecimiento es de 7.0°C, con un máximo de 47°C y un óptimo de 25°C²².

Arévalos⁴⁴, menciona que la temperatura entre 10 y 24°C parece ser la más óptima para el cultivo. El amaranto (*Amaranthus caudatus*) es más resistente al frío que las otras especies de amaranto, pero no es resistente a las heladas.

Patín¹³, dice que el límite inferior de temperatura para que el cultivo cese su crecimiento parece ser 8.0°C, y para que sufra daños fisiológicos 4.0°C, es decir, el cultivo no tolera las bajas de temperatura, peor las heladas.

I. Luz

Prefieren días soleados²², Los amarantos graníferos son en general de días cortos, mostrando gran plasticidad en los diferentes ambientes pudiendo florecer con un fotoperiodo de 12 a 16 horas.

En general (Nieto en Patín 2006), todas las especies prosperan muy bien en ambientes con alta luminosidad.

J. *Requerimiento de suelos*

Según la FAO²², en lo referente a suelos se adapta perfectamente a diferentes texturas de suelo; arenoso (Arequipa-Perú), arcilloso-arenoso (Oruro-Bolivia), franco (Temuco-Chile), limo-arenoso (Puerto Príncipe-Haití) y franco-arcilloso (Chapingo-México); mientras que, según Duncan, Foy y Campbell, (citados por Morales et al 1986), el amaranto se desarrolla en suelos de textura arenosa, media y arcillosa.

K. *Profundidad del suelo*

Se requiere un espesor del suelo mínimo de 30 cm. Según la FAO requiere de suelos de mediana profundidad.

L. *pH*

Desarrolla en suelos desde muy ácidos hasta muy alcalinos (Duncan, Foy, y Campbell, (citados por Morales et al⁴⁵). El pH debe estar en el rango de 4.0 a 8.5, desde suelos muy ácidos hasta fuertemente alcalinos con un óptimo de 7.0²².

El género amaranto se adapta a suelos con pH neutro o alcalino (generalmente superior a 6). No así las especies cultivadas como verduras que prefieren suelos fértiles, con abundante materia orgánica y con pH más bajo. En, general se ha demostrado que muchas especies toleran muy bien los niveles de salinidad en el suelo.

M. *Drenaje*

Requiere suelos con buen drenaje (Morales⁴⁵), el género *Amaranthus* se adapta a una amplia gama de tipos de suelos, sin embargo, las especies productoras de grano, prosperan mejor en suelos con buen drenaje¹³.

2.2.9.3. *Composición y valor nutricional*

El amaranto⁴⁵ es un vegetal con un muy alto valor nutritivo por su alto contenido de proteínas, aminoácidos y minerales. En los últimos años se ha comprobado, por medio de técnicas analíticas modernas, la alta calidad y cantidad de proteínas que contiene el amaranto, lo que llama la atención de los especialistas en alimentos. Sin embargo, aún es escasa la información sobre la composición de las distintas partes de las plantas y sobre las diferentes especies. La cantidad de proteína de la semilla es mayor que la de los cereales. Contiene más del doble de proteínas que el maíz, arroz y del 60 a 80 % más que el trigo. Además, los valores del extracto (lípidos), fibra cruda y cenizas, también superan el contenido de los cereales. En cuanto su composición de aminoácidos, contiene el doble de lisina que el

trigo y el triple que el maíz, característica que hace del amaranto un alimento valioso para complementar las dietas basadas en cereales. El amaranto empezó a llamar la atención de los científicos cuando en 1972 el australiano Jhon Dowton encontró que el grano contenía proteínas de calidad inusual, debido a la alta cantidad del aminoácido llamado «lisina» que de acuerdo a la FAO⁴³ lo coloca en la clasificación de alimento que se acerca al ideal, ya que contiene entre 16 y 17 % de proteínas, en comparación con el trigo (12 - 14 %), el arroz (7 - 10 %) y maíz (9 - 10 %). (National Research Council, 1984).

Las semillas contienen de 13 a 18% de proteínas. El amaranto cuenta con una proteína de excelente calidad, ya que es la única entre los vegetales de su tipo que contiene todos los aminoácidos esenciales (aquellos que el organismo no puede producir), como son la lisina, valina, metionina, fenilalanina, treonina e isoleucina y un alto nivel de leucina, aminoácido esencial para la nutrición⁴³.

La kiwicha tiene un contenido de calcio, fósforo, hierro, potasio, zinc, vitamina E y complejo de vitamina E. Su fibra, comparada con la del trigo y otros cereales es muy fina y suave. No es necesario separarla de la harina; es más, juntas constituyen una gran fuente de energía. El amaranto es, por lo tanto, un complemento nutricional óptimo y "balanceado" en comparación con los cereales convencionales.

Nieto³⁶, hace mención que el valor alimenticio es relevante en proteína, y dentro de ella, su contenido en lisina es muy superior al de los demás ingredientes de uso común. Es importante el contenido de grasa, fibra y minerales, dentro de los que sobresale el hierro y el calcio. El balance de aminoácidos y valor nutritivo en general es muy similar a los niveles recomendados por la FAO para la alimentación humana, si se utiliza una mezcla de proporciones similares de amaranto y trigo o amaranto y maíz.

La FAO⁴⁶ y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han establecido estándares cuantitativos para evaluar el puntaje químico de un alimento en base a la cantidad y calidad del aminoácido presentes, por lo que el amaranto es considerado como –el mejor alimento de origen vegetal para el consumo humano.

Tabla 4. Valor nutricional del amaranto en relación con otras hortalizas (en 100 gr de hoja).

Determinación	Amaranto	Acelga	Col	Espinaca
Humedad (gr)	86.9	91.9	87.5	90.7
Proteína (gr)	3.5	2.4	4.2	3.2
Calcio (mg)	267	88	179	93
Tiamina (mg)	0.08	0.06	-.	0.01
Niacina (mg)	1.4	0.5	-.	0.06
Riboflavina (mg)	0.16	0.17	-.	0.2

Fuente: García

Tabla 5. Valor nutritivo de la semilla cruda de amaranto comparado con cereales comunes (gr /100 gr).

	Amaranto	Arroz	Trigo	Maíz amarillo	Avena
Fibra dietética	14.5 gr	6.5 gr	10.7 gr	9.4 gr	16.9 gr
Proteína	9.3 gr	2.8 gr	12.7 gr	7.3 gr	10.6 gr
Grasas	6.5 gr	0.5 gr	2.0 gr	4.7 gr	6.9 gr
Carbohidratos	66.2 gr	79.2 gr	75.4 gr	74.3 gr	66.3 gr
Calcio	153.0 mg	3.0 mg	34.0 mg	7.0 mg	54.0 mg
Hierro	7.6 mg	4.23 mg	5.4 mg	2.7 mg	4.7 mg
calorías	374.0 gr	358.0 gr	340.0 Kcal	365.0 Kcal	389.0 Kcal

(Cada 100 gr, cruda, según el USDA- United States Department of Agriculture, Departamento estadounidense de Agricultura

2.2.9.4. Contenido Energético

El valor energético del amaranto³⁶, es mayor que el de los cereales. El contenido de proteína del grano de amaranto es elevado y algo mayor que el de los otros cereales.

Tabla 6. Composición química de la semilla de amaranto (por 100 gr de parte comestible y en base seca).

Características	Contenido
Proteína (gr)	12 - 19
Carbohidratos (gr)	71.8
Lípidos (gr)	6.1 - 8.1
Fibra (gr)	6.5 - 5.0
Cenizas (gr)	3.0 - 3.3
Energía (Kcal)	391
Calcio (mg)	130 - 164
Fosforo (mg)	530
Potasio (mg)	800
Vitamina (mg)	1.5

Fuente: Nieto, C. 1990. El cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp.) una alternativa agronómica para Ecuador. INIFAP, EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N° 52 Quito Ecuador.

2.2.10. *Amaranthus caudatus* L

a. Generalidades

El amaranto —achitall —Kiwichall o —coimell (*Amaranthus caudatus* Linneo), es una especie cultivada, tanto por sus semillas comestibles y como plantas ornamentales en el Nuevo y Viejo Mundo. Según Sauer⁴⁷ 1967, hay evidencias que esta planta es originaria de los Andes de Suramérica. Esta especie se originó como un cultivo para producción de grano en la región andina probablemente por domesticación de *A. quitensis*. Al igual que el resto de las especies para producción de grano *A. caudatus* presenta un amplio espectro en cuanto a color y forma de planta, sin embargo, esta especie presenta algunas variaciones en cuanto a estructura de inflorescencia y color de semilla que no se presentan en las otras especies, como es el caso de la inflorescencia en forma de cauda y las semillas color marfil con los bordes rojos⁴⁷.

Se menciona que *Amaranthus caudatus* es originario de Suramérica, cultivado y consumido mucho antes de la llegada de los españoles; mientras que *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus hypochondriacus* son originarios de Norte y Centroamérica (Blanco, 1990 citado por Apaza⁴⁸).

El cultivo de *Amaranthus caudatus*, se conoce desde el sur de Ecuador a través de Perú y Bolivia hasta el noroeste de la Argentina. También se menciona que estos países son considerados como el centro del origen de esta especie.

La kiwicha o el amaranto es uno de los cultivos más antiguos del Perú se encuentra distribuida principalmente en los valles interandinos de los departamentos de Cusco, Apurímac, y Arequipa hasta los 3000 msnm.

b. Clasificación taxonómica

Sumar³⁷, reporta que la posición taxonómica del *Amaranthus caudatus* es la siguiente:

Reino	: Vegetal División
	: Fanerógama
Tipo	: Embryophita
Sub tipo	: Angiosperma
Clase	: Dicotiledónea
Sub clase	: Archyclamidae
Orden	: Centrospermales
Familia	: Amarantaceae
Género	: <i>Amaranthus</i>
Sección	: <i>Amaranthus caudatus</i> L.
Nombres vulgares:	

Español: amaranto, Inglés: Amaranth, Kiwicha (Cusco, Perú), Achita (Ayacucho, Perú), Coyo (Cajamarca, Perú), Achis (Huaraz, Perú), Coimi, Millmi e Inca pachaqui o grano inca (Bolivia), Sangorache, Ataco, Quinoa de Castilla (Ecuador), Alegría y Huanthi (México), Reigira, Ramdana, Eerai (India).

Especies

Según Mujica Sánchez³², el género *Amaranthus* tiene más de 60 especies, de las cuales las más conocidas son:

- *Amaranthus caudatus*, cuyos sinónimos son *Amaranthus edulis*, y *Amaranthus mantegazzianus*.
- *Amaranthus hypochondriacus*
- *Amaranthus cruentus*
- *Amaranthus hybridus*
- *Amaranthus tricolor*
- *Amaranthus blitum*
- *Amaranthus dubius*
- *Amaranthus virides*

En cambio, Nieto³⁶, afirma que se han descrito 20 especies del género de *Amaranthus*, de las cuales las más conocidas como productoras de grano son:

- *Amaranthus caudatus*
- *Amaranthus cruentus*
- *Amaranthus hypochondriacus*

Las más conocidas que se utilizan como hortalizas son:

- *Amaranthus blitum*
- *Amaranthus tricolor*
- *Amaranthus dubius*
- *Amaranthus hybridus*
- *Amaranthus quitensis*

Peralta⁴⁰, afirma que el género *Amaranthus* tiene 70 especies, 55 de origen americano y las otras 15 de origen en Europa, Asia, África, Australia, India, Pakistán, Sri Lanka, Nepal, Birmania, Afganistán, Irán, China, Nigeria, Uganda, Oceanía, Malasia, Indonesia, y América.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

El marco conceptual sustenta la investigación, partiendo de la postura del investigador, por lo que se describen algunas características que favorecen el desarrollo de un buen estudio. El análisis de los datos recabados que permitan aceptar o rechazar la (s) hipótesis establecidas en el estudio, que se pretende llevar a cabo.

El marco teórico o conceptual es en realidad una investigación bibliográfica que habla de las variables que se estudiarán en la investigación, o de la relación existente entre ellas, descritas en estudios semejantes o previos⁵⁵.

Hoy en día, con los nuevos conceptos que se generan como consecuencia del cambio climático y su influencia sobre los seres vivos, en este caso en los vegetales queda completamente obsoleto la conceptualización de plantas o especie de plantas —precozll o —tardíall tomando como referencia la cantidad de días que demora el periodo vegetativo desde germinación a maduración fisiológica.

Con el presente trabajo queremos demostrar que la referencia conceptual para valorar el tiempo del periodo vegetativo debe ser la —Constante térmicall o la cantidad de grados días acumulados requeridos por el vegetal desde la germinación hasta la maduración fisiológica, en cualquier ubicación geográfica sin considerar la ubicación latitudinal, altitudinal, ni la estación del año. En cualquier lugar que se encuentre dicho vegetal siempre requerirá la misma cantidad de temperatura, independientemente del número de días que demore para acumular dicha sumatoria de grados días de temperatura.

2.4. MARCO FILOSÓFICO

La Filosofía es la ciencia que se ocupa de responder los grandes interrogantes que desvelan al hombre como ser el origen del universo o del hombre, el sentido de la vida, entre otros, con el fin de alcanzar la sabiduría y todo esto se logrará a través de la puesta en marcha de un análisis coherente y racional que consistirá en el planteamiento y la respuesta de cuanta cuestión se nos ocurra, por ejemplo, qué es el hombre, qué el mundo, qué puedo conocer, qué puedo esperar⁵³.

La investigación científica es un acto creativo y constructor de una nueva realidad que anteriormente no tenía existencia propiamente dicha, al menos en la forma en que emerge de las manos de su creador, es decir, el investigador. Por tal motivo para emprender la labor investigativa se presupone partir de determinadas premisas filosóficas y epistemológicas que faciliten la justa comprensión de la tarea que se ejecuta con todos sus riesgos, potencialidades, obstáculos, méritos, y logros.

Todo resultado adecuado de las investigaciones científicas contribuye, de algún modo, a consolidar algunas posturas filosóficas y epistemológicas y a debilitar otras. Ese ha sido y será siempre el camino de la ciencia y de la filosofía: la confrontación con el mundo real para que éste les haga permanentemente repensar las consideraciones del científico y del filósofo para su posterior transformación.

Para la elaboración de toda tesis de posgrado es indispensable afrontarla partiendo de un marco filosófico basado en la epistemología (del griego *episteme*, que significa conocimiento, y *logos*, teoría), como teoría del conocimiento que servirá para la defensa del paradigma que se propone como alternativa del anterior conformado por un conjunto de conocimientos y creencias que conforman una teoría hegemónica en determinado periodo de tiempo. Un paradigma está conformado por supuestos teóricos, leyes y técnicas de aplicación que deberían adoptar los investigadores dentro de una comunidad científica. Por ende, un nuevo paradigma aporta respuestas a los enigmas que no podían resolverse con el paradigma anterior, además le otorga el sustento académico a toda la tesis⁵⁴.

La epistemología, es una rama de la filosofía que trata de los problemas filosóficos que rodean la teoría del conocimiento. La epistemología se encarga de la definición del saber y de los conceptos relacionados, de las fuentes, criterios, tipos de conocimientos posibles y el grado con el que cada uno de ellos resulta cierto. El método científico⁵³, se entiende como –el estudio sistemático, controlado, empírico y crítico de proposiciones hipotéticas acerca de presuntas relaciones entre varios fenómenos. El método científico es un procedimiento que se aplica en las ciencias y se inicia con la observación.

Las fases fenológicas de cualquier cultivo se adelantan o retrasan por cada retraso o aumento de grado de latitud, o por cada metro de elevación sobre el nivel del mar.

Reaumur, en Valdivia¹³, afirma: si desde el momento en que se produce la germinación se suma la temperatura media de cada día, sin considerar las temperaturas medias bajo cero grados de cada vegetal, hasta el momento de la maduración la suma total es siempre la misma, cualquiera haya sido la ubicación del cultivo y el año considerado.

El conocer que la duración de un cultivo no es constante y que varía según las regiones y, en una misma localidad de acuerdo a los años y fecha de siembra, nos permitirá proponer un nuevo enfoque en el seguimiento del desarrollo fisiológico de un cultivo cualquiera, dejando de lado el paradigma que se practica actualmente en asociar el ciclo biológico en base al número de días transcurridos de siembra a maduración, y reemplazarlo por el término de Constante Térmica, enfoque que sería el más apropiado hoy en día con el problema latente del cambio climático que estamos padeciendo; y sería mucho más apropiado para el Perú, que se caracteriza por tener una gran diversidad agroclimática.

Finalmente sostenemos que en la escuela de Posgrado debe establecerse el requisito de que todas las tesis cuenten con un marco epistemológico.

2.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis general

La diferencia de la Constante Térmica determina las fases fenológicas de dos variedades de Amarantho (*Amaranthus caudatus* L): precoz y tardía, y no así la sumatoria de días desde emergencia a maduración fisiológica.

Hipótesis específicas

1. La diferencia de la Constante Térmica, determina las fases fenológicas de la variedad precoz y no la sumatoria de días desde emergencia a maduración fisiológica en las condiciones climáticas de la microcuenca del distrito de Ayacucho.
2. La diferencia de la Constante Térmica, determina las fases fenológicas de la variedad tardía y no la sumatoria de días desde emergencia a maduración fisiológica en las condiciones climáticas de la microcuenca del distrito de Ayacucho.

2.6. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Independientes

- La Constante Térmica.
- Dos variedades de Amaranthus —precozll y —tardíall

Dependientes

- Desarrollo de las fases fenológicas de las variedades tardía y precoz de Amarantho (*Amaranthus caudatus* L),

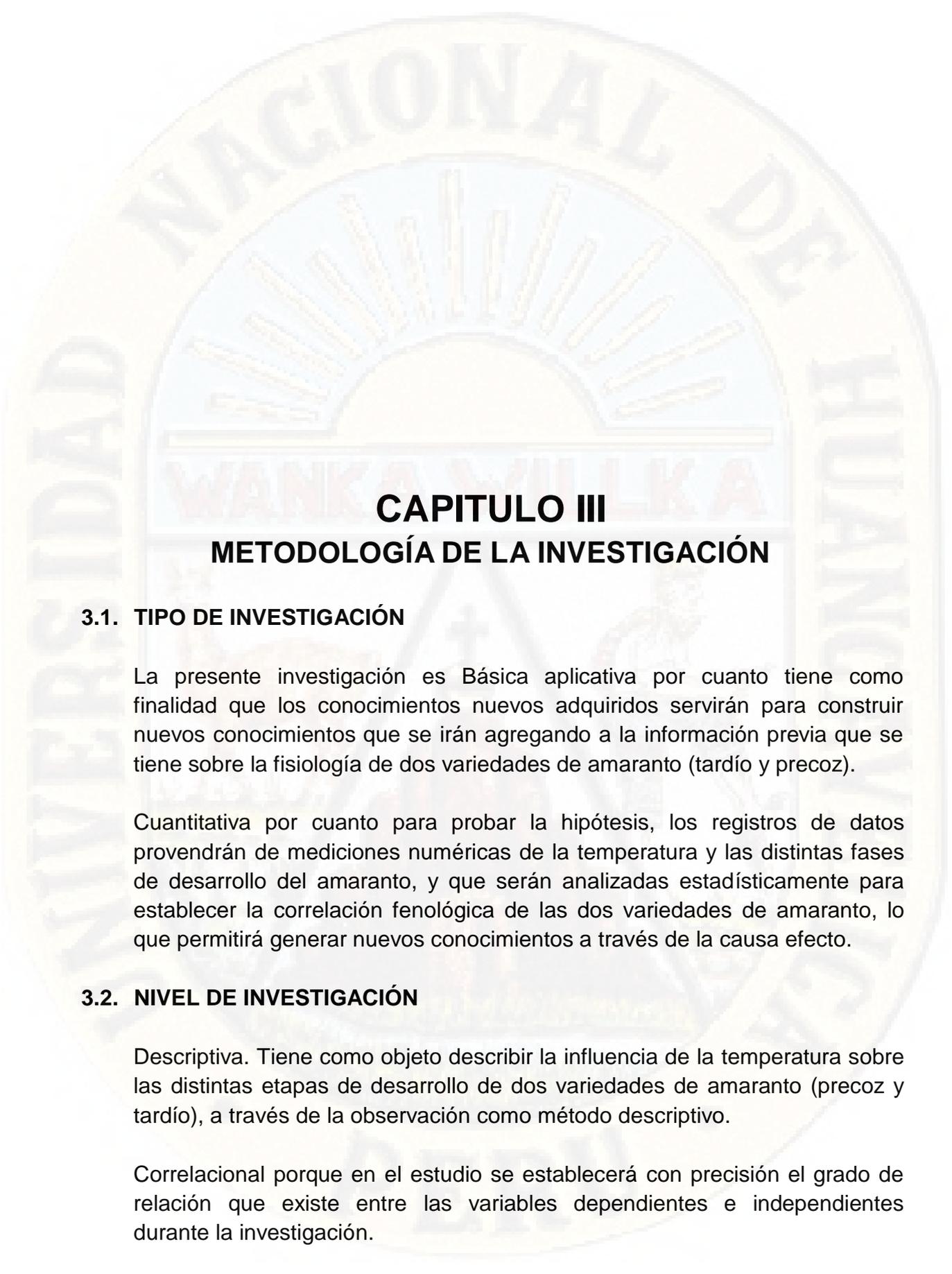
Indicadores

1. Emergencia o germinación
2. Aparición de 8 hojas verdaderas,
3. Inicio de panojamiento,
4. Inicio de floración
5. Plena floración
6. Grano lechoso,
7. Madurez fisiológica,
8. Altura de planta y
9. Longitud de panoja
10. Rendimiento.
11. Temperatura media diaria.

2.7. OPERACIONES DE VARIABLES E INDICADORES

Tabla 7. Variables e indicadores.

Variables	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumentos	Escala
V. INDEPENDIENTES					
Temperatura del aire	Elemento principal del clima cuya influencia es importante para el crecimiento y desarrollo del amaranto.	meteorológica	Grados centígrados registrados en Planillas meteorológicas.	Termómetros de Máxima y Mínima	Centígrada
Amaranto	Llamado también -Kiwichall, pseudocereal ancestral con un alto contenido de proteínas (18%), que lo convierte en alimento para combatir la desnutrición de nuestros niños.	Agronómica	Variedad –precozll Variedad –tardífall Aparición de fases fenológicas		Fases vegetativas -Emergencia -Aparición de 6-8 hojas verdaderas.
V.DEPENDIENTES					
Fases fenológicas	Observaciones de las distintas fases fenológicas La fase fenológica viene a ser el evento comúnmente observado en los cultivos agrícolas y hortícolas.	Agronómica	-fases vegetativas -Fases reproductivas	Observaciones visuales de las Registros de datos fenológicos	Fases reproductivas -Inicio de panojamiento - Inicio de floración - Plena floración. -Grano lechoso -Maduración fisiológica
Crecimiento de plantas y tamaño de panojas	Muestreo y medición de plantas y panojas.	Agronómica	Altura de plantas y longitud de panojas.	Flexómetro o cinta métrica	Centímetros - Centímetros - kilogramos/ha



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es Básica aplicada por cuanto tiene como finalidad que los conocimientos nuevos adquiridos servirán para construir nuevos conocimientos que se irán agregando a la información previa que se tiene sobre la fisiología de dos variedades de amaranto (tardío y precoz).

Cuantitativa por cuanto para probar la hipótesis, los registros de datos provendrán de mediciones numéricas de la temperatura y las distintas fases de desarrollo del amaranto, y que serán analizadas estadísticamente para establecer la correlación fenológica de las dos variedades de amaranto, lo que permitirá generar nuevos conocimientos a través de la causa efecto.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Descriptiva. Tiene como objeto describir la influencia de la temperatura sobre las distintas etapas de desarrollo de dos variedades de amaranto (precoz y tardío), a través de la observación como método descriptivo.

Correlacional porque en el estudio se establecerá con precisión el grado de relación que existe entre las variables dependientes e independientes durante la investigación.

Explicativa porque a través del experimento se busca explicar por qué y en qué condiciones se da la diferenciación de la influencia de la temperatura sobre las dos variedades de amaranto. Entonces existe predominio de explicación, descripción y correlación.

3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se utilizó el método científico dando énfasis en el método experimental. Los datos de cada variable registrada se analizaron como un experimento bifactorial, donde se consideró como factor A las dos variedades de *Amaranthus caudatus* L (Oscar Blanco —precozll y Centenario —tardíall); el factor B fue la constante térmica para cada fase fenológica. Para cada una de las variables registradas se corrió un ANVA y para aquellas variables que mostraron diferencia significativa para los efectos principales y/o interacción o efecto conjunto entre los factores, se utilizó la prueba de comparación de medias de diferencia mínima significativa (DMS) con una confiabilidad del 95%. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete de discusión experimental S.A.S.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El tipo de diseño experimental que se utilizó fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA). El modelo aditivo lineal del diseño experimental es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} es una observación cualquiera del i -ésimo tratamiento y j -ésimo bloque

μ es el promedio de las unidades experimentales

τ_i es el efecto de la i -ésima variedad

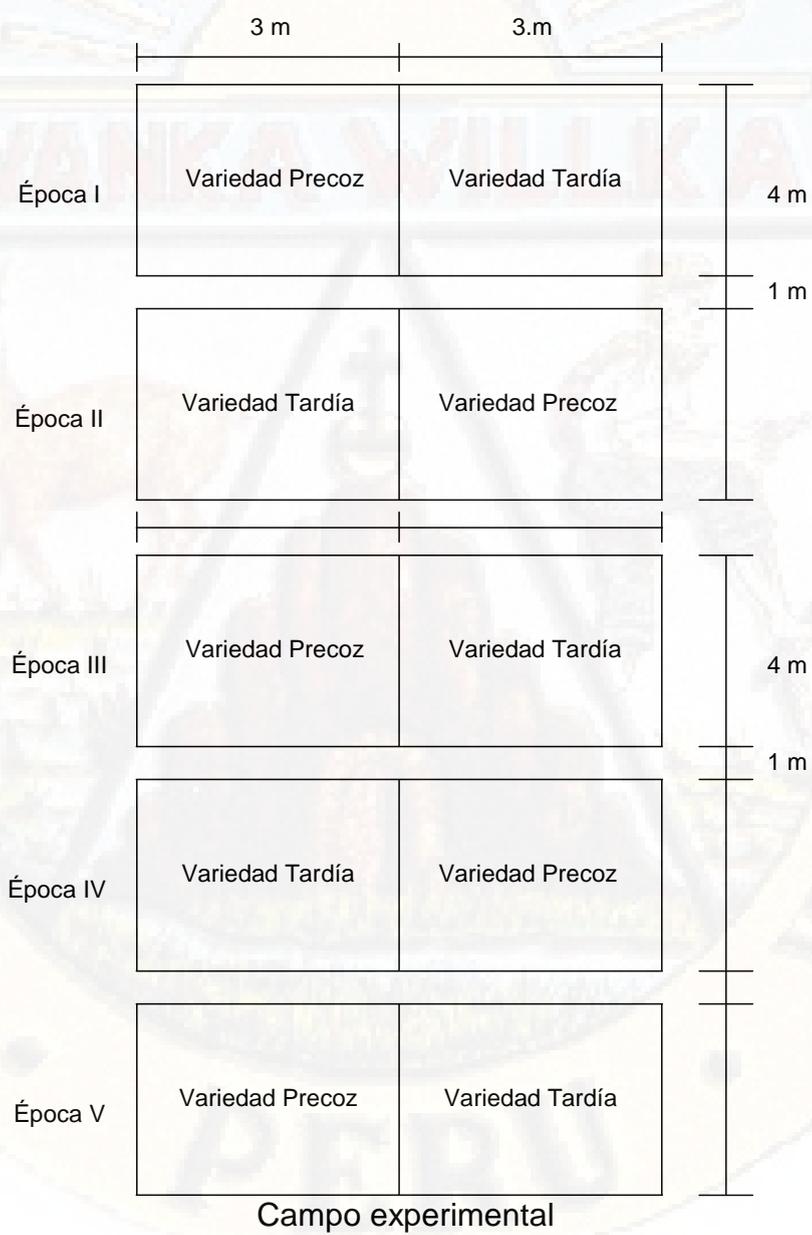
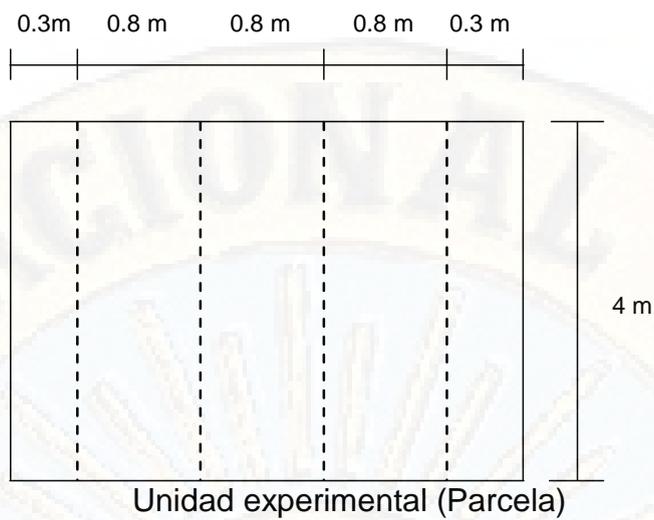
β_j es el efecto de la j -ésima época

ε_{ij} es el error experimental

Características del experimento.

Con Arreglo 2 x 5.

Numero de tratamientos (variedades)	: 2
Numero de repeticiones (Cinco fechas diferentes de siembra)	: 5
Número de unidades experimentales	: 10
Tamaño de la parcela: 4.0 x 3.0 m	: 12 m ²
Área total del ensayo con caminos	: 160 m ²
Área neta total del ensayo	: 120 m ²
Numero de surcos por parcela	: 4



Tratamientos (variedades)

T1 = variedad precoz (Oscar Blanco)

T2 = variedad precoz (Oscar Blanco)

T3 = variedad precoz (Oscar Blanco)

T4 = variedad precoz (Oscar Blanco)

T5 = variedad precoz (Oscar Blanco)

T1 = variedad tardía (Centenario)

T2 = variedad tardía (Centenario)

T3 = variedad tardía (Centenario)

T4 = variedad tardía (Centenario)

T5 = variedad tardía (Centenario)

3.5. POBLACIÓN, Y MUESTRA

Cada población base estuvo formada por el total de plantas desarrolladas en la respectiva parcela demostrativa; mientras que la muestra la conformaron el 80% de plantas de cada variedad (precoz y tardía) de amaranto (*Amaranthus caudatus* L), creciendo y desarrollándose en cada parcela por bloque.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**3.6.1. Ubicación del experimento**

Este experimento se llevó a cabo en un terreno ubicado en el interior de la Ciudad Universitaria de la U.N.S.C.H. (Figura 1).

3.6.2. Coordenadas geográficas del sitio

Latitud : 13° 08' S

Longitud : 74° 13' W

Altitud : 2772 msnm.



Figura 1. Ubicación del experimento.

3.6.3. Condiciones climáticas del lugar de ensayo

La temperatura media anual es de 16.2°C, con una máxima media anual igual a 24.0°C, y una temperatura mínima anual igual a 8.4 °C, correspondiendo a los meses de verano como los más caluros; y siendo el periodo más frío correspondiente a los meses de junio y julio, presentándose heladas invernales.

La precipitación total anual en nuestra localidad es de 572.9 mm, siendo los meses de octubre a marzo cuando se presentan las lluvias con más frecuencia y abundancia. Roque⁴⁹.

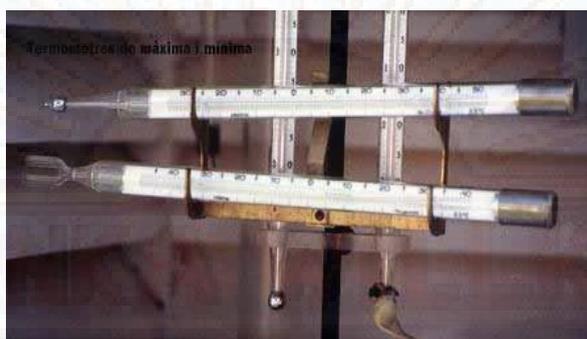


Figura.2. Termómetros de máxima y mínima.



Figura 3. Fluviógrafo.

Según la clasificación climática de W. Köppen, Ayacucho tiene un clima templado (Cw), con temperaturas medias mensuales moderadas, el verano es suave pues no se alcanza los 22°C de media en el mes más cálido, además que se caracteriza por tener una estación seca en invierno.

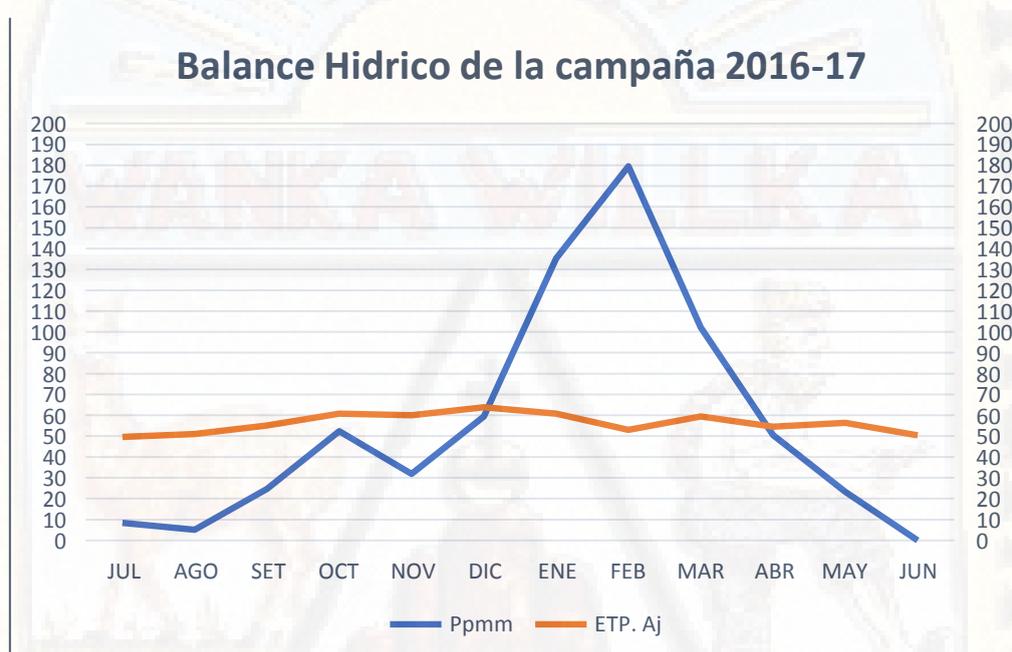
Desde el punto de vista altitudinal Ayacucho está comprendido en: Piso altitudinal mesotérmico sub tropical templado.

Tabla 8. Condiciones Termo-hídricas de la campaña 2016- 2017.

	Jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	año
T° C	14.3	14.7	16.4	17.5	17.9	18.4	17.5	16.9	17.1	16.2	16.2	15.0	
Pp mm	8.4	5.0	24.6	52.4	31.9	59.4	135.2	179.5	102.2	50.5	23.3	0.0	672.4
ETP	70.9	72.9	78.7	86.8	85.9	91.3	86.8	75.7	84.8	77.8	80.4	72.0	964.0
ETPaj	49.6	51.0	55.1	60.8	60.1	63.9	60.8	53.0	59.4	54.5	56.3	50.4	
Exceso	--	--	--	--	--	--	74.4	126.5	42.8	--	--	--	
Deficit	41.2	46.0	30.5	8.4	28.2	4.5	--	--	--	4.0	33.0	50.4	

Fuente. Elaboración propia.

Fc =0.70

**Figura 4.** Balance Hídrico de la campaña 2016-2017.**Tabla 9.** Condiciones Termo-hídricas de la campaña 2017- 2018.

	Jul	ago	set	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	año
T° C	14.	14.9	17.2	18.1	18.8	18.2	16.8	17.4	17.2	16.4	15.2	14.5	
Pp mm	0.0	27.7	21.7	45.1	36.2	90.3	105.4	100.1	82.2	30.6	8.7	10.0	558.0
ETP	69.4	73.9	82.5	89.8	90.2	90.3	83.3	78.0	85.3	78.7	75.4	69.6	966.4
ETPaj	40.2	42.9	47.8	52.1	52.3	52.4	48.3	45.2	49.5	45.6	43.7	40.4	
Exceso	--	--	--	--	--	37.9	57.1	54.9	32.7	--	--	--	
Deficit	40.2	15.2	26.1	7.0	16.1	--	--	--	--	15.0	35.0	30.4	

Fuente. Elaboración propia.

Fc = 0.58

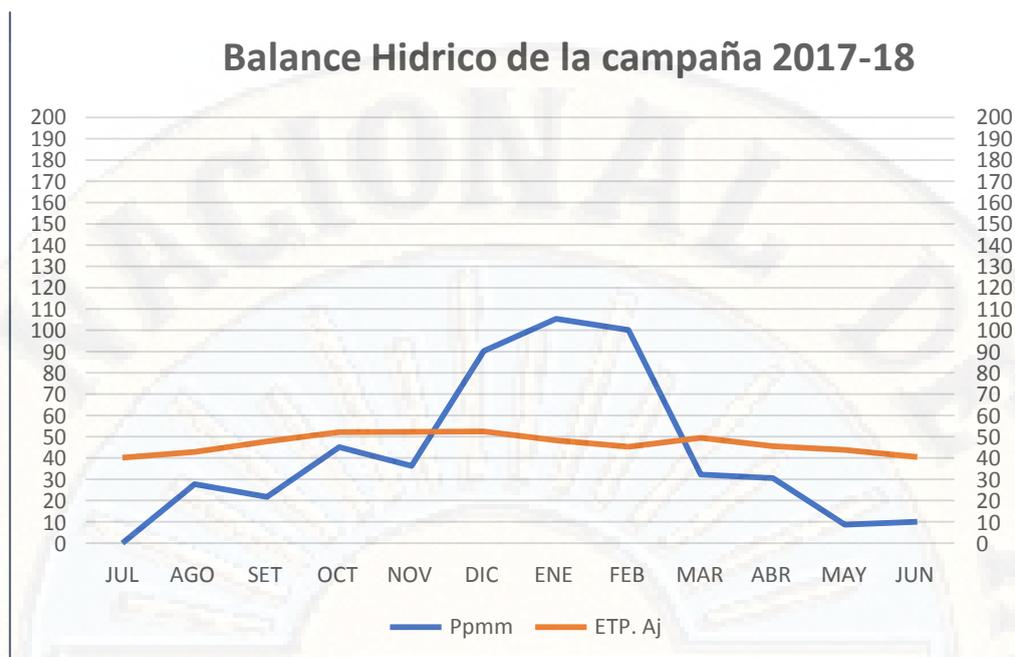


Figura 5. Balance Hídrico de la campaña 2017-2018.

3.6.4. Vegetación

La vegetación predominante en la zona, de acuerdo a la clasificación de L. Holdridge⁵⁰, corresponde a bosque seco, siendo el estrato dominante el arbustivo, con árboles dispersos, las especies dominantes son: el molle (*Schinus mollis*) la tuna (opuntia ficus), y el huarango (*acasia macracanta*).

3.6.5. Zona de Vida

De acuerdo a la clasificación de las Zonas de Vida de L. Holdridge, el sitio corresponde a la formación Bosque seco Montano Bajo Templado cálido. (bs-MBT).

3.6.6. Material genético

El material genético que se empleó para el presente trabajo de investigación, corresponde a dos líneas promisorias de amaranto de grano blanco (Oscar Blanco y Centenario), procedente del INIA – Ayacucho concedida por el ingeniero Agrónomo Victoriano Núñez.

La variedad Oscar Blanco es una variedad mejorada obtenida por selección en el Programa de Investigación en kiwicha del Centro de Investigación en Cultivos Andinos de la UNSAAC, en el año 1982, lleva este nombre en honor al investigador y docente de la UNSAAC Oscar Blanco Galdós; y siendo cultivada hasta la fecha por sus excelentes rendimientos, gran adaptabilidad y calidad de grano²⁰.

La variedad "Centenario", liberada por el Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos de la Universidad Nacional

Agraria La Molina el año 2006, recibiendo el nombre en homenaje a los 100 años de fundación de la UNALM.

3.6.7. Materiales de campo

Picos, palas, estacas, piolas, rastrillos, flexómetro, libreta de campo, balanza de precisión y de peso hectolitrito, manguera, fertilizante químico, (urea y superfosfato), abono orgánico (guano de cuy), insecticidas, pluviómetro, termómetro de máxima y mínima.

3.6.8. Materiales de gabinete

Computadora, cámara fotográfica, calculadora, lápices, borrador, regla, papel boom, impresora, otros.

3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se condujo agronómicamente, en base a las siguientes labores:

3.7.1. Análisis químico del suelo

Se tomó una muestra del suelo con la ayuda de un pico a una profundidad de 30 cm. La muestra fue representativa y se realizó un análisis químico completo en el Laboratorio de suelos de la Doctora Marlene Cerda Gómez, profesora Principal especialista en suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UNSCH-Ayacucho. (Anexo N° 13). Este resultado permitió recomendar el nivel óptimo químico en N-P-K para la fertilización química siendo esta: 150-80-0.

3.7.2. Preparación del terreno

El movimiento (arado) del suelo se realizó con un pico hasta 30 cm de profundidad. Y para el rastreo y nivelación se usó un rastrillo, este trabajo se hizo un día antes de la siembra.

3.7.3. Surcado

Los surcos se trazaron en forma manual usando un pico, con un distanciamiento entre surcos de 80 cm, y con una profundidad de 15 cm. Los mismos se hicieron el mismo día de la siembra.



Figura 6. Preparación de terreno.



Figura 7. Surcado.



Figura 8. Siembra.

3.7.4. Fertilización química

Se aplicaron el equivalente a la fórmula 150 – 80 -0 de N, P, K, según recomendación de los especialistas. Esta fórmula equivalió a aplicar para nuestras parcelas:

Di fosfato de amonio : 2,08 Kg de producto comercial (46 – 18 % de N, P)

Urea : 3,10 Kg de producto comercial (46 % de N).

En el momento de la siembra se aplicó el 50 % del nitrógeno y el 100 % del potasio, a chorro continuo y se cubrió con una capa de suelo para que no esté en contacto con la semilla. A los 60 días después de la siembra (aporque), se aplicó el restante 50 % del nitrógeno (urea).

3.7.5. Fertilización orgánica

Se aplicó abono orgánico tomando en consideración que los suelos del experimento son bastante superficiales calcáreos con poca o escasa capacidad para retener la humedad de las precipitaciones. El abono provino de un criadero casero de cuy, en una proporción de 10 toneladas por hectárea o lo que igual a 12 kilos aproximadamente por parcela experimental.

3.7.6. Siembra

La siembra se realizó en forma manual en los surcos de cada parcela experimental a chorro continuo con una cantidad de aproximadamente 4 gramos por surco de 4 metros de largo, lo que equivale aproximadamente a una densidad de siembra de 12 kilos de semilla por hectárea. La primera siembra se realizó el 30 de noviembre, y la segunda el 25 de diciembre del año 2016 correspondiente a la primera campaña agrícola 2016-17; la tercera el 28 de octubre, la cuarta el 18 de noviembre, y la quinta el 8 de diciembre del año 2017, correspondiente a la segunda campaña 2017-18.

3.7.7. Tapado de semilla

Se realizó en forma manual, utilizando el rastrillo y cubriendo las semillas con una capa aproximada de 1-2- centímetros de profundidad.

3.7.8. Riego

El mismo se ejecutó luego del tapado de la semilla, para lo cual se utilizó una manguera con toma de agua de la Estación meteorológica ubicada al costado de las parcelas experimentales. Estos riegos se realizaron alternativamente con las precipitaciones pluviales, de acuerdo con las condiciones climáticas.

3.7.9. Raleo

El raleo se efectuó cuando las plantas alcanzaron una altura de 25-30 cm hasta la fase de presencia de 8 hojitas verdaderas, eliminando las plantas en exceso y dejando aproximadamente 10 plantas por metro lineal.

3.7.10. Control de malezas

Se efectuó en forma manual utilizando el pico a los 30-40 días después de la siembra.

3.7.11. Aporque

El mismo se realizó en forma manual con un pico a los 60 días después de la siembra, con la finalidad de evitar la tendadura de las plantas, así como facilitar el enraizamiento de la planta, ya que por el exceso peso de la panoja se tiende.

3.7.12. Cosecha

Se efectuó la cosecha de las distintas unidades experimentales (repeticiones), cuando cada tratamiento había alcanzado su madurez fisiológica, es decir cuando las plantas presentaron un ligero amarillamiento de las hojas y cuando los granos ofrecían una resistencia a la presión de los dientes. Se cosecharon las parcelas integras (cuatro surcos), para lo cual se utilizó una sierra metálica

Corte de panoja. Con ayuda de la sierra mecánica se procedió a efectuar el corte de cada panoja justo a la altura de la base de la panoja para luego ser colocadas sobre una manta de polietileno para su secado respectivo.

Despanojado. Esta labor se realizó después del corte de la panoja en el secadero que consistió en extraer los glomérulos de las panojas de cada tratamiento en estudio, para luego volver a poner en sus bolsas con sus claves respectivas.

Post cosecha. Secado. Esta labor se realizó en el secadero al pie de las parcelas experimentales, donde las plantas individuales fueron secadas en mantas y arpilleras de polietileno con sus respectivas claves.

Trillado. Esta actividad fue realizada manualmente con la ayuda de guantes de cuero hasta lograr un desprendimiento del grano de las glumas y glumelas (rastrojo).

Zarandeo. Esta labor se realizó utilizando zarandas de 1 mm de diámetro con la finalidad de separar los granos de la granza fina y gruesa para luego ser venteado.

Venteado y limpieza. Esta actividad se realizó al aire libre y soplando con la finalidad de obtener granos limpios.

Pesado y embolsado. Al tener los granos limpios se procedió al pesado de los granos para luego ser puesto en bolsas plásticas, cada una con sus

respectivas claves; para lo cual se utilizó una balanza de precisión con la finalidad de obtener los resultados y ser llevados a la hectárea.

3.8. DATOS TOMADOS EN EL CAMPO

3.8.1. Fases fenológicas

Chagaray dice que el seguimiento del estado fenológico de los cultivos es una tarea muy importante para el agricultor, no solo porque sirve de base para la programación de las futuras labores culturales, sino también porque permite evaluar el crecimiento de los cultivos y sobre todo tener una idea sobre los posibles rendimientos de sus cultivos.

Fases fenológicas observadas:

A. A la emergencia o germinación

Esta variable se evaluó en grados días de temperatura media diaria acumulados desde siembra hasta cuando el 80 % de plántulas de la parcela habían germinado o emergido del suelo.



Figura 9. Emergencia Oscar Blanco.



Figura 10. Emergencia Centenario.

b. Fase fenológica a la aparición o presencia de 8 hojitas verdaderas

Se registró la Constante térmica (temperatura media diaria menos la temperatura cero del amaranto), desde emergencia hasta cuando el 80 % de plantas dentro de la parcela presentaban 8 hojitas verdaderas.



Figura 11. Fase 8 hojitas verdaderas.

c. Fase fenológica a Inicio de panojamiento

Se registró la Constante térmica (temperatura media diaria menos la temperatura cero del amaranto), desde emergencia hasta el momento que el 80 % de plantas dentro de la parcela presentaban la fase de inicio de panojamiento.



Figura 12. Inicio de panojamiento.

d. Fase fenológica a Inicio de Floración

Se registró la Constante térmica (temperatura media diaria menos la temperatura cero del amaranto), desde emergencia hasta el momento que el 80 % de plantas dentro de la parcela presentaban la fase de Inicio de Floración.



Figura 13. Inicio floración.



Figura 14. Plena floración.

e. Fase fenológica a plena floración

Se registró la Constante térmica (temperatura media diaria menos la temperatura cero del amaranto), desde emergencia hasta el momento que el 80 % de plantas dentro de la parcela presentaban la fase de Plena Floración.

f. Fase fenológica a grano lechoso

Se registró la Constante térmica (temperatura media diaria menos la temperatura cero del amaranto), desde emergencia hasta el momento que el 80 % de plantas dentro de la parcela presentaban la fase de Grano Lechoso.

g. Fase fenológica a maduración fisiológica

Para esta fase se evaluó la Constante térmica, desde emergencia hasta el momento que el 80 % de plantas al interior de la parcela presentaban hojas secas en la base del tallo y amarillentas hacia el ápice de la planta y grano seco en la panoja.



Figura 15. Madurez fisiológica Oscar Blanco. **Figura 16.** Madurez fisiológica Centenario.

3.8.2. Altura de plantas a la cosecha (APC)

Se midió la altura en diez plantas al azar de la parcela neta en la fase de madurez fisiológica con la ayuda de un flexómetro en centímetros. La altura de la planta se evaluó desde la base del tallo hasta la parte terminal de la inflorescencia principal (panoja).

3.8.3. Longitud de la panoja principal a la cosecha (LPP)

La longitud de la panoja principal se evaluó en 10 plantas al azar de la parcela neta desde el inicio de la inflorescencia hasta la parte terminal en la misma, con la ayuda de un flexómetro en centímetros.



Figura 17. Longitud de panoja Centenario. Figura 18. Longitud de panoja Oscar Blanco.

3.8.4. Rendimiento en kilogramos por parcela (RKP)

Después del proceso de la trilla y aventado se pesó, y se evaluó el rendimiento por parcela en una balanza de reloj en kg /parcela.



Figura 19. Cernido de granos.

Figura 20. Limpiado de granos.

3.8.5. Rendimiento en kg por hectárea (RKH)

El rendimiento en Kg/ha se estimó mediante la siguiente fórmula matemática:

$$R = \text{PCP} \frac{10000 \frac{\text{m}^2}{\text{ha}}}{\text{ANC m}^2} \times \frac{100 - \text{HC}}{100 - \text{HE}}$$

Dónde:

R = Rendimiento en kilogramos por hectárea al 14 % de humedad

PCP = Peso de campo por parcela en kilogramos

ANC = Área neta cosechada en metros cuadrados.

HC = Humedad de cosecha (%)

HE = Humedad estándar (14 %)

(Morar C. 2002)

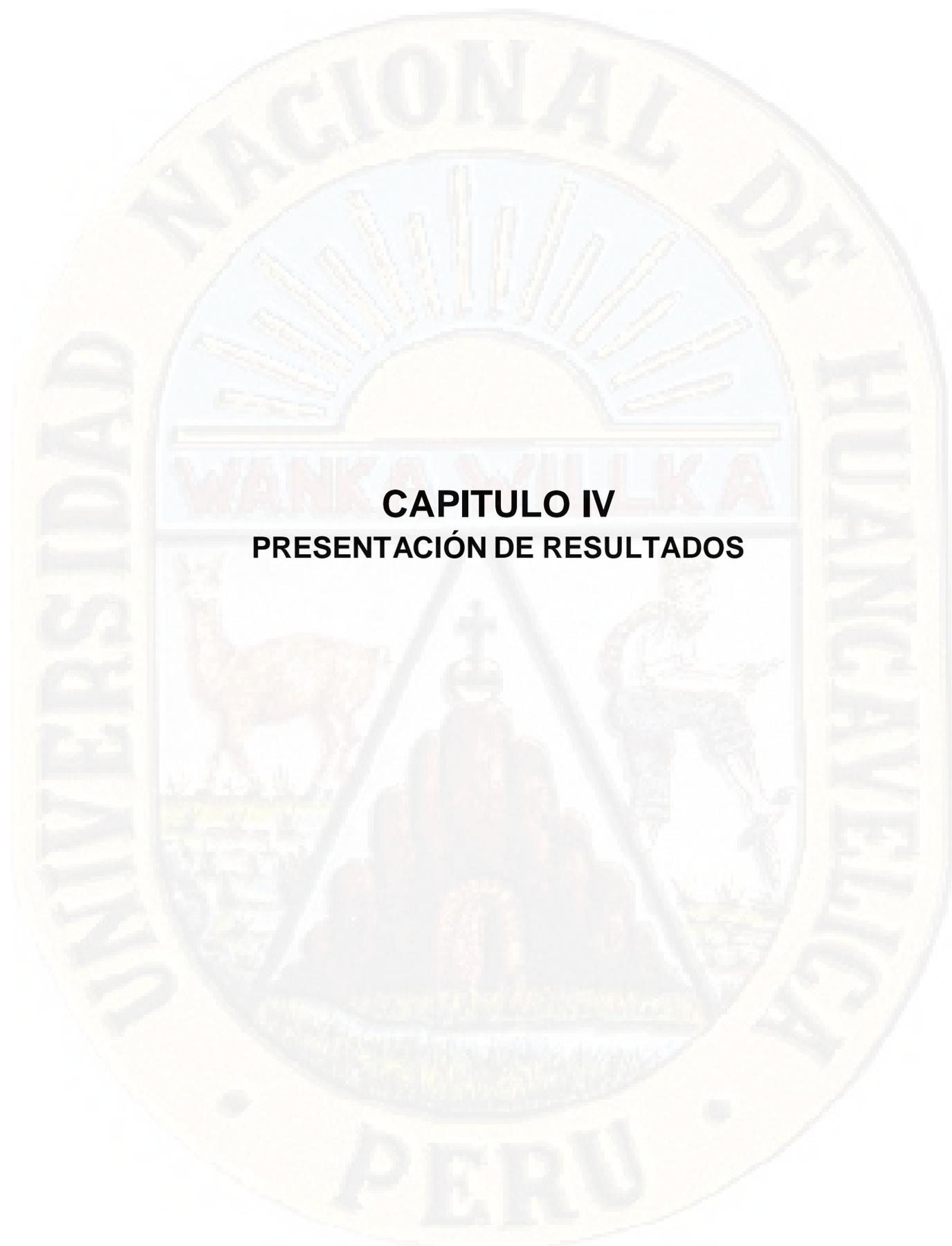
3.8.6. Variable meteorológica utilizada en la fenología

Con el propósito de establecer la interrelación de las fases fenológicas con la variable meteorológica se tomó la información de la Estación Climatológica Ordinaria (CO) ubicada al interior de la Ciudad Universitaria, los datos fueron las temperaturas tanto la máxima como la mínima, que se registraron en forma diaria, utilizando los termómetros de máxima y mínima respectivamente los cuales se encuentran instalados al interior de una caseta meteorológica a la altura de 1.20 metros sobre el nivel del suelo, para luego obtener una temperatura media diaria, valor al que se le resta 7.0°C (temperatura 0° del amaranto), y cada resultado diario de esta operación se irán sumando y acumulando (Constante Térmica) a partir de la fase de emergencia para todas y cada fase fenológica siguientes tanto para la variedad precoz (Oscar Blanco), como tardía (Centenario) del amaranto o kiwicha (*Amaranthus caudatus* L).

3.9. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico del presente trabajo de investigación, se realizó mediante análisis de variancia, prueba de Tukey y regresión lineal simple.

El análisis de variancia, consiste en la evaluación de la prueba de F para la hipótesis correspondiente, según el modelo estadístico experimental y el análisis de regresión lineal simple, donde se aplicó el nivel de significación de $\alpha = 0.05$, para el F tabular; de igual manera la prueba de Tukey se realizó con nivel de significación de $\alpha = 0.05$.



CAPITULO IV
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.1.1. Evaluación de la constante térmica para las distintas fases fenológicas

Tabla 10. Constante térmica por época de siembra, y estado fenológico de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L).

Variedad	Época de siembra	Fecha	Emergencia °C	8 hojas °C	Inicio de panojamiento °C	Inicio de floración °C	Plena floración °C	Grano lechoso °C	Madurez fisiológica °C
VAR	EPO		GD1	GD2	GD3	GD4	GD5	GD6	GD7
Oscar Blanco	Epoca1	30/11/16	133.4	377.0	638.7	869.7	1017.3	1192.4	1328.9
Oscar Blanco	Epoca2	25/12/16	129.3	381.2	648.0	879.5	1016.0	1180.4	1334.7
Oscar Blanco	Epoca3	28/10/17	130.3	393.8	676.6	897.3	1022.5	1201.1	1333.8
Oscar Blanco	Epoca4	18/11/17	135.7	439.5	650.5	892.5	1026.1	1194.2	1341.8
Oscar Blanco	Epoca5	08/12/17	136.6	404.4	635.4	883.6	1019.5	1202.2	1337.6
Centenario	Epoca1	30/11/16	133.4	412.5	681.2	939.8	1108.7	1266.6	1443.4
Centenario	Epoca2	25/12/16	129.3	422.7	668.3	949.9	1096.8	1272.5	1434.2
Centenario	Epoca3	28/10/17	130.3	420.9	708.3	950.6	1106.8	1283.5	1451.2
Centenario	Epoca4	18/11/17	135.7	429.8	683.3	954.3	1108.5	1265.6	1430.6
Centenario	Epoca5	08/12/17	136.6	437.2	686.6	958.3	1116.3	1255.8	1433.0

A. Requerimiento térmico para emergencia

Tabla 11. Análisis de varianza del requerimiento de constante térmica para la fase emergencia por época de siembra y variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Épocas	4	82.74	20.69	Valor. Grande	**
Variedades	1	0.00	0.00	Valor pequeño	NS
Error	4	0.00	0.00		
Total	9	82.74			

C.V = 0.0000000042%

El análisis de variancia de la Tabla 11 muestra la existencia de una alta significación estadística en la emergencia en las diferentes épocas de siembra, en lo referente a las variedades no existe diferencia estadística. Se puede indicar que no hay diferencia de las variedades en cada época siembra en el requerimiento térmico. El coeficiente de variación es un valor de alta precisión por la poca variabilidad del requerimiento térmico de las dos variedades a la emergencia.

Tabla 12. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica Emergencia de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Épocas	Promedio	DMS
Época 2	129.30	A
Época 3	130.30	B
Época 1	133.40	C
Época 4	135.70	D
Época 5	136.60	E

La Tabla 12 muestra que en épocas existe diferencia estadística, siendo la época 5 con un mayor requerimiento térmico para la emergencia en promedio de las dos variedades.

Tabla 13. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase de emergencia de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Variedad	Promedio	DMS
Centenario	133.06	A
Oscar Blanco	133.06	A

En la Tabla 13 se observa que no existe diferencia estadística en el promedio de requerimiento de constante térmica en ambas variedades para la fase fenológica de emergencia.

B. Requerimiento térmico para 8 hojas verdaderas

Tabla 14. Análisis de varianza de la constante térmica para la fase 8 hojitas de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y cinco épocas de siembra. Pampa de Arco 2772 msnm. Ayacucho.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Épocas	4	2021.20	505.30	2.45	0.2035 NS
Variedades	1	1617.98	1617.98	7.84	0.0456 *
Error	4	825.44	206.36		
Total	9	4464.62			

C.V = 3.49 %.

El análisis de variancia de la Tabla 14 indica que no existe significación estadística en el requerimiento de la constante térmica en las diferentes épocas de siembra en la fase fenológica aparición de 8 hojas verdaderas; mientras que entre variedades existe una significación estadística en el requerimiento de la constante térmica. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión lo que nos permite tener buena confianza en los resultados obtenidos estadísticamente.

Tabla 15. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica 8 hojas verdaderas de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Épocas	Promedio	DMS
Época 2	394.75	A
Época 3	401.95	A
Época 1	407.35	A
Época 4	420.80	A
Epoca 5	434.65	A

La Tabla 15 nos indica la no existencia de diferencia estadística, pero numéricamente observamos un requerimiento mayor de la constante térmica de la época 5 en relación a las demás épocas.

Tabla 16. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica 8 hojas verdaderas de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Variedad	Promedio	DMS
Oscar Blanco	399.18	A
Centenario	424.62	B

La Tabla 16 muestra a la variedad Oscar Blanco como el genotipo con menor requerimiento de la constante térmica para culminar la fase de 8 hojas

verdaderas, en comparación con la variedad Centenario que tiene un requerimiento de 424.6 °C.

C. Requerimiento térmico para la fase fenológica Inicio de panojamiento

Tabla 17. Análisis de varianza de la constante térmica para la fase inicio de panojamiento de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y cinco épocas de siembra. Pampa de Arco 2772 msnm. Ayacucho.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Épocas	4	1618.71	404.68	5.91	0.0568 NS
Variedades	1	3186.23	3186.23	46.51	0.0024 **
Error	4	274.03	68.51		
Total	9	5078.97			

C.V = 1.24 %

El análisis de variancia de la Tabla 17 muestra la no significación en las épocas, existe significación estadística en las variedades. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión.

Tabla 18. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica Inicio de panojamiento de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Épocas	Promedio	DMS
Época 2	658.15	A
Época 3	659.95	A
Época 1	661.00	A
Época 4	666.90	A
Época 5	692.45	A

La Tabla 18 nos indica la no significancia o diferencia estadística, pero debemos manifestar que en la época 5 para ambas variedades requiere una constante mayor a las demás épocas.

Tabla 19. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica Inicio de panojamiento de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Variedad	Promedio	DMS
Oscar Blanco	649.84	A
Centenario	685.54	B

En la Tabla anterior 19, observamos que la variedad Óscar Blanco requiere de menor cantidad de grados- día de temperatura o constante térmica para

completar la fase fenológica de inicio de panojamiento en relación a la variedad centenario que tiene un mayor requerimiento de 685.5 °C.

D. Requerimiento térmico para la fase fenológica Inicio de floración

Tabla 20. Análisis de varianza de la constante térmica para la fase fenológica inicio de floración de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Épocas	4	517.41	129.35	3.56	0.123 NS
Variedades	1	10909.81	10909.81	300.16	0.0001 **
Error	4	145.39	36.35		
Total	9	11572.61			

C.V = 0.66 %

El análisis de variancia de la Tabla 20 muestra la existencia de una alta significación estadística en el requerimiento de la constante térmica entre las dos variedades en estudio, en lo referente a las distintas épocas no existe diferencia estadística. El coeficiente de variación es un valor de alta precisión por la poca variabilidad del requerimiento térmico de las dos variedades para completar la fase inicio de floración.

Tabla 21. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica Inicio de floración de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Épocas	Promedio	DMS
Época 1	904.75	A
Época 2	914.70	A
Época 5	920.95	A
Época 4	923.40	A
Época 3	923.95	A

La Tabla 21 nos indica la no existencia de diferencia estadística entre las distintas épocas de siembra de las variedades en estudio. Observamos en el respectivo cuadro que la Época 1 requiere la menor cantidad de grados-día de temperatura en relación a las otras épocas de siembra.

Tabla 22. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica Inicio de floración de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Variedad	Promedio	DMS
Oscar Blanco	884.52	A
Centenario	950.58	B

La Tabla 22 muestra que Oscar Blanco es la variedad con menor requerimiento térmico para completar la fase fenológica inicio de floración, en comparación con la variedad Centenario que tiene un requerimiento térmico de 950.6 °C.

E. Requerimiento térmico para la fase fenológica plena floración

Tabla 23. Análisis de varianza del requerimiento térmico para la fase fenológica plena floración de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Épocas	4	171.83	42.96	1.87	0.278 NS
Variedades	1	18974.74	18974.74	827.36	0.0001 **
Error	4	91.73	22.93		
Total	9	19238.30			

C.V = 0.45 %

El análisis de variancia de la Tabla 23 muestra la existencia de una alta significación estadística en el requerimiento de la constante térmica entre las dos variedades en estudio, en lo referente a las distintas épocas no existe diferencia estadística. El coeficiente de variación es un valor de alta precisión por la poca variabilidad del requerimiento térmico de las dos variedades para completar la fase plena floración.

Tabla 24. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica plena floración de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Épocas	Promedio	DMS
Época 1	1056.35	A
Época 2	1063.00	A
Época 5	1064.65	A
Época 4	1067.30	A
Época 3	1067.90	A

La Tabla 24 nos indica la no existencia de diferencia estadística entre las distintas épocas de siembra de las variedades en estudio. Observamos en el respectivo cuadro que entre la Época 1 y la Época 5 solo existe una diferencia de aproximadamente 10 °C.

Tabla 25. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica Plena floración de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Variedad	Promedio	DMS
Oscar Blanco	1020.28	A
Centenario	1107.40	B

La Tabla 25 muestra que Oscar Blanco es la variedad con menor requerimiento de constante térmica para completar la fase fenológica de plena floración, en comparación con la variedad Centenario que tiene un requerimiento térmico de 1107.4 °C.

F. Requerimiento térmico para la fase fenológica grano lechoso

Tabla 26. Análisis de varianza del requerimiento térmico para la fase fenológica grano lechoso de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Épocas	4	309.86	77.46	0.76	0.603 NS
Variedades	1	13965.17	13965.17	136.51	0.0003 **
Error	4	409.20	102.30		
Total	9	14684.22			

C.V = 0.82 %

El análisis de variancia de la Tabla 26 indica que no existe significación estadística en el requerimiento de constante térmica en las diferentes épocas de siembra en la fase fenológica de grano lechoso; mientras que en variedades existe una significación estadística en la variable de la constante térmica. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión lo que nos permite tener buena confianza en los resultados.

Tabla 27. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica grano lechoso de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Épocas	Promedio	DMS
Época 1	1226.45	A
Época 2	1229.00	A
Época 5	1229.50	A
Época 4	1229.90	A
Época 3	1242.30	A

La Tabla 27 nos indica la no existencia de diferencia estadística, pero numéricamente observamos un requerimiento mayor de la constante térmica de la a época 5 en relación a las demás épocas.

Tabla 28. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica Grano lechoso de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Variedad	Promedio	DMS
Oscar Blanco	1194.06	A
Centenario	1268.80	B

La Tabla 28 muestra a la variedad Oscar Blanco como el genotipo con menor requerimiento de constante térmica para completar la fase de grano lechoso (1194.1), en comparación con la variedad Centenario que tiene un requerimiento de 1268.8°C.

G. Requerimiento térmico para la fase fenológica madurez fisiológica.

Tabla 29. Análisis de varianza de la constante térmica para la fase fenológica madurez fisiológica de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

F. Variación	GL	SC	CM	FC	Pr >F
Épocas	4	81.95	20.49	0.27	0.885 NS
Variedades	1	26584.34	26584.34	347.97	0.0001 **
Error	4	305.59	76.40		
Total	9	26971.88			

C.V = 0.63 %

El análisis de variancia de la Tabla 29 indica que no existe significación estadística en el requerimiento térmico en las diferentes épocas de siembra para la fase fenológica madurez fisiológica; mientras que entre variedades existe una significación estadística en el requerimiento de la constante térmica. El coeficiente de variación es un valor de buena precisión lo que nos permite tener buena confianza en los resultados obtenidos estadísticamente.

Tabla 30. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica de cinco épocas de siembra para la fase fenológica Madurez fisiológica de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Épocas	Promedio	DMS
Época 1	1384.45	A
Época 2	1385.30	A
Época 5	1386.15	A
Época 4	1386.20	A
Época 3	1392.50	A

La Tabla 30 nos indica la no existencia de diferencia estadística en el requerimiento térmico entre las 5 épocas de siembra de ambas variedades tanto para la Oscar Blanco (precoz) y la Centenaria (Tardía).

Tabla 31. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los promedios de la constante térmica en la fase fenológica Madurez fisiológica de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) Pampa del Arco 2772 msnm. Ayacucho.

Variedad	Promedio	DMS
Oscar Blanco	1335.36	A
Centenario	1438.48	B

La Tabla 31 muestra a la variedad Oscar Blanco como el genotipo con menor requerimiento térmico para completar la fase fenológica madurez fisiológica (1335.4), en comparación con la variedad Centenario que tiene un requerimiento de 1438.5 °C.

4.1.2. Constante térmica vs precocidad.

(Número de días después de la siembra (dds), requeridos por las variedades. -Oscar blanco (precoz) y —centenario (tardía).

Tabla 32. Análisis de variancia de la regresión lineal simple de la constante térmica (Y) en relación a la precocidad (X) de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) considerando siete estados fenológicos. Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho

Fuente	GL	Suma de	Cuadrados	Fc	P > Fc
		cuadrados	medios		
<u>Oscar Blanco</u>					
Regresión	1	5607087.0	5607087.0	7365.8	<.0001**
Error	33	25121.0	761.2		
Total	34	5632208.0			
<u>Centenario</u>					
Regresión	1	6575182.0	6575182.0	8641.8	<.0001**
Error	33	25108.0	760.9		
Total	34	6600291.0			

La Tabla 32 muestra el ANVA en forma independiente de las dos variedades en estudio; en ambos casos existe alta significación estadística para la regresión lineal indicándonos una relación funcional entre la Constante térmica y la precocidad (dada en número de días después de la siembra) considerando los siete estados fenológicos

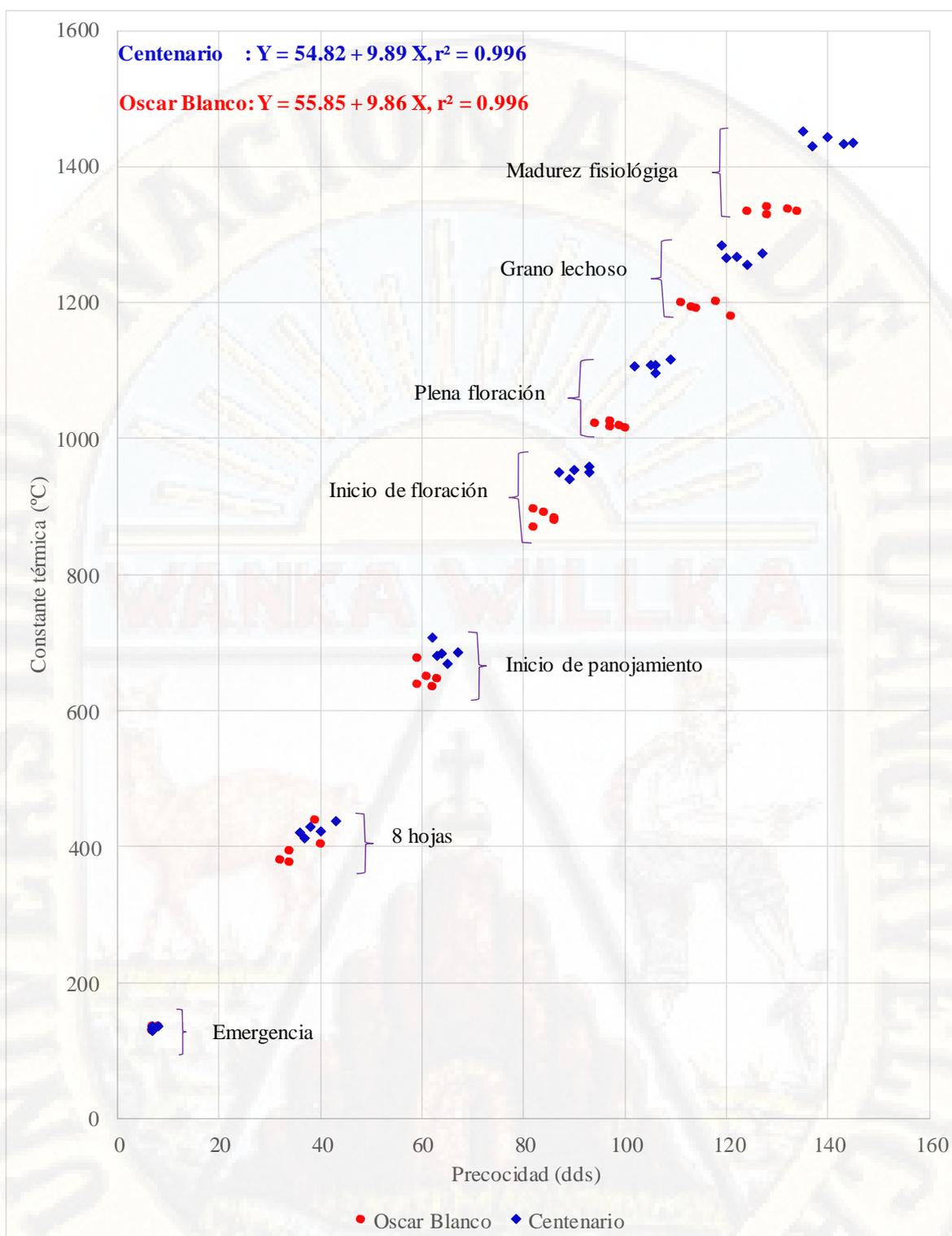


Figura 21. Regresión lineal simple de la constante térmica (Y) sobre la precocidad (X) de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) considerando siete estados fenológicos. Pampa del Arco 2750 msnm, Ayacucho.

La Figura 4. Relaciona la precocidad (dds) por cada fase fenológica y la constante térmica requerida de las dos variedades de amaranto, desde la emergencia hasta la madurez fisiológica; donde se observa claramente que la variedad Centenario acumula mayor cantidad de grados días de

temperatura llegando a un valor de 1445.4°C en 140.6 días, mientras que la variedad Oscar Blanco acumula 1291.0 en 129.2 días.

Tabla 33. Precocidad (X) y constante térmica (Y) con límites de confianza del 95% de siete estados fenológicos en dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.). Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho.

Fase fenológica	Precocidad promedio dds	Constante térmica (°C)		
		promedio estimado	LC inferior	LC superior
<u>Oscar Blanco</u>				
Emergencia	7.2	126.8	108.2	145.5
8 hojas	35.8	408.8	395.5	422.1
Inicio de panojamiento	60.8	655.3	645.2	665.4
Inicio de floración	84.0	884.1	874.4	893.8
Plena floración	97.4	1016.2	1005.5	1027.0
Grano lechoso	115.4	1193.7	1180.4	1207.0
Madurez fisiológica	129.2	1329.8	1314.1	1345.5
<u>Centenario</u>				
Emergencia	7.2	126.0	113.9	138.1
8 hojas	38.8	438.6	428.1	449.0
Inicio de panojamiento	64.2	689.8	680.1	699.4
Inicio de floración	90.4	948.9	939.3	958.4
Plena floración	105.6	1099.2	1089.4	1109.0
Grano lechoso	122.4	1265.4	1255.0	1275.7
Madurez fisiológica	140.0	1439.4	1428.2	1450.6

La Tabla anterior, muestra el promedio y los límites de confianza de las fases fenológicas en días después de la siembra en las dos variedades en forma independiente. Cabe recalcar lo que nos interesa es comparar a la última fase fenológica de madurez fisiológica de ambas variedades; al respecto se observa una mayor constante térmica para el genotipo Centenario que llega a los 140 días después de la siembra con un promedio de 1439.4 °C, comprendido entre los límites de 1428.2 y 1450.6 °C con un límite de confianza a nivel del 95 %, demostrando de este modo ser la más tardía en comparación con la variedad Oscar Blanco, que resulta ser más precoz con un requerimiento de la constante térmica promedio de 1329.8 °C. con un límite de confianza a nivel del 95 %, siendo el otro 5 % que este promedio se escape entre los límites comprendidos entre 1314.1 y 1345.5 °C.

Tabla 34. Precocidad y constante térmica a la madurez fisiológica de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.). Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho.

Variedad	Época de siembra	Fecha	Precocidad	Constante
			dds	térmica °C
Oscar Blanco	Epoca1	30/11/16	128	1328.9
	Epoca2	25/12/16	134	1334.7
	Epoca3	28/10/17	124	1333.8
	Epoca4	18/11/17	128	1341.8
	Epoca5	08/12/17	132	1337.6
Centenario	Epoca1	30/11/16	140	1443.4
	Epoca2	25/12/16	145	1434.2
	Epoca3	28/10/17	135	1451.2
	Epoca4	18/11/17	137	1430.6
	Epoca5	08/12/17	143	1433.0

La Tabla 34. nos indica una mayor variabilidad entre los genotipos y una homogeneidad dentro de cada variedad en cada época de siembra en referencia a su requerimiento de constante térmica. El genotipo Oscar Blanco a maduración fisiológica reporta un rango de precocidad comprendido entre 124 a 134 días después de la siembra, con una constante térmica de 1328.9 a 1337.6 °C. Por otra parte, el genotipo Centenario muestra ser más tardía y llega a la madurez fisiológica en las diferentes épocas de siembra con un rango de 135 a 145 días después de la siembra (dds), con una constante térmica de 1430.6 a 1451.2 °C

4.1.3. Productividad

4.1.3.1. Caracteres de productividad

Tabla 35. Cuadrados medios del análisis de variancia de los caracteres de productividad de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y cinco épocas de siembra. Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho.

Fuente	GL	Cuadrados medios					
		Altura de planta		Tamaño de panoja		Rendimiento	
Época	4	272.4	NS	53.2	NS	1739153.3	*
Variedad	1	10.0	NS	24.0	NS	780850.4	NS
Error	4	63.7		11.1		163356.9	
Total	9						
CV (%)		3.13		4.33		15.83	
Promedio		255.1		77.01		2553.79	

NS no significativo * significativo (p = 0.05)

La Tabla 35, muestra el Análisis de variancia de los Cuadrados Medios de la productividad de: altura de planta, tamaño o longitud de panoja y rendimiento. Entre las épocas de siembra y las variedades evaluadas.

En las épocas de siembra, altura de planta, y longitud de panoja no existe diferencia estadística; pero en el caso de la variable rendimiento se observa significación estadística.

El Coeficiente de Variación, muestra una buena precisión; en el caso de la variable rendimiento este C.V. (15.83%) es de regular precisión. Este resultado estaría explicado por la fuerte interacción del genotipo por los factores ambientales tanto bióticos como abióticos.

Tabla 36. Prueba de Tukey ($p = 0.05$) de los caracteres de productividad de dos variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y cinco épocas de siembra. Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho.

Fuente de variación	Altura de planta	Tamaño de panoja	Rendimiento
<u>Época de siembra</u>			
Epoca4 (18/11/17)	260.7 a	83.0 a	4088.2 a
Epoca3 (28/10/17)	270.3 a	81.5 a	2549.6 a b
Epoca1 (30/11/16)	257.8 a	75.0 a	2521.1 a b
Epoca5 (08/12/17)	243.8 a	75.2 a	1833.7 b
Epoca2 (25/12/16)	243.0 a	70.4 a	1776.4 b
DMS	35.5	14.8	1796.8
<u>Variedad</u>			
Centenario	254.1 a	75.5 a	2274.4 a
Oscar Blanco	256.1 a	78.6 a	2833.2 a
DMS	14.0	5.9	709.7

DMS = Diferencia mínima significativa

La Tabla 36 de la prueba de Tukey muestra con mayor claridad los resultados de productividad. Se muestra poca diferencia en la altura alcanzada por las plantas sembradas en las diferentes épocas. Esta poca diferencia significativa en altura de plantas se puede notar también entre las dos variedades tanto Oscar Blanco como Centenario. Esta poca diferencia también se puede notar en las características de tamaño de panoja para las distintas épocas de siembra como entre las dos variedades en estudio.

En cuanto a rendimiento que es la variable más importante en la actividad agrícola, observamos que en la época 4 de siembra efectuada el día 18 de noviembre, es el que muestra un mayor rendimiento superando a las demás épocas de siembra, con un rendimiento que llega a un valor de 4088.2

Kg/Ha con ambas variedades que no muestran diferencia estadística entre ellas.

4.1.3.2. Correlación entre caracteres de productividad y madurez fisiológica

Tabla 37. Coeficientes de correlación entre caracteres de productividad y la madurez fisiológica de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.). Pampa del Arco 2772 msnm, Ayacucho.

Constante térmica - Madurez fisiológica °C PCT	Precocidad - Madurez fisiológica dds PDD	Altura de planta cm APL	Tamaño de panoja cm TPA	Rendi miento kg/ha REN	
PCT	1	0.8071	-0.0434	-0.2887	-0.2916
		0.0048	0.9052	0.4185	0.4137
PDD	1	-0.5428	-0.6822	-0.5488	
		0.1050	0.0298	0.1004	
APL		1	0.6272	0.5984	
			0.0523	0.0676	
TPA			1	0.7490	
				0.0127	

p-valor en cursiva negra

La Tabla 37, nos muestra el Coeficiente de correlación que mide el grado de asociación entre las variables en estudio.

La precocidad a la madurez fisiológica (en número de días después de la siembra), y la Constante térmica tienen una alta correlación positiva, significa que a mayor número de días después de la siembra existirá un mayor valor de la Constante térmica.

El tamaño de panoja y el rendimiento muestran una alta correlación positiva; esto significa que a mayor longitud de panoja existe una respuesta positiva en el rendimiento de granos.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. De la constante térmica

Cada fase del desarrollo requiere un mínimo de acumulación de temperatura para llegar a su término y que la planta pueda pasar a la fase siguiente. En efecto, la planta "mide" la temperatura cada día y agrega el promedio de ese día a un total requerido para esa fase. Este total se llama Constante térmica o suma de calor y las unidades térmicas son grados/días (°GD).

Conceptualmente, la temperatura cero es la temperatura a la cual el desarrollo se detiene debido al frío. En el caso del amaranto, la temperatura cero es 7.0°C Si fuera necesario hacer cálculos seguros de sumas de calor, se debería obtener la temperatura media para cada día como $(máxima+mínima) / 2$ y restar la temperatura base para esa etapa.

4.2.2. De las fases fenológicas

Guata Patín C.¹³, en su Tesis relacionada a Fases fenológicas del amaranto, plantea las siguientes fases evaluadas por el:

1. Días a la emergencia (DE). Esta variable se evaluó en un periodo de tiempo de 5 a 15 días después de la siembra.
2. Días al panojamiento (DP). Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la formación de la panoja principal del panojamiento.
3. Días a la Floración (DF). Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la formación de las flores en las panojas cuando estas hayan florecido un 50 % de las inflorescencias.
4. Días a la cosecha (DC). Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha cuando el cultivo estuvo en madurez fisiológica.

Para Mujica y Quillahuamán (1989) y Henderson (1993), así como Chagaray Los estados fenológicos coincidentes son los siguientes:

Emergencia: (VE) Es la fase en la cual las plántulas emergen del suelo y muestran sus dos cotiledones extendidos y en el surco se observa por lo menos un 50%. Este estado puede durar de 8 a 21 días dependiendo de las condiciones agroclimáticas. **Fase vegetativa: (V₁....V_n)** Estas se determinan contando el número de nudos en el tallo principal donde las hojas se encuentran expandidas por lo menos 2 cm de largo. El primer nudo corresponde al estado V₁ el segundo es V₂ y así sucesivamente La planta comienza a ramificarse en estado V₄. **Fase reproductiva: Inicio de panoja (R1), Panoja (R2), Término de panoja (R3), Antesis (R4):** Este estado puede ser dividido en varios sub-estados, de acuerdo al porcentaje de flores del eje central de la panoja que han completado antesis: será R 4.2 si el 20 % de las flores del eje central han completado la antesis y si es 50%, el estado correspondería a R 4.5, **Llenado de granos (R5):** también puede ser dividida en: **Grano lechoso Grano pastoso, Madurez fisiológica (R6):** Un criterio aún no ha sido establecido; pero el cambio de color de la panoja es el indicador más utilizado, **Madurez de cosecha (R7).** Estos autores no reportan criterio alguno con claridad para reportar sus fases fenológicas, notándose que sus fases no se podrían evaluar satisfactoriamente a nivel de parcelas demostrativas.

Roque⁵¹ en el 2015, al comparar dos épocas de siembra para Oscar Blanco (-precozII) encontró que el coeficiente de correlación resulto 81 veces mayor que su Error probable lo que indico una buena relación matemática entre ellas, evidenciando que los requerimientos de la constante por las fases fenológicas entre ambas repeticiones son similares; igual correlación encontró para la variedad Rosada (-tardíall). Al comparar el requerimiento térmico entre ambas variedades encontró que el coeficiente de correlación resulto tan solo 8.27 veces mayor que su Error probable esto indico una baja relación matemática entre ellas, evidenciando que los requerimientos térmicos entre ambas variedades son diferentes.

A nivel de las observaciones de parcelas demostrativas, optamos por las siguientes fases fenológicas: emergencia, presencia de 8 hojitas verdaderas, inicio de panojamiento, inicio de floración, plena floración, grano lechoso, y madurez fisiológica.

Al llevar a cabo el Análisis de varianza de la constante térmica (Tabla 11), sobre época de siembra y estado fenológico observamos que para la emergencia existe alta significación estadística de las distintas épocas de siembra; en cuanto a las dos variedades en estudio no existe diferencia estadística entre ellas para la fase emergencia. Al aplicar Tukey ($p = 0.05$) para las distintas épocas de siembra de los promedios de la constante térmica en las fases fenológicas de emergencia, observamos que existe diferencia estadística entre ellas, siendo la época 5 con mayor requerimiento térmico para ambas variedades.

Para las otras 6 fases fenológicas de ambas variedades, que va desde de 8 hojitas verdaderas hasta fase de madurez fisiológica, observamos que para las distintas épocas (fechas) de siembra no existe diferencia significativa entre ellas; mientras que para variedades si notamos que existe una significación estadística para la fase 8 hojitas, y alta significación estadística para las otras siguientes seis fases fenológicas de las dos variedades en estudio Oscar Blanco (-precozII) y Centenario (-Tardíall).

Al analizar el requerimiento de constante térmica a la maduración fisiológica de los siete estados fenológicos de las dos variedades de amaranto en estudio notamos que en las condiciones de Pampa del Arco a 2772 msnm (Tabla 31), se observa un mayor requerimiento térmico para el genotipo Centenario que llega a los 140 días después de la siembra con un promedio estimado de 1439.4 °C, comprendido entre los límites de 1428.2 y 1450.6 °C con un límite de confianza a nivel del 95 %, demostrando ser la más tardía en comparación con la variedad Oscar Blanco, que resultó ser la más precoz con un requerimiento promedio estimado a madurez fisiológica de 1329.8 °C con un límite de confianza del 95 %, con 129 días, siendo el otro 5 % que

estos promedios se escapan entre los límites comprendidos entre 1314.1 y 1345.5 %.

4.2.3. De la altura de planta

García Ibarra, afirma que para las diferentes épocas de siembra (18 de febrero y 15 de abril del 2012), con tres variedades de amaranto que ella trabajó encontró en lo concerniente a **altura de planta** que hay significancia para la interacción, donde la variedad criolla tuvo un mejor comportamiento en la fecha temprana, y la amaranteca y revancha en la tardía. Para el caso de presente trabajo de investigación (Tabla 37) encontramos poca diferencia significativa en las alturas de las plantas sembradas en las cinco diferentes épocas, esta poca diferencia significativa en altura de planta se puede notar también entre las dos variedades tanto Óscar Blanco (-precozII), como centenario (-tardíall).

4.2.4. De la longitud de panoja

García Ibarra, afirma que para las diferentes épocas de siembra (18 de febrero y 15 de abril del 2012), con tres variedades de amaranto que ella trabajó encontró que existe diferencia significativa en la longitud de panoja con una media de 87 cm para la fecha tardía, no detectando diferencia significativa entre las variedades criolla, amaranteca, y revancha. Tampoco encontró diferencia significativa para la interacción entre los factores época de siembra y variedad es decir los factores actúan independientemente.

En el presente trabajo para las diferentes épocas (fechas de siembra) tampoco existe diferencia estadística en la longitud de panoja con una media de 77.0 cm, tanto para la variedad Oscar Blanco (-precozII), como para Centenario (-tardíall). Tampoco encontramos diferencia significativa para la interacción entre los factores época de siembra y variedad es decir los factores actúan independientemente, con un coeficiente de variación de 4.33 %.

Al analizar tamaño de panoja y rendimiento (Cuadro 37), observamos que muestran una correlación positiva; lo cual indica que a mayor longitud de panoja existe una respuesta positiva en rendimiento de granos.

4.2.5. Del rendimiento de granos

El Programa Nacional de Cultivos Andinos en Ayacucho ha obtenido 3000 kg/ha con la variedad Ayacuchana-INIA.

La FAO-INIA, Perú, de los resultados de la Prueba Regional Americana de Cultivares de Amaranto reporta rendimientos que varían de 800-3500kg/ha; para la Prueba Regional de cultivares de amaranto para el Perú, reporta

para Oscar Blanco un rendimiento comprendido entre 694 kg/ha (Lima), y 2625 kg/ha (Arequipa).

García Ibarra, encuentra que, para rendimiento, la significancia para fecha de siembra muestra un mejor rendimiento en la fecha temprana con una media de 2099 kg/ha.

Huillca Quispe, en K'ayra-cuzco, para una altitud de 3570 msnm, encontró que Oscar Blanco tiene un rendimiento de 1340 kg/ha con un ciclo vegetativo intermedio correspondiente a 227 días; nosotros a 2772 msnm, obtuvimos para la misma variedad un rendimiento promedio de 2833.2 kg/ha, con ciclo vegetativo de 130 días. Esta diferencia en el número de días podría deberse a las temperaturas medias diarias inferiores que se registran en K'ayra por su ubicación altitudinal. De lo expuesto deducimos que Oscar Blanco no es —precozll para dicha altitud sobre el nivel del mar.

Nuestro trabajo de investigación para la variable rendimiento (Cuadro 36), que es la variable más importante en la actividad agrícola encontramos significación estadística entre épocas de siembra; siendo la época 4 (siembra realizada el día 18 de noviembre) la que muestra un mayor rendimiento superando a las demás épocas de siembra, que llega a un valor de 4088.2 kg/ ha. Para el caso de las variedades (Tabla 36) encontramos que no muestran diferencia significativa en el rendimiento entre ellas.

4.3. PROCESO DE PRUEBA DE HIPÓTESIS

La prueba de hipótesis se realizó para las variables de constante térmica en las distintas fases fenológicas de acuerdo a los factores de estudio propuestos: variedades de amaranto (—precozll y —tardíall), épocas (fechas) de siembra, y caracteres de productividad. La metodología de las pruebas de hipótesis fue de acuerdo al análisis de varianza del diseño experimental Bloques completos al azar (DBCA), prueba de contraste de Tukey y el análisis de regresión lineal simple. Las hipótesis fueron sometidas a un nivel de significancia del 5 %.

El procesamiento estadístico de los datos se realizó empleando software estadístico como Excel y Statistical Analysis System (S.A.S).

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación ha realizado un recorrido por el elemento determinante como es la temperatura, pero aún existen otros igualmente importantes como el balance hídrico y, por lo tanto, e indirectamente, la transpiración. Todo lo que ocurre u ocurrirá en la planta pasa primero por el control de temperatura; un buen control de esta es el primer paso de un largo camino hacia una buena cosecha.

1. El calor es un factor importantísimo para cada fase del desarrollo requiriendo un mínimo de acumulación de temperatura para llegar a su término y que la planta pueda pasar a la fase siguiente. En efecto, la planta "mide" la temperatura cada día y agrega el promedio de ese día a un total requerido para esa fase. Este total se llama Constante térmica o suma de calor y las unidades térmicas son grados/días (GD).
2. A nivel de campo no se han podido determinar con precisión las distintas fases fenológicas consignadas en la literatura especializada para esta especie vegetal, por lo evaluamos las propuestas por nosotros.
3. Al aplicar el ANVA y la prueba de Tukey al 5 %, (Tabla 30) del requerimiento de la Constante térmica en las siete distintas fases fenológicas y en las cinco épocas de siembra de las dos variedades en estudio, resulta que no existe diferencia significativa (fase fenológica: Madurez fisiológica).
4. En lo concerniente al requerimiento de Constante térmica entre las variedades en estudio (Tabla 31), se ha encontrado que existe diferencia estadística significativa entre Oscar Blanco (-PrecozII), y centenario (-TardíalI); siendo Oscar Blanco la variedad con menor requerimiento térmico para cumplir su ciclo vegetativo
5. En la Tabla 31, se observa un mayor requerimiento térmico para el genotipo Centenario que llega a maduración fisiológica con un promedio estimado de 1439.4 °C, comprendido entre los límites de 1428.2 y 1450.6 °C con un límite de confianza a nivel del 95 %, demostrando ser la más tardía en comparación con la variedad Oscar Blanco, que resultó ser la más precoz con un requerimiento promedio estimado a madurez fisiológica de 1329.8 °C con un límite de confianza del 95 %, siendo el otro 5 % que estos promedios se escapan entre los límites comprendidos entre 1314.1 y 1345.5 °C.

6. En la Tabla.35, encontramos poca diferencia significativa en las alturas de las plantas sembradas en las cinco diferentes épocas, esta poca diferencia significativa en altura de planta se puede notar también entre las dos variedades tanto oscar Blanco (-precozll), como centenario (-tardíall).
7. En el presente trabajo para las diferentes épocas (fechas) de siembra tampoco existe diferencia estadística en la longitud de panoja con una media de 77.0 cm, tanto para la variedad Oscar Blanco (-precozll), como para Centenario (-tardíall). Tampoco encontramos diferencia significativa para la interacción entre los factores época de siembra y variedad es decir los factores actúan independientemente, con un coeficiente de variación de 4.33 %.
8. En cuanto a rendimiento que es la variable más importante en la actividad agrícola, observamos que el tamaño de panoja y el rendimiento muestran una alta correlación positiva (Tabla 37), esto significa que a mayor longitud de panoja existe una respuesta positiva en el rendimiento de granos; asimismo. la época de siembra N°4, efectuada el día 18 de noviembre de 2017, es el que muestra un mayor rendimiento superando a las demás épocas de siembra, con un rendimiento promedio que llega a un valor de 4088.2 Kg/Ha.
9. De las variedades en estudio, observamos que la variedad Oscar Blanco —precozll presenta un mayor rendimiento promedio de 2,833.2 kilos/ hectárea; mientras que Centenario –Tardíall tuvo un rendimiento promedio de 2,274.4 kilos/hectárea.
10. En lo que respecta al número de días requeridos para completar su ciclo vegetativo (emergencia – madurez fisiológica) la variedad oscar Blanco, reporto un rango de precocidad comprendido entre 124 a 134 días; mientras que el genotipo centenario muestra ser más tardío y llega madurez fisiológica con un rango de 135 a 145 días en las condiciones térmicas de la microcuenca de Ayacucho.
11. La siembra del amaranto debe hacerse entre segunda quincena de octubre y la primera quincena de noviembre inclusive la segunda quincena de noviembre; y no antes de la segunda quincena de octubre por las condiciones de escasez de lluvias y menos después de la segunda quincena de noviembre porque en a medida que se acerca a enero las precipitaciones excesivas son perjudiciales para la germinación y crecimiento del amaranto.

Como conclusión final podemos inferir que el presente trabajo de investigación ha demostrado que existe una mayor variabilidad entre las variedades Oscar Blanco (-precozll) y Centenario (-tardíall) en lo referente a su requerimiento de Constante térmica; así mismo se observa una mayor homogeneidad de los requerimientos térmicos dentro de cada variedad, o sea en la aparición de las distintas fases fenológicas de emergencia a maduración fisiológica.

RECOMENDACIONES

En función a los resultados obtenidos y su respectiva discusión y conclusiones del presente trabajo se proponen las recomendaciones siguientes:

1. Por ser un trabajo preliminar, repetir la investigación, en el mismo lugar considerando las mismas fases fenológicas, para que las variedades en estudio puedan mostrar su potencial genético y confiabilidad a este piso ecológico especialmente del rendimiento, debido a que cada año varían la manifestación de los elementos principales del clima.
2. Realizar otros trabajos de investigación similar o igual, con las mismas variedades en otros pisos ecológicos.
3. incentivar a los agricultores de la zona o similares a la zona ecológica, considerar a la kiwicha en sus diferentes variedades productoras de grano en sus cultivos principales como fuente de alimentación, por su alto contenido en proteínas que sirva como alternativa para combatir la desnutrición infantil en nuestra región.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Valdivia, Ponce, Jorge. Meteorología General. Universidad Nacional Mayor de San Marco. Lima- Perú. 1977. [citado 25 de octubre de 2018]. 168 p. Recuperado de:
https://books.google.com.bo/books/about/Meteorolog%C3%ADa_general.html?hl=es&id=pTwSAQAAMAAJ&redir_esc=y
2. Soto, F.; Plana, R. y Hernández, N. Influencia de la temperatura en la duración de las fases fenológicas del trigo harinero (*Triticum aestivum* ssp. *Aestivum*) y *triticales* (*triticum Secale wittmack*) y su relación con el rendimiento. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362009000300014
3. Loracnis Hernández, Naivy Hernández C. N, Dr.C. F. Soto C.F., y C. María de los A. Pino. Estudio fenológico preliminar de seis cultivares de habichuela de la especie *Phaseolus vulgaris* L. cultrop v.31 N.1.La Habana ene.-mar. 2010.
4. Warnock, Rosemary y García, José. Sistema para identificación de fenología en variedades determinadas e indeterminadas de caraota. Revista: Agronomía Tropical. 2008. 58 (2): 163 - 173.Universidad Central de Venezuela.
5. Hernández Córdova, Naivy, y Soto Carreño, Francisco. Influencia de tres fechas de siembra en el crecimiento y rendimiento de especies de cereales cultivadas en condiciones tropicales. Parte II. Cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench var. Isiap Dorado) Rev. Cultrop vol.33 no.2 La Habana abr.-jun. 2012.
6. Brandán de Antoni E. Z, et al. –Comportamiento del amaranto en diferentes fechas de siembra en Tafí del valle, Tucumán, argentina. 2013.
<http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/rebea/2013-octubre/2.Brandan.22-30.pdf>
7. Monsalvo Jiménez, Cristina B, y Oliver Guadarrama, Rogelio. 2004. Producción de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) a tres fechas de siembra en Huazulco, Temoac, Morelos. Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de edafoclimatología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México. 2004.
<https://docplayer.es/amp/20851495-Produccion-de-amaranto-amaranthus-hypochondriacus-l-a-tres-fechas-de-siembra-en-huazulco-temoac-morelos.html>
8. Granados Ramírez, Rebeca, Reyna Trujillo, Teresa, Jesús Soria Ruíz, Jesús, Yolanda Fernández Ordóñez, Yolanda. 2004. Aptitud agroclimática en la Mesa Central de Guanajuato, México. Rev. Invest. Geog 2004. N°54 México ago.
9. Lázaro A. Maqueira López, Walfredo Torres de la Nova, Samuel A. Pérez Mesa, Deisi Díaz Páez, Osmany Roján Herrera 2016. Influencia de la

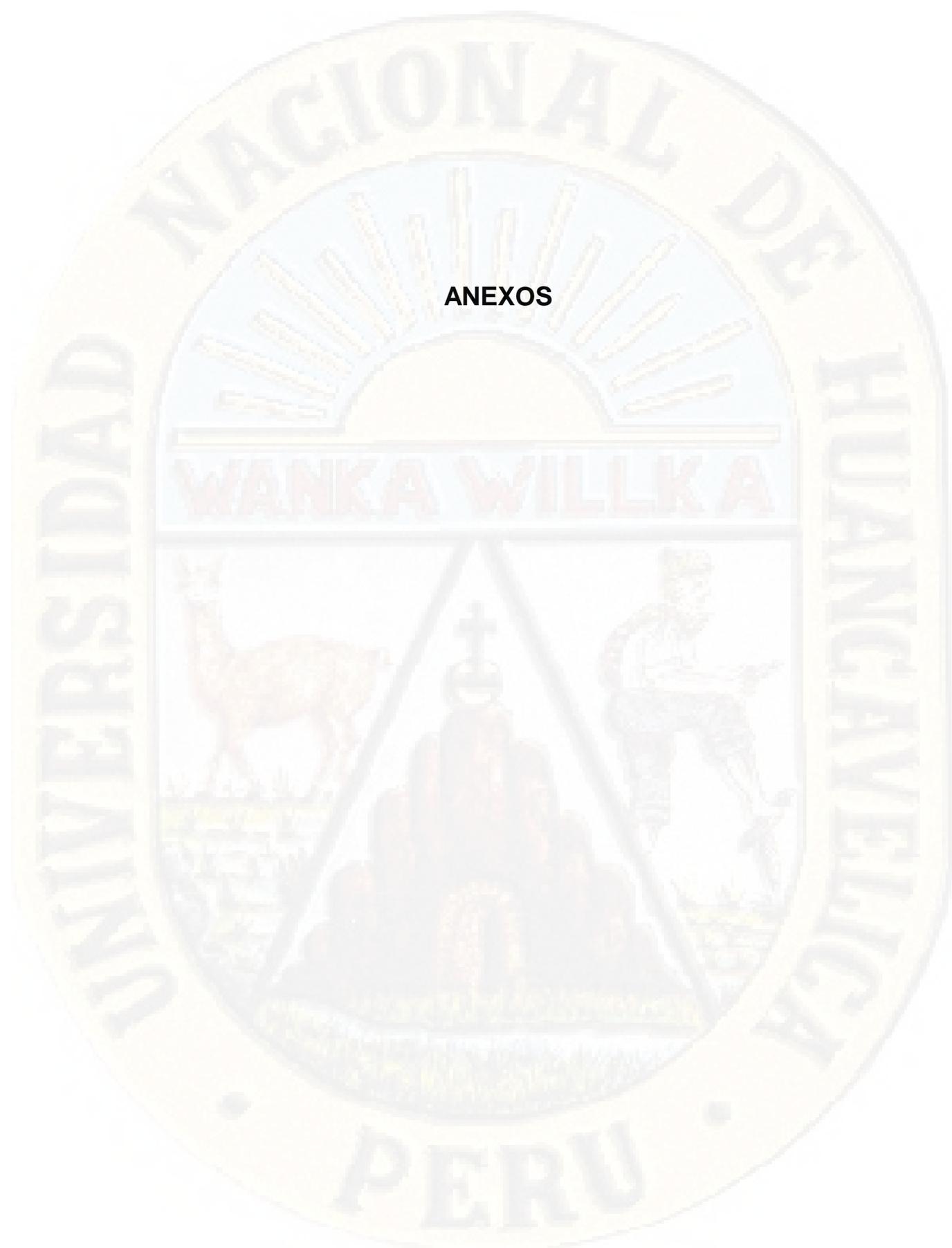
temperatura ambiental y la fecha de siembra sobre la duración de las fases fenológicas en cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) Rev. Cultrop vol.37 N°.1 La Habana ene.-mar. 2016

10. Tesis Amaranto. pdf. Adobe Reader. Ecuador.
file:///C:/Users/oscar/Downloads/03%20AGI%20319%20TESIS%20AMARANTO%20(1).pdf
11. Ramírez Vázquez, Ma. De la Luz, Eduardo Espitia Rangel, Aquiles Carballo, Rosalba Zepeda Bautista, Humberto Vaquera Huerta y Leobigildo Córdova Téllez. Fertilización y densidad de plantas en variedades de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.2 N°.6 Texcoco nov./dic. 2011.
12. Tuston Torres, Sixto Stalin. –Adaptación de cinco líneas de Amaranto de grano blanco *Amaranthus caudatus* L. y cinco líneas de Atajo o Sangorache *Amaranthus hybridus* en los Cantones de Otavalo y Antonio Ante. Ecuador 2010. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/179>
13. Guata Patín, Carlos Vinicio. (Tesis). Evaluación agronómica con investigación participativa de tres líneas promisorias de amaranto (*Amaranthus* spp.) Con fertilización química y orgánica en la localidad de Laguacoto II, Provincia Bolívar-Bolivia. Universidad Estatal de Bolívar. 2006. http://biblioteca.ueb.edu.ec/cgi-bin/koha/opacdetail.pl?biblionumber=16694&query_desc=kw%2Cwrdl%3A%20Guata%20Pat%C3%ADn
14. Chagaray, Amelia. Estudio de factibilidad del cultivo del amaranto. Ministerio de la Producción y Desarrollo. Gobierno de la Provincia de Catamarca. 2005. [citado 26 de octubre de 2018]. Recuperado a partir de: https://www.academia.edu/7599720/Estudio_de_Factibilidad_del_Cultivo_del_Amaranto
15. Ministerio de Agricultura /OIA Estadística. Fechas de siembra y cosecha del Amaranto en el Perú. Rev. PER. Quim. ING. Quim. 1998. Vol 2 N° 1.
16. Ramírez, Marleni. Directora regional. Granos Andinos: Avances logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañihua y kiwicha en el Perú. Biodiversity Internacional. Proyecto IGAD- NUS I AEDES. 2009. <https://www.proinpa.org/tic/pdf/Quinua/Varios%20quinua/pdf35.pdf>
17. Minino Cárdenas, David. "Estudio del comportamiento de líneas avanzadas mutantes de kiwicha (*Amaranthus caudatus* Linn.) bajo distintos sistemas de cultivo" - tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima-Perú 2015. Recuperado a partir de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/947>
18. Gobierno Regional Apurímac. 2009. Plan de negocios: Producción y comercialización de A kiwicha. Talavera- Apurímac, Pe.96 p. <https://www.google.com/search?q=Gobierno+Regional+Apurímac.+2009.+Plan+de+negocios%3A+Producción+y+comercialización+de+A+kiwicha.+Talavera+Apurímac%2C+Pe.96+p.&oq=Gobierno+Regional+Apurímac.+2009.+Plan+de+negocios%3A+Produc>

19. Jacinto Juárez. Evaluación de tres variedades de —Kiwicha” *Amaranthus caudatus* L. a condiciones de la costa en Piura. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad nacional de Piura. Piura-Perú. 2014. Recuperado a partir de: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/243>
20. Huillca Quispe, Jhon. —Comparativo de rendimiento de cinco compuestos y dos variedades de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) en condiciones de k'ayra. Tesis presentada para obtener el título de Ingeniero agrónomo. Universidad Nacional de San Antonio de Abad. Cusco- Perú.2013. Recuperado a partir de: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/903>
21. Transue et al. Kiwicha – cultivos andinos – Word Press.com. 2014. https://www.google.com/search?tbm=isch&q=Transue+et+al.+Kiwicha+%E2%80%93+cultivos+andinos+%E2%80%93+Wordpress.com.+2014&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwiRwJmF_7ziAhWriOAKHeawAVkQBQgqKAA&biw=1536&bih=775&dpr=1.25
22. Kiwicha-o-amaranto. Oficina Regional de la FAO. <https://alexisjuliocr.wordpress.com/2014/04/24/kiwicha-o-amaranto/>
23. Alcázar Ariza, Francisco José. Temperatura, Luz, Atmosfera Viento. Universidad de Murcia. España. 2012.
24. WMO. Practical use of agrometeorological data and information for planning and operational activities in agriculture. WMO. Publication N° 60. Geneva. 1993.
25. Lluvia, viento o luz. En ocw.upm.es//climatología/acción-de-la-temperatura-sobr
26. Gastiazoro Blettler, Juliana. Catedra de climatología agrícola. Sección N° 4 Universidad Nacional de Entre Ríos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. <http://www.cicyttp.org.ar/climatologiafca/docencia/apuntes/tema4.pdf>
27. Urbano, Villalobos et al. Influencia de la temperatura sobre las plantas. Artículo Académico. 1999, 2002. <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-5/ACCION-DE-LA-TEMPERATURA-SOBRE-LA-VEGETACION.pdf>
28. Torres Ruiz, Edmundo. Agrometeorología. General. Universidad Nacional Mayor de san Marco. Lima – Perú.1977.
29. CONABIO. Catálogo taxonómico de especies de México. 1. In Capital Nat. México. CONABIO, México City. 2009. <https://es.wikipedia.org/wiki/Amaranthus#Historia>
30. Montellano Cerezo, Rocío. Estudio de la densidad poblacional del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus*) de la línea promisorio uva 039 en la zona central del departamento en Santa Cruz- Bolivia, invierno 2013. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz Bolivia.2014. En: https://www.academia.edu/27468680/Tesis_de_amaranto_ROSIO_1_

31. Nieto Cabrera, Carlos: El cultivo de amaranto (*Amaranthus* spp) Una alternativa agronómica para Ecuador. Estación experimental –Santa catalina. 1989.
Recuperado a partir de: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2688>
32. Mujica, S.A. y Bert, M.D. El cultivo del amaranto (*Amaranthus* spp): producción, mejoramiento genético y utilización. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 1997. Recuperado a partir de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro01/Cap2.htm
33. Guillen, PFR. Promisorias perspectivas en cultivo de amaranto en Tarija. Revista pro Campo.1992.
34. Fassbender, HV, y Bornemisza, E. Manual Agropecuario Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Segunda edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Bogotá Colombia. 1987.
35. García Ibarra, Lilia. –Variedades de Amaranto y Fechas de siembra para rendimiento de grano y forraje en San Luis Potosí. Tesis para optar el Título de Ingeniera Agrónoma Fitotecnista. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Agronomía. 2012. : En <http://ninive.uaslp.mx/jspui/bitstream/i/3458/1/IAF1VAR01201.pdf>
36. Nieto, C. Identificación de micro elementos de variabilidad en quinua, amaranto y chocho en Ecuador I NIAP, EE Santa catalina. Proyecto INIAP / FIDA /IPGRI Quito Ecuador. 1990.
37. Sumar Kalinowski L. El pequeño gigante; el Amaranto y su potencialidad (Gua.) no. 2: 1-3. 1983.
38. Tapia, E.M. Semilla Andinas. El Banco de Oro, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima – Perú.
39. Kiwicha –Ecu Red. Conocimiento con todos y para todos. Revista. Perú ecológico. 2009.
40. Peralta, Eduardo. Amaranto y Ataco. Preguntas y respuestas. Boletín Divulgativo N°359. Programa Nacional de leguminosas y granos andinos. Estac. Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito-Ecuador.
41. Benavides, C. Comportamiento de seis variedades de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) a través de cinco localidades de la provincia Mizque-Cochabamba. 1996.
42. Kugler W. El cultivo de amaranto. EEA. Buenos Aires. Argentina. 2011.
43. Acosta, J.D.A. Efecto de la densidad de siembra sobre rendimiento y los componentes del rendimiento en tres cultivares de amaranto. Licenciatura. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba Bolivia. 1987.
44. Arévalos, S.A. Utilización de diferentes niveles de semilla de amaranto en la alimentación de pollos. Licenciatura. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba Bolivia. 1991.
45. Morales, M. Unidad de Tecnología Alimentaria Boliviana del CIEP. Boletín de la Red Pro – Amaranto La Paz Bolivia.2000.

46. FAO y la Organización Mundial de la Salud. Valor nutricional del amaranto comparado a otros cereales comunes.
47. Sauer J. D. The grain amaranths y their relatives: a revised taxonomic y geographic survey. *Añas of the Missouri Botanical Garden* 37: 561-616. 1967.
48. Apaza, V. Informe anual – Proyecto IFAD-NUS I _ Puno. Perú. 2002.
49. Roque Siguas, Oscar. Clima de Ayacucho: Identificación y caracterización. Universidad Nacional de san Cristóbal de Huamanga. 2017. En prensa.
50. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Mapa Ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima Perú. 1976.
51. Roque Siguas, Oscar. Influencia de la temperatura en las fases fenológicas de dos variedades de Amaranto (*Amaranthus caudatus* L) en las condiciones climáticas de Ayacucho a 2772msnm. Trabajo de Investigación. Instituto de Investigación e Innovación. U.N.S.C.H. Ayacucho. 2015.
52. Parra Coronado, A, Fischer G, Chaves Córdova B. Tiempo térmico para estados fenológicos reproductivos de la feijoa (*Acca sellowiana* (o. Berg Burret). *Acta Biol Colomb* 2015;20(1):163-173.
<http://dx.doi.org/10.15446/abc.v20n1.43390>
53. González, P. Fundamentos filosóficos y epistemológicos de la investigación. Publicaciones CEME. La Habana- Cuba. 2014.
54. Hurtado E. El requerimiento del marco epistemológico en las tesis de post grado. UNMSM. *Rev. de Investigación de la Fac. de Ciencias Administrativas*, Vol. 9. N° 17. Lima. 2006.
55. Reidl-Martinez, Lucy. Marco conceptual en el proceso de investigación. *Revista Scielo. Investigación educ. medica* vol.1 n°.3 México jul./sep.2012



ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Diferencias de la constante térmica en las fases fenológicas de dos variedades de Amarantho (*Amaranthus caudatus*. L): Precoz y Tardía en la microcuenca del distrito de Ayacucho.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL ¿Existe diferencias de la Constante Térmica en las fases fenológicas de dos variedades de Amarantho (<i>Amaranthus caudatus</i> L): –precozll y –tardíall en la microcuenca del distrito de Ayacucho?</p> <p>ESPECIFICOS 1. Diferenciar la cantidad de la Constante Térmica, para cada fase fenológica de la variedad –precozll como son: la emergencia, aparición de 8 hojas verdaderas, inicio de panojamiento, inicio de floración, plena floración, grano lechoso, madurez fisiológica, altura de planta, así como longitud de panoja y producción en la microcuenca del distrito de Ayacucho. 2. Diferenciar la cantidad de la Constante Térmica, para cada fase fenológica de la variedad –tardíall como son: la emergencia, aparición de 6- 8 hojas verdaderas, inicio de panojamiento, inicio de floración, plena floración, grano lechoso, madurez fisiológica, altura de planta, así como longitud de panoja y producción en la microcuenca del distrito de Ayacucho.</p>	<p>GENERAL Analizar las diferencias de la Constante Térmica en las fases fenológicas de dos variedades de amarantho: variedad Oscar Blanco (Precoz), y la variedad Centenario (tardía), en la microcuenca del distrito de Ayacucho.</p> <p>ESPECIFICOS 1. Diferenciar la cantidad de la Constante Térmica, para cada fase fenológica de la variedad –precozll como son: la emergencia, aparición de 6- 8 hojas verdaderas, ramificación, inicio de panojamiento, plena floración, grano lechoso, madurez fisiológica, altura de planta y longitud de panoja y producción en la microcuenca del distrito de Ayacucho. 2. Diferenciar la cantidad de la Constante Térmica, para cada fase fenológica de la variedad –tardíall como son: la emergencia, aparición de 6- 8 hojas verdaderas, ramificación, inicio de panojamiento, plena floración, grano lechoso, madurez fisiológica, altura de planta y longitud de panoja y producción en la microcuenca del distrito de Ayacucho.</p>	<p>GENERAL. La diferencia de la Constante Térmica determina las fases fenológicas de dos variedades de Amarantho (<i>Amaranthus caudatus</i> L): Precoz y tardía , y no así la sumatoria de días desde emergencia a maduración fisiológica.</p> <p>ESPECIFICA 1. La diferencia de la Constante Térmica, determina las fases fenológicas de la variedad precoz y no la sumatoria de días desde emergencia a maduración fisiológica en las condiciones climáticas de la microcuenca del distrito de Ayacucho. 2. La diferencia de la Constante Térmica, determina las fases fenológicas de la variedad tardía y no la sumatoria de días desde emergencia a maduración fisiológica en las condiciones climáticas de la microcuenca del distrito de Ayacucho.</p>	<p>V. INDEPENDIENTE -Constante Térmica. -Dos variedades de Amaranthus –precozll y –tardíall</p> <p>V. DEPENDIENTES - Desarrollo de las fases fenológicas de las dos variedades de amarantho (<i>Amaranthus caudatus</i> L): precoz y tardía.</p> <p>Indicadores - Emergencia, - Aparición de 8 hojas verdaderas, - Inicio de panojamiento, - Inicio de floración - Plena floración, - Grano lechoso, - Madurez fisiológica - Altura de planta y - Longitud de panoja - Rendimiento. - temperatura media diaria.</p>	<p>UBICACIÓN Coordenadas Geográficas 13° 08´L.S. 74° 13´Long W 2772 msnm. TIPO DE INVESTIGACIÓN: Básica. Aplicativa NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Descriptiva. Correlacional. MÉTODO: Científico. experimental. DISEÑO EXPERIMENTAL Bloques completos al azar (DBCA) Se uso el modelo aditivo lineal. POBLACIÓN Conformada por el total de plantas de amarantho (<i>Amaranthus caudatus</i> L): precoz y tardía en las respectivas parcelas demostrativas. MUESTRA Conformada por el 80 % de plantas de amarantho (<i>Amaranthus caudatus</i> L): precoz y tardía en las respectivas parcelas demostrativas. INSTRUMENTOS: Termómetros de máxima y mínima., computadora personal, software especializado. TECNICA La investigación se llevó a cabo en un terreno aldeaño a la Estación meteorológica de la U.N.S.C.H., ubicada en la Ciudad Universitaria, la misma que nos proveerá los datos de temperatura diaria para correlacionarla con cada una de las fases fenológicas de las dos variedades de amarantho; las fases fenológicas se monitorearon periódicamente para ver su aparición y finalización. La primera siembra se llevará a cabo el día 30 de noviembre y la segunda el 25 de diciembre del 2016; la tercera repetición el 28 de octubre, la cuarta el 18 de noviembre y la quinta el 8 de diciembre del 2017, se le realizará todas las labores de riego, desahije, fertilización, control fitosanitario, etc. El análisis estadístico se realizó mediante el ANVA, que consiste en la evaluación de la prueba de F, donde se aplicará el nivel de significación de 0.05, para el F tabular.Prueba de Tukey y regresión lineal simple. El procesamiento estadístico de los datos se realizó empleando software estadístico como Excel y Statistical Analysis System. La correlación de la Constante Térmica para cada fase se visualizará en los cuadros y gráficos respectivos.</p>

Anexo 2. Análisis de suelo



MULTISERVICIOS AGROLAB

INGENIEROS TRABAJANDO POR UN AGRO SOSTENIBLE

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES

ANÁLISIS DE SUELOS : CARACTERIZACIÓN

ASESORÍA Y CAPACITACIÓN EN:

- EVALUACIÓN Y MUESTREO DE SUELOS.
- INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS AGRÍCOLA.
- USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS.
- ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL.
- AGRICULTURA SUSTENTABLE.

1050997

Solicitante: Ing. Oscar Roque Siguas

Departamento: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Ayacucho

Fecha: 22/12/2016

Numero de muestra		pH (1:2.5)	C.E. dS.m ⁻¹	CO ₃ ⁻ %	Nt %	MO %	P ppm	K ppm	Analisis Mecanico			Clase Textural	CIC	Cationes cambiabiles					% Sat. De Bases
Lab	Campo								Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺	
									%	%	%								
6864	Pampa del Arco	8.08	0.2	4.56	0.11	2.36	4.58	350	50	22	28	Fr.Ar.A.	23.9	18.55	1.29	3.63	0.43	0.00	100

Ph.D. MARLENI CERDA GÓMEZ
Responsable de Laboratorio

A = arena, **A.Fr** = Arena franca; **Fr.A.** = Franco arenoso; **Fr** = Franco; **Fr.L** = Franco limoso; **L** = Limoso; **FrArA** = Franco arcillo arenoso; **FrAr** = Franco arcilloso; **FrArL** = Franco arcillo limoso; **ArA** = Arcillo arenoso; **ArL** = Arcillo limoso; **Ar** = Arcilloso.

Urb. Mariscal Cáceres Mz. "G-12" - Ayacucho / ☎ (066) 312049 - 📞 966938028 - 966631889 / RPM: *758028; *751889 / 📠 982781298 ✉ agrolab01@yahoo.es

Anexo 3. Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 1 de siembra (30/11/16) de la variedad de amaranto "Oscar Blanco"

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Constante °C	Acumulada °C	Número de días	Fase
30/11/16			20.9				Siembra
01/12/16	25.5	11.0	18.3				
02/12/16	27.7	11.8	19.8				
03/12/16	26.9	10.2	18.6				
04/12/16	26.2	9.8	18.0				
05/12/16	26.2	11.0	18.6				
06/12/16	27.0	11.6	19.3		133.4		Emergencia
07/12/16	24.2	11.6	17.9	10.9	10.9	1	
08/12/16	22.5	13.0	17.8	10.8	21.7	2	
09/12/16	26.0	10.6	18.3	11.3	33.0	3	
10/12/16	25.9	10.2	18.1	11.1	44.1	4	
11/12/16	28.0	8.6	18.3	11.3	55.4	5	
12/12/16	27.2	7.8	17.5	10.5	65.9	6	
13/12/16	29.2	8.2	18.7	11.7	77.6	7	
14/12/16	28.4	8.8	18.6	11.6	89.2	8	
15/12/16	20.0	13.0	16.5	9.5	98.7	9	
16/12/16	25.8	7.6	16.7	9.7	108.4	10	
17/12/16	27.2	11.6	19.4	12.4	120.8	11	
18/12/16	29.0	11.2	20.1	13.1	133.9	12	
19/12/16	26.2	11.4	18.8	11.8	145.7	13	
20/12/16	29.5	9.6	19.6	12.6	158.2	14	
21/12/16	21.5	11.8	16.7	9.7	167.9	15	
22/12/16	27.2	11.4	19.3	12.3	180.2	16	
23/12/16	22.1	11.4	16.8	9.8	189.9	17	
24/12/16	27.5	8.6	18.1	11.1	201.0	18	
25/12/16	28.5	9.8	19.2	12.2	213.1	19	
26/12/16	27.3	9.8	18.6	11.6	224.7	20	
27/12/16	28.0	10.6	19.3	12.3	237.0	21	
28/12/16	26.5	10.6	18.6	11.6	248.5	22	
29/12/16	24.1	11.2	17.7	10.7	259.2	23	
30/12/16	27.6	13.0	20.3	13.3	272.5	24	
31/12/16	19.5	12.0	15.8	8.8	281.2	25	
01/01/17	25.8	11.2	18.5	11.5	292.7	26	
02/01/17	24.4	13.0	18.7	11.7	304.4	27	
03/01/17	23.5	12.0	17.8	10.8	315.2	28	
04/01/17	19.5	12.2	15.9	8.9	324.0	29	
05/01/17	23.0	12.0	17.5	10.5	334.5	30	
06/01/17	23.1	11.8	17.5	10.5	345.0	31	
07/01/17	22.9	13.4	18.2	11.2	356.1	32	
08/01/17	25.6	9.6	17.6	10.6	366.7	33	
09/01/17	25.3	9.2	17.3	10.3	377.0	34	8 hojas
10/01/17	22.2	11.6	16.9	9.9	386.9	35	

11/01/17	25.2	12.6	18.9	11.9	398.8	36	
12/01/17	25.0	12.4	18.7	11.7	410.5	37	
13/01/17	24.2	13.0	18.6	11.6	422.1	38	
14/01/17	20.2	11.0	15.6	8.6	430.7	39	
15/01/17	23.0	12.4	17.7	10.7	441.4	40	
16/01/17	23.5	11.4	17.5	10.5	451.8	41	
17/01/17	23.5	12.4	18.0	11.0	462.8	42	
18/01/17	24.5	12.8	18.7	11.7	474.4	43	
19/01/17	25.6	13.0	19.3	12.3	486.7	44	
20/01/17	21.0	10.8	15.9	8.9	495.6	45	
21/01/17	19.5	11.4	15.5	8.5	504.1	46	
22/01/17	23.1	11.0	17.1	10.1	514.1	47	
23/01/17	24.2	9.8	17.0	10.0	524.1	48	
24/01/17	23.4	10.6	17.0	10.0	534.1	49	
25/01/17	20.8	10.6	15.7	8.7	542.8	50	
26/01/17	24.5	11.4	18.0	11.0	553.8	51	
27/01/17	21.3	12.2	16.8	9.8	563.5	52	
28/01/17	24.0	12.8	18.4	11.4	574.9	53	
29/01/17	23.4	11.6	17.5	10.5	585.4	54	
30/01/17	25.5	8.4	17.0	10.0	595.4	55	
31/01/17	26.0	13.2	19.6	12.6	608.0	56	
01/02/17	27.8	9.2	18.5	11.5	619.5	57	
02/02/17	26.0	7.0	16.5	9.5	629.0	58	
03/02/17	24.2	9.2	16.7	9.7	638.7	59	Inicio de panojamiento
04/02/17	27.0	9.4	18.2	11.2	649.9	60	
05/02/17	26.0	13.0	19.5	12.5	662.4	61	
06/02/17	25.2	9.2	17.2	10.2	672.6	62	
07/02/17	21.5	9.8	15.7	8.7	681.2	63	
08/02/17	27.0	9.2	18.1	11.1	692.3	64	
09/02/17	25.2	12.0	18.6	11.6	703.9	65	
10/02/17	24.8	12.0	18.4	11.4	715.3	66	
11/02/17	25.0	11.2	18.1	11.1	726.4	67	
12/02/17	25.4	10.8	18.1	11.1	737.5	68	
13/02/17	24.0	10.6	17.3	10.3	747.8	69	
14/02/17	19.0	10.4	14.7	7.7	755.5	70	
15/02/17	22.5	10.4	16.5	9.5	765.0	71	
16/02/17	23.0	11.2	17.1	10.1	775.1	72	
17/02/17	22.8	10.2	16.5	9.5	784.6	73	
18/02/17	18.5	9.4	14.0	7.0	791.5	74	
19/02/17	23.1	9.8	16.5	9.5	801.0	75	
20/02/17	24.5	9.0	16.8	9.8	810.7	76	
21/02/17	23.8	9.8	16.8	9.8	820.5	77	
22/02/17	23.6	11.6	17.6	10.6	831.1	78	
23/02/17	22.0	10.8	16.4	9.4	840.5	79	
24/02/17	21.6	11.4	16.5	9.5	850.0	80	
25/02/17	23.0	11.6	17.3	10.3	860.3	81	
26/02/17	21.8	11.0	16.4	9.4	869.7	82	Inicio de floración

27/02/17	21.6	9.8	15.7	8.7	878.4	83	
28/02/17	23.0	11.8	17.4	10.4	888.8	84	
01/03/17	24.5	8.0	16.3	9.3	898.1	85	
02/03/17	22.5	11.8	17.2	10.2	908.2	86	
03/03/17	21.5	12.8	17.2	10.2	918.4	87	
04/03/17	23.0	12.6	17.8	10.8	929.2	88	
05/03/17	24.2	11.0	17.6	10.6	939.8	89	
06/03/17	20.6	12.6	16.6	9.6	949.4	90	
07/03/17	25.5	11.4	18.5	11.5	960.8	91	
08/03/17	16.6	11.2	13.9	6.9	967.7	92	
09/03/17	23.3	9.6	16.5	9.5	977.2	93	
10/03/17	20.5	12.2	16.4	9.4	986.5	94	
11/03/17	24.3	11.6	18.0	11.0	997.5	95	
12/03/17	24.1	10.2	17.2	10.2	1007.6	96	
13/03/17	22.0	11.4	16.7	9.7	1017.3	97	Plena floración
14/03/17	21.8	11.2	16.5	9.5	1026.8	98	
15/03/17	24.5	11.6	18.1	11.1	1037.9	99	
16/03/17	22.5	11.6	17.1	10.1	1047.9	100	
17/03/17	22.6	8.8	15.7	8.7	1056.6	101	
18/03/17	21.5	10.2	15.9	8.9	1065.5	102	
19/03/17	23.2	12.0	17.6	10.6	1076.1	103	
20/03/17	24.0	11.6	17.8	10.8	1086.9	104	
21/03/17	23.5	11.2	17.4	10.4	1097.2	105	
22/03/17	24.5	12.4	18.5	11.5	1108.7	106	
23/03/17	22.3	11.6	17.0	10.0	1118.6	107	
24/03/17	23.6	12.0	17.8	10.8	1129.4	108	
25/03/17	23.2	10.4	16.8	9.8	1139.2	109	
26/03/17	23.5	10.4	17.0	10.0	1149.2	110	
27/03/17	24.0	13.0	18.5	11.5	1160.7	111	
28/03/17	23.5	12.8	18.2	11.2	1171.8	112	
29/03/17	24.5	10.4	17.5	10.5	1182.3	113	
30/03/17	22.5	11.8	17.2	10.2	1192.4	114	Grano lechoso
31/03/17	20.9	11.6	16.3	9.3	1201.7	115	
01/04/17	23.3	10.4	16.9	9.9	1211.5	116	
02/04/17	24.0	12.2	18.1	11.1	1222.6	117	
03/04/17	23.0	8.0	15.5	8.5	1231.1	118	
04/04/17	25.3	10.8	18.1	11.1	1242.2	119	
05/04/17	22.0	8.0	15.0	8.0	1250.2	120	
06/04/17	19.5	8.8	14.2	7.2	1257.3	121	
07/04/17	24.5	8.0	16.3	9.3	1266.6	122	
08/04/17	25.5	8.0	16.8	9.8	1276.3	123	
09/04/17	25.5	7.8	16.7	9.7	1286.0	124	
10/04/17	26.0	10.4	18.2	11.2	1297.2	125	
11/04/17	24.4	12.0	18.2	11.2	1308.4	126	
12/04/17	22.1	13.0	17.6	10.6	1318.9	127	
13/04/17	22.5	11.4	17.0	10.0	1328.9	128	Madurez fisiológica

Anexo 4. Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 2 de siembra (25/12/16) de la variedad de amaranto "Oscar Blanco"

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Constante °C	Acumulada °C	Número de días	Fase
25/12/16	28.5	9.8	19.2				Siembra
26/12/16	27.3	9.8	18.6				
27/12/16	28.0	10.6	19.3				
28/12/16	26.5	10.6	18.6				
29/12/16	24.1	11.2	17.7				
30/12/16	27.6	13.0	20.3				
31/12/16	19.5	12.0	15.8		129.3		Emergencia
01/01/17	25.8	11.2	18.5	11.5	11.5	1	
02/01/17	24.4	13.0	18.7	11.7	23.2	2	
03/01/17	23.5	12.0	17.8	10.8	34.0	3	
04/01/17	19.5	12.2	15.9	8.9	42.8	4	
05/01/17	23.0	12.0	17.5	10.5	53.3	5	
06/01/17	23.1	11.8	17.5	10.5	63.8	6	
07/01/17	22.9	13.4	18.2	11.2	74.9	7	
08/01/17	25.6	9.6	17.6	10.6	85.5	8	
09/01/17	25.3	9.2	17.3	10.3	95.8	9	
10/01/17	22.2	11.6	16.9	9.9	105.7	10	
11/01/17	25.2	12.6	18.9	11.9	117.6	11	
12/01/17	25.0	12.4	18.7	11.7	129.3	12	
13/01/17	24.2	13.0	18.6	11.6	140.9	13	
14/01/17	20.2	11.0	15.6	8.6	149.5	14	
15/01/17	23.0	12.4	17.7	10.7	160.2	15	
16/01/17	23.5	11.4	17.5	10.5	170.6	16	
17/01/17	23.5	12.4	18.0	11.0	181.6	17	
18/01/17	24.5	12.8	18.7	11.7	193.2	18	
19/01/17	25.6	13.0	19.3	12.3	205.5	19	
20/01/17	21.0	10.8	15.9	8.9	214.4	20	
21/01/17	19.5	11.4	15.5	8.5	222.9	21	
22/01/17	23.1	11.0	17.1	10.1	232.9	22	
23/01/17	24.2	9.8	17.0	10.0	242.9	23	
24/01/17	23.4	10.6	17.0	10.0	252.9	24	
25/01/17	20.8	10.6	15.7	8.7	261.6	25	
26/01/17	24.5	11.4	18.0	11.0	272.6	26	
27/01/17	21.3	12.2	16.8	9.8	282.3	27	
28/01/17	24.0	12.8	18.4	11.4	293.7	28	
29/01/17	23.4	11.6	17.5	10.5	304.2	29	
30/01/17	25.5	8.4	17.0	10.0	314.2	30	
31/01/17	26.0	13.2	19.6	12.6	326.8	31	
01/02/17	27.8	9.2	18.5	11.5	338.3	32	
02/02/17	26.0	7.0	16.5	9.5	347.8	33	
03/02/17	24.2	9.2	16.7	9.7	357.5	34	
04/02/17	27.0	9.4	18.2	11.2	368.7	35	
05/02/17	26.0	13.0	19.5	12.5	381.2	36	8 hojas
06/02/17	25.2	9.2	17.2	10.2	391.4	37	

07/02/17	21.5	9.8	15.7	8.7	400.0	38	
08/02/17	27.0	9.2	18.1	11.1	411.1	39	
09/02/17	25.2	12.0	18.6	11.6	422.7	40	
10/02/17	24.8	12.0	18.4	11.4	434.1	41	
11/02/17	25.0	11.2	18.1	11.1	445.2	42	
12/02/17	25.4	10.8	18.1	11.1	456.3	43	
13/02/17	24.0	10.6	17.3	10.3	466.6	44	
14/02/17	19.0	10.4	14.7	7.7	474.3	45	
15/02/17	22.5	10.4	16.5	9.5	483.8	46	
16/02/17	23.0	11.2	17.1	10.1	493.9	47	
17/02/17	22.8	10.2	16.5	9.5	503.4	48	
18/02/17	18.5	9.4	14.0	7.0	510.3	49	
19/02/17	23.1	9.8	16.5	9.5	519.8	50	
20/02/17	24.5	9.0	16.8	9.8	529.5	51	
21/02/17	23.8	9.8	16.8	9.8	539.3	52	
22/02/17	23.6	11.6	17.6	10.6	549.9	53	
23/02/17	22.0	10.8	16.4	9.4	559.3	54	
24/02/17	21.6	11.4	16.5	9.5	568.8	55	
25/02/17	23.0	11.6	17.3	10.3	579.1	56	
26/02/17	21.8	11.0	16.4	9.4	588.5	57	
27/02/17	21.6	9.8	15.7	8.7	597.2	58	
28/02/17	23.0	11.8	17.4	10.4	607.6	59	
01/03/17	24.5	8.0	16.3	9.3	616.9	60	
02/03/17	22.5	11.8	17.2	10.2	627.0	61	
03/03/17	21.5	12.8	17.2	10.2	637.2	62	
04/03/17	23.0	12.6	17.8	10.8	648.0	63	Inicio de panojamiento
05/03/17	24.2	11.0	17.6	10.6	658.6	64	
06/03/17	20.6	12.6	16.6	9.6	668.2	65	
07/03/17	25.5	11.4	18.5	11.5	679.6	66	
08/03/17	16.6	11.2	13.9	6.9	686.5	67	
09/03/17	23.3	9.6	16.5	9.5	696.0	68	
10/03/17	20.5	12.2	16.4	9.4	705.3	69	
11/03/17	24.3	11.6	18.0	11.0	716.3	70	
12/03/17	24.1	10.2	17.2	10.2	726.4	71	
13/03/17	22.0	11.4	16.7	9.7	736.1	72	
14/03/17	21.8	11.2	16.5	9.5	745.6	73	
15/03/17	24.5	11.6	18.1	11.1	756.7	74	
16/03/17	22.5	11.6	17.1	10.1	766.7	75	
17/03/17	22.6	8.8	15.7	8.7	775.4	76	
18/03/17	21.5	10.2	15.9	8.9	784.3	77	
19/03/17	23.2	12.0	17.6	10.6	794.9	78	
20/03/17	24.0	11.6	17.8	10.8	805.7	79	
21/03/17	23.5	11.2	17.4	10.4	816.0	80	
22/03/17	24.5	12.4	18.5	11.5	827.5	81	
23/03/17	22.3	11.6	17.0	10.0	837.4	82	
24/03/17	23.6	12.0	17.8	10.8	848.2	83	
25/03/17	23.2	10.4	16.8	9.8	858.0	84	
26/03/17	23.5	10.4	17.0	10.0	868.0	85	
27/03/17	24.0	13.0	18.5	11.5	879.5	86	Inicio de floración
28/03/17	23.5	12.8	18.2	11.2	890.6	87	

29/03/17	24.5	10.4	17.5	10.5	901.1	88	
30/03/17	22.5	11.8	17.2	10.2	911.2	89	
31/03/17	20.9	11.6	16.3	9.3	920.5	90	
01/04/17	23.3	10.4	16.9	9.9	930.3	91	
02/04/17	24.0	12.2	18.1	11.1	941.4	92	
03/04/17	23.0	8.0	15.5	8.5	949.9	93	
04/04/17	25.3	10.8	18.1	11.1	961.0	94	
05/04/17	22.0	8.0	15.0	8.0	969.0	95	
06/04/17	19.5	8.8	14.2	7.2	976.1	96	
07/04/17	24.5	8.0	16.3	9.3	985.4	97	
08/04/17	25.5	8.0	16.8	9.8	995.1	98	
09/04/17	25.5	7.8	16.7	9.7	1004.8	99	
10/04/17	26.0	10.4	18.2	11.2	1016.0	100	Plena floración
11/04/17	24.4	12.0	18.2	11.2	1027.2	101	
12/04/17	22.1	13.0	17.6	10.6	1037.7	102	
13/04/17	22.5	11.4	17.0	10.0	1047.7	103	
14/04/17	25.5	6.2	15.9	8.9	1056.5	104	
15/04/17	24.5	8.2	16.4	9.4	1065.9	105	
16/04/17	23.8	8.6	16.2	9.2	1075.1	106	
17/04/17	26.1	10.0	18.1	11.1	1086.1	107	
18/04/17	23.7	11.6	17.7	10.7	1096.8	108	
19/04/17	26.5	7.8	17.2	10.2	1106.9	109	
20/04/17	26.5	4.4	15.5	8.5	1115.4	110	
21/04/17	25.7	5.6	15.7	8.7	1124.0	111	
22/04/17	25.8	8.2	17.0	10.0	1134.0	112	
23/04/17	24.5	9.4	17.0	10.0	1144.0	113	
24/04/17	24.1	9.0	16.6	9.6	1153.5	114	
25/04/17	25.5	5.8	15.7	8.7	1162.2	115	
26/04/17	24.6	8.0	16.3	9.3	1171.5	116	
27/04/17	22.0	9.8	15.9	8.9	1180.4	117	Grano lechoso
28/04/17	22.2	11.4	16.8	9.8	1190.2	118	
29/04/17	23.4	11.0	17.2	10.2	1200.4	119	
30/04/17	24.5	9.8	17.2	10.2	1210.5	120	
01/05/17	24.0	9.6	16.8	9.8	1220.3	121	
02/05/17	20.5	7.2	13.9	6.9	1227.2	122	
03/05/17	25.0	6.7	15.9	8.9	1236.0	123	
04/05/17	24.5	6.2	15.4	8.4	1244.4	124	
05/05/17	24.5	7.0	15.8	8.8	1253.1	125	
06/05/17	25.0	8.0	16.5	9.5	1262.6	126	
07/05/17	24.4	10.2	17.3	10.3	1272.9	127	
08/05/17	26.0	5.4	15.7	8.7	1281.6	128	
09/05/17	25.1	6.6	15.9	8.9	1290.5	129	
10/05/17	24.3	7.6	16.0	9.0	1299.4	130	
11/05/17	24.5	9.4	17.0	10.0	1309.4	131	
12/05/17	25.5	5.0	15.3	8.3	1317.6	132	
13/05/17	24.4	5.0	14.7	7.7	1325.3	133	
14/05/17	24.7	8.0	16.4	9.4	1334.7	134	Madurez fisiológica

Anexo 5. Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 3 de siembra (28/10/17) de la variedad de amaranto "Oscar Blanco"

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Constante °C	Acumulada °C	Número de días	Fase
28/10/17	27.0	11.8	19.4				Siembra
29/10/17	25.5	12.8	19.2				
30/10/17	27.2	8.2	17.7				
31/10/17	28.5	6.8	17.7				
01/11/17	26.9	12.8	19.9				
02/11/17	27.5	7.4	17.5				
03/11/17	29.0	9.2	19.1		130.3		Emergencia
04/11/17	28.0	10.6	19.3	12.3	12.3	1	
05/11/17	27.5	8.2	17.9	10.9	23.2	2	
06/11/17	28.5	12.0	20.3	13.3	36.4	3	
07/11/17	28.5	11.6	20.1	13.1	49.5	4	
08/11/17	30.6	8.4	19.5	12.5	62.0	5	
09/11/17	21.0	11.0	16.0	9.0	71.0	6	
10/11/17	28.0	10.4	19.2	12.2	83.2	7	
11/11/17	26.5	10.8	18.7	11.7	94.8	8	
12/11/17	22.9	11.6	17.3	10.3	105.1	9	
13/11/17	26.5	8.4	17.5	10.5	115.5	10	
14/11/17	23.6	12.4	18.0	11.0	126.5	11	
15/11/17	26.5	11.0	18.8	11.8	138.3	12	
16/11/17	25.5	9.2	17.4	10.4	148.6	13	
17/11/17	27.3	9.8	18.6	11.6	160.2	14	
18/11/17	30.0	8.8	19.4	12.4	172.6	15	
19/11/17	27.9	12.2	20.1	13.1	185.6	16	
20/11/17	28.0	9.4	18.7	11.7	197.3	17	
21/11/17	29.6	9.8	19.7	12.7	210.0	18	
22/11/17	28.9	9.0	19.0	12.0	222.0	19	
23/11/17	28.0	10.8	19.4	12.4	234.4	20	
24/11/17	29.5	9.4	19.5	12.5	246.8	21	
25/11/17	28.8	11.4	20.1	13.1	259.9	22	
26/11/17	28.5	11.6	20.1	13.1	273.0	23	
27/11/17	27.0	8.4	17.7	10.7	283.7	24	
28/11/17	18.6	13.6	16.1	9.1	292.8	25	
29/11/17	26.0	12.4	19.2	12.2	305.0	26	
30/11/17	30.0	8.8	19.4	12.4	317.4	27	
01/12/17	28.1	9.6	18.9	11.9	329.2	28	
02/12/17	27.7	10.2	19.0	12.0	341.2	29	
03/12/17	27.0	10.0	18.5	11.5	352.7	30	
04/12/17	26.4	8.6	17.5	10.5	363.2	31	
05/12/17	25.5	8.8	17.2	10.2	373.3	32	
06/12/17	24.0	7.6	15.8	8.8	382.1	33	
07/12/17	29.0	8.4	18.7	11.7	393.8	34	8 hojas
08/12/17	30.0	12.4	21.2	14.2	408.0	35	

09/12/17	28.7	11.1	19.9	12.9	420.9	36	
10/12/17	31.0	10.2	20.6	13.6	434.5	37	
11/12/17	27.5	6.8	17.2	10.2	444.7	38	
12/12/17	29.8	14.4	22.1	15.1	459.8	39	
13/12/17	27.5	9.8	18.7	11.7	471.4	40	
14/12/17	29.4	9.2	19.3	12.3	483.7	41	
15/12/17	20.2	12.2	16.2	9.2	492.9	42	
16/12/17	26.7	10.4	18.6	11.6	504.5	43	
17/12/17	26.0	13.0	19.5	12.5	517.0	44	
18/12/17	27.0	11.6	19.3	12.3	529.3	45	
19/12/17	21.0	6.8	13.9	6.9	536.2	46	
20/12/17	25.4	13.2	19.3	12.3	548.5	47	
21/12/17	27.0	12.2	19.6	12.6	561.1	48	
22/12/17	26.0	10.0	18.0	11.0	572.1	49	
23/12/17	26.5	8.4	17.5	10.5	582.5	50	
24/12/17	27.3	8.8	18.1	11.1	593.6	51	
25/12/17	26.2	10.8	18.5	11.5	605.1	52	
26/12/17	22.0	14.2	18.1	11.1	616.2	53	
27/12/17	25.6	12.8	19.2	12.2	628.4	54	
28/12/17	26.5	14.0	20.3	13.3	641.6	55	
29/12/17	18.0	10.0	14.0	7.0	648.6	56	
30/12/17	25.5	8.8	17.2	10.2	658.8	57	
31/12/17	21.5	8.0	14.8	7.8	666.5	58	
01/01/18	23.3	10.8	17.1	10.1	676.6	59	Inicio de panojamiento
02/01/18	24.7	8.8	16.8	9.8	686.3	60	
03/01/18	24.1	11.2	17.7	10.7	697.0	61	
04/01/18	25.0	11.6	18.3	11.3	708.3	62	
05/01/18	24.0	13.0	18.5	11.5	719.8	63	
06/01/18	19.1	10.4	14.8	7.8	727.5	64	
07/01/18	19.4	12.0	15.7	8.7	736.2	65	
08/01/18	19.6	10.6	15.1	8.1	744.3	66	
09/01/18	22.2	11.8	17.0	10.0	754.3	67	
10/01/18	22.8	11.8	17.3	10.3	764.6	68	
11/01/18	23.6	12.6	18.1	11.1	775.7	69	
12/01/18	24.0	10.8	17.4	10.4	786.1	70	
13/01/18	24.7	6.2	15.5	8.5	794.6	71	
14/01/18	24.1	6.8	15.5	8.5	803.0	72	
15/01/18	19.8	11.4	15.6	8.6	811.6	73	
16/01/18	23.5	11.8	17.7	10.7	822.3	74	
17/01/18	23.0	12.8	17.9	10.9	833.2	75	
18/01/18	19.5	12.4	16.0	9.0	842.1	76	
19/01/18	23.2	12.0	17.6	10.6	852.7	77	
20/01/18	20.5	10.0	15.3	8.3	861.0	78	
21/01/18	24.4	10.4	17.4	10.4	871.4	79	
22/01/18	17.0	11.0	14.0	7.0	878.4	80	
23/01/18	21.5	10.2	15.9	8.9	887.2	81	
24/01/18	23.5	10.6	17.1	10.1	897.3	82	Inicio de floración

25/01/18	24.5	10.4	17.5	10.5	907.7	83	
26/01/18	25.0	9.4	17.2	10.2	917.9	84	
27/01/18	27.5	10.8	19.2	12.2	930.1	85	
28/01/18	27.2	6.0	16.6	9.6	939.7	86	
29/01/18	26.1	9.8	18.0	11.0	950.6	87	
30/01/18	26.4	6.8	16.6	9.6	960.2	88	
31/01/18	25.0	8.6	16.8	9.8	970.0	89	
01/02/18	25.5	8.6	17.1	10.1	980.1	90	
02/02/18	25.0	10.8	17.9	10.9	991.0	91	
03/02/18	25.5	9.4	17.5	10.5	1001.4	92	
04/02/18	25.0	10.2	17.6	10.6	1012.0	93	
05/02/18	25.0	10.0	17.5	10.5	1022.5	94	Plena floración
06/02/18	25.5	12.2	18.9	11.9	1034.4	95	
07/02/18	26.5	9.8	18.2	11.2	1045.5	96	
08/02/18	25.4	10.8	18.1	11.1	1056.6	97	
09/02/18	24.5	9.8	17.2	10.2	1066.8	98	
10/02/18	20.5	11.8	16.2	9.2	1075.9	99	
11/02/18	23.5	10.2	16.9	9.9	1085.8	100	
12/02/18	23.7	10.2	17.0	10.0	1095.7	101	
13/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	1106.8	102	
14/02/18	23.5	13.0	18.3	11.3	1118.0	103	
15/02/18	21.7	12.8	17.3	10.3	1128.3	104	
16/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	1139.3	105	
17/02/18	24.4	9.0	16.7	9.7	1149.0	106	
18/02/18	26.2	12.6	19.4	12.4	1161.4	107	
19/02/18	23.6	2.8	13.2	6.2	1167.6	108	
20/02/18	24.7	13.0	18.9	11.9	1179.5	109	
21/02/18	24.2	11.0	17.6	10.6	1190.1	110	
22/02/18	25.5	10.6	18.1	11.1	1201.1	111	Grano lechoso
23/02/18	22.6	10.4	16.5	9.5	1210.6	112	
24/02/18	23.5	10.8	17.2	10.2	1220.8	113	
25/02/18	23.0	12.8	17.9	10.9	1231.7	114	
26/02/18	22.4	12.2	17.3	10.3	1242.0	115	
27/02/18	23.6	11.6	17.6	10.6	1252.6	116	
28/02/18	24.2	9.6	16.9	9.9	1262.5	117	
01/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	1272.9	118	
02/03/18	24.5	10.8	17.7	10.7	1283.5	119	
03/03/18	23.0	10.5	16.8	9.8	1293.3	120	
04/03/18	23.3	10.0	16.7	9.7	1302.9	121	
05/03/18	19.7	11.8	15.8	8.8	1311.7	122	
06/03/18	23.5	12.4	18.0	11.0	1322.6	123	
07/03/18	22.9	13.4	18.2	11.2	1333.8	124	Madurez fisiológica

Anexo 6. Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 4 de siembra (18/11/17) de la variedad de amaranto "Oscar Blanco"

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Constante °C	Acumulada °C	Número de días	Fase
18/11/17	30.0	8.8	19.4				Siembra
19/11/17	27.9	12.2	20.1				
20/11/17	28.0	9.4	18.7				
21/11/17	29.6	9.8	19.7				
22/11/17	28.9	9.0	19.0				
23/11/17	28.0	10.8	19.4				
24/11/17	29.5	9.4	19.5		135.7		Emergencia
25/11/17	28.8	11.4	20.1	13.1	13.1	1	
26/11/17	28.5	11.6	20.1	13.1	26.2	2	
27/11/17	27.0	8.4	17.7	10.7	36.9	3	
28/11/17	18.6	13.6	16.1	9.1	46.0	4	
29/11/17	26.0	12.4	19.2	12.2	58.2	5	
30/11/17	30.0	8.8	19.4	12.4	70.6	6	
01/12/17	28.1	9.6	18.9	11.9	82.4	7	
02/12/17	27.7	10.2	19.0	12.0	94.4	8	
03/12/17	27.0	10.0	18.5	11.5	105.9	9	
04/12/17	26.4	8.6	17.5	10.5	116.4	10	
05/12/17	25.5	8.8	17.2	10.2	126.5	11	
06/12/17	24.0	7.6	15.8	8.8	135.3	12	
07/12/17	29.0	8.4	18.7	11.7	147.0	13	
08/12/17	30.0	12.4	21.2	14.2	161.2	14	
09/12/17	28.7	11.1	19.9	12.9	174.1	15	
10/12/17	31.0	10.2	20.6	13.6	187.7	16	
11/12/17	27.5	6.8	17.2	10.2	197.9	17	
12/12/17	29.8	14.4	22.1	15.1	213.0	18	
13/12/17	27.5	9.8	18.7	11.7	224.6	19	
14/12/17	29.4	9.2	19.3	12.3	236.9	20	
15/12/17	20.2	12.2	16.2	9.2	246.1	21	
16/12/17	26.7	10.4	18.6	11.6	257.7	22	
17/12/17	26.0	13.0	19.5	12.5	270.2	23	
18/12/17	27.0	11.6	19.3	12.3	282.5	24	
19/12/17	21.0	6.8	13.9	6.9	289.4	25	
20/12/17	25.4	13.2	19.3	12.3	301.7	26	
21/12/17	27.0	12.2	19.6	12.6	314.3	27	
22/12/17	26.0	10.0	18.0	11.0	325.3	28	
23/12/17	26.5	8.4	17.5	10.5	335.7	29	
24/12/17	27.3	8.8	18.1	11.1	346.8	30	
25/12/17	26.2	10.8	18.5	11.5	358.3	31	
26/12/17	22.0	14.2	18.1	11.1	369.4	32	
27/12/17	25.6	12.8	19.2	12.2	381.6	33	
28/12/17	26.5	14.0	20.3	13.3	394.8	34	
29/12/17	18.0	10.0	14.0	7.0	401.8	35	

30/12/17	25.5	8.8	17.2	10.2	412.0	36	
31/12/17	21.5	8.0	14.8	7.8	419.7	37	
01/01/18	23.3	10.8	17.1	10.1	429.8	38	
02/01/18	24.7	8.8	16.8	9.8	439.5	39	8 hojas
03/01/18	24.1	11.2	17.7	10.7	450.2	40	
04/01/18	25.0	11.6	18.3	11.3	461.5	41	
05/01/18	24.0	13.0	18.5	11.5	473.0	42	
06/01/18	19.1	10.4	14.8	7.8	480.7	43	
07/01/18	19.4	12.0	15.7	8.7	489.4	44	
08/01/18	19.6	10.6	15.1	8.1	497.5	45	
09/01/18	22.2	11.8	17.0	10.0	507.5	46	
10/01/18	22.8	11.8	17.3	10.3	517.8	47	
11/01/18	23.6	12.6	18.1	11.1	528.9	48	
12/01/18	24.0	10.8	17.4	10.4	539.3	49	
13/01/18	24.7	6.2	15.5	8.5	547.8	50	
14/01/18	24.1	6.8	15.5	8.5	556.2	51	
15/01/18	19.8	11.4	15.6	8.6	564.8	52	
16/01/18	23.5	11.8	17.7	10.7	575.5	53	
17/01/18	23.0	12.8	17.9	10.9	586.4	54	
18/01/18	19.5	12.4	16.0	9.0	595.3	55	
19/01/18	23.2	12.0	17.6	10.6	605.9	56	
20/01/18	20.5	10.0	15.3	8.3	614.2	57	
21/01/18	24.4	10.4	17.4	10.4	624.6	58	
22/01/18	17.0	11.0	14.0	7.0	631.6	59	
23/01/18	21.5	10.2	15.9	8.9	640.4	60	
24/01/18	23.5	10.6	17.1	10.1	650.5	61	Inicio de panojamiento
25/01/18	24.5	10.4	17.5	10.5	660.9	62	
26/01/18	25.0	9.4	17.2	10.2	671.1	63	
27/01/18	27.5	10.8	19.2	12.2	683.3	64	
28/01/18	27.2	6.0	16.6	9.6	692.9	65	
29/01/18	26.1	9.8	18.0	11.0	703.8	66	
30/01/18	26.4	6.8	16.6	9.6	713.4	67	
31/01/18	25.0	8.6	16.8	9.8	723.2	68	
01/02/18	25.5	8.6	17.1	10.1	733.3	69	
02/02/18	25.0	10.8	17.9	10.9	744.2	70	
03/02/18	25.5	9.4	17.5	10.5	754.6	71	
04/02/18	25.0	10.2	17.6	10.6	765.2	72	
05/02/18	25.0	10.0	17.5	10.5	775.7	73	
06/02/18	25.5	12.2	18.9	11.9	787.6	74	
07/02/18	26.5	9.8	18.2	11.2	798.7	75	
08/02/18	25.4	10.8	18.1	11.1	809.8	76	
09/02/18	24.5	9.8	17.2	10.2	820.0	77	
10/02/18	20.5	11.8	16.2	9.2	829.1	78	
11/02/18	23.5	10.2	16.9	9.9	839.0	79	
12/02/18	23.7	10.2	17.0	10.0	848.9	80	
13/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	860.0	81	
14/02/18	23.5	13.0	18.3	11.3	871.2	82	

15/02/18	21.7	12.8	17.3	10.3	881.5	83	
16/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	892.5	84	Inicio de floración
17/02/18	24.4	9.0	16.7	9.7	902.2	85	
18/02/18	26.2	12.6	19.4	12.4	914.6	86	
19/02/18	23.6	2.8	13.2	6.2	920.8	87	
20/02/18	24.7	13.0	18.9	11.9	932.7	88	
21/02/18	24.2	11.0	17.6	10.6	943.3	89	
22/02/18	25.5	10.6	18.1	11.1	954.3	90	
23/02/18	22.6	10.4	16.5	9.5	963.8	91	
24/02/18	23.5	10.8	17.2	10.2	974.0	92	
25/02/18	23.0	12.8	17.9	10.9	984.9	93	
26/02/18	22.4	12.2	17.3	10.3	995.2	94	
27/02/18	23.6	11.6	17.6	10.6	1005.8	95	
28/02/18	24.2	9.6	16.9	9.9	1015.7	96	
01/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	1026.1	97	Plena floración
02/03/18	24.5	10.8	17.7	10.7	1036.7	98	
03/03/18	23.0	10.5	16.8	9.8	1046.5	99	
04/03/18	23.3	10.0	16.7	9.7	1056.1	100	
05/03/18	19.7	11.8	15.8	8.8	1064.9	101	
06/03/18	23.5	12.4	18.0	11.0	1075.8	102	
07/03/18	22.9	13.4	18.2	11.2	1087.0	103	
08/03/18	24.2	13.0	18.6	11.6	1098.6	104	
09/03/18	23.0	10.8	16.9	9.9	1108.5	105	
10/03/18	24.0	11.6	17.8	10.8	1119.3	106	
11/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	1129.7	107	
12/03/18	23.8	13.4	18.6	11.6	1141.3	108	
13/03/18	24.0	12.8	18.4	11.4	1152.7	109	
14/03/18	24.5	12.4	18.5	11.5	1164.1	110	
15/03/18	23.4	9.4	16.4	9.4	1173.5	111	
16/03/18	21.6	12.8	17.2	10.2	1183.7	112	
17/03/18	22.8	12.2	17.5	10.5	1194.2	113	Grano lechoso
18/03/18	22.5	11.8	17.2	10.2	1204.4	114	
19/03/18	21.8	13.2	17.5	10.5	1214.9	115	
20/03/18	24.6	10.6	17.6	10.6	1225.5	116	
21/03/18	20.2	13.4	16.8	9.8	1235.3	117	
22/03/18	24.5	10.6	17.6	10.6	1245.8	118	
23/03/18	22.3	8.2	15.3	8.3	1254.1	119	
24/03/18	26.1	11.0	18.6	11.6	1265.6	120	
25/03/18	21.6	9.8	15.7	8.7	1274.3	121	
26/03/18	24.0	6.6	15.3	8.3	1282.6	122	
27/03/18	24.5	10.8	17.7	10.7	1293.3	123	
28/03/18	26.0	9.0	17.5	10.5	1303.8	124	
29/03/18	25.5	7.2	16.4	9.4	1313.1	125	
30/03/18	26.0	8.6	17.3	10.3	1323.4	126	
31/03/18	25.9	7.2	16.6	9.6	1333.0	127	
01/04/18	25.5	6.2	15.9	8.9	1341.8	128	Madurez fisiológica

Anexo 7. Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 5 de siembra (08/12/17) de la variedad de amaranto "Oscar Blanco"

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Constante °C	Acumulada °C	Número de días	Fase
08/12/17	30.0	12.4	21.2				Siembra
09/12/17	28.7	11.1	19.9				
10/12/17	31.0	10.2	20.6				
11/12/17	27.5	6.8	17.2				
12/12/17	29.8	14.4	22.1				
13/12/17	27.5	9.8	18.7				
14/12/17	29.4	9.2	19.3				
15/12/17	20.2	12.2	16.2	136.6			Emergencia
16/12/17	26.7	10.4	18.6	11.6	11.6	1	
17/12/17	26.0	13.0	19.5	12.5	24.1	2	
18/12/17	27.0	11.6	19.3	12.3	36.4	3	
19/12/17	21.0	6.8	13.9	6.9	43.3	4	
20/12/17	25.4	13.2	19.3	12.3	55.6	5	
21/12/17	27.0	12.2	19.6	12.6	68.2	6	
22/12/17	26.0	10.0	18.0	11.0	79.2	7	
23/12/17	26.5	8.4	17.5	10.5	89.6	8	
24/12/17	27.3	8.8	18.1	11.1	100.7	9	
25/12/17	26.2	10.8	18.5	11.5	112.2	10	
26/12/17	22.0	14.2	18.1	11.1	123.3	11	
27/12/17	25.6	12.8	19.2	12.2	135.5	12	
28/12/17	26.5	14.0	20.3	13.3	148.7	13	
29/12/17	18.0	10.0	14.0	7.0	155.7	14	
30/12/17	25.5	8.8	17.2	10.2	165.9	15	
31/12/17	21.5	8.0	14.8	7.8	173.6	16	
01/01/18	23.3	10.8	17.1	10.1	183.7	17	
02/01/18	24.7	8.8	16.8	9.8	193.4	18	
03/01/18	24.1	11.2	17.7	10.7	204.1	19	
04/01/18	25.0	11.6	18.3	11.3	215.4	20	
05/01/18	24.0	13.0	18.5	11.5	226.9	21	
06/01/18	19.1	10.4	14.8	7.8	234.6	22	
07/01/18	19.4	12.0	15.7	8.7	243.3	23	
08/01/18	19.6	10.6	15.1	8.1	251.4	24	
09/01/18	22.2	11.8	17.0	10.0	261.4	25	
10/01/18	22.8	11.8	17.3	10.3	271.7	26	
11/01/18	23.6	12.6	18.1	11.1	282.8	27	
12/01/18	24.0	10.8	17.4	10.4	293.2	28	
13/01/18	24.7	6.2	15.5	8.5	301.7	29	
14/01/18	24.1	6.8	15.5	8.5	310.1	30	
15/01/18	19.8	11.4	15.6	8.6	318.7	31	
16/01/18	23.5	11.8	17.7	10.7	329.4	32	
17/01/18	23.0	12.8	17.9	10.9	340.3	33	
18/01/18	19.5	12.4	16.0	9.0	349.2	34	
19/01/18	23.2	12.0	17.6	10.6	359.8	35	

20/01/18	20.5	10.0	15.3	8.3	368.1	36	
21/01/18	24.4	10.4	17.4	10.4	378.5	37	
22/01/18	17.0	11.0	14.0	7.0	385.5	38	
23/01/18	21.5	10.2	15.9	8.9	394.3	39	
24/01/18	23.5	10.6	17.1	10.1	404.4	40	8 hojas
25/01/18	24.5	10.4	17.5	10.5	414.8	41	
26/01/18	25.0	9.4	17.2	10.2	425.0	42	
27/01/18	27.5	10.8	19.2	12.2	437.2	43	
28/01/18	27.2	6.0	16.6	9.6	446.8	44	
29/01/18	26.1	9.8	18.0	11.0	457.7	45	
30/01/18	26.4	6.8	16.6	9.6	467.3	46	
31/01/18	25.0	8.6	16.8	9.8	477.1	47	
01/02/18	25.5	8.6	17.1	10.1	487.2	48	
02/02/18	25.0	10.8	17.9	10.9	498.1	49	
03/02/18	25.5	9.4	17.5	10.5	508.5	50	
04/02/18	25.0	10.2	17.6	10.6	519.1	51	
05/02/18	25.0	10.0	17.5	10.5	529.6	52	
06/02/18	25.5	12.2	18.9	11.9	541.5	53	
07/02/18	26.5	9.8	18.2	11.2	552.6	54	
08/02/18	25.4	10.8	18.1	11.1	563.7	55	
09/02/18	24.5	9.8	17.2	10.2	573.9	56	
10/02/18	20.5	11.8	16.2	9.2	583.0	57	
11/02/18	23.5	10.2	16.9	9.9	592.9	58	
12/02/18	23.7	10.2	17.0	10.0	602.8	59	
13/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	613.9	60	
14/02/18	23.5	13.0	18.3	11.3	625.1	61	
15/02/18	21.7	12.8	17.3	10.3	635.4	62	Inicio de panojamiento
16/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	646.4	63	
17/02/18	24.4	9.0	16.7	9.7	656.1	64	
18/02/18	26.2	12.6	19.4	12.4	668.5	65	
19/02/18	23.6	2.8	13.2	6.2	674.7	66	
20/02/18	24.7	13.0	18.9	11.9	686.6	67	
21/02/18	24.2	11.0	17.6	10.6	697.2	68	
22/02/18	25.5	10.6	18.1	11.1	708.2	69	
23/02/18	22.6	10.4	16.5	9.5	717.7	70	
24/02/18	23.5	10.8	17.2	10.2	727.9	71	
25/02/18	23.0	12.8	17.9	10.9	738.8	72	
26/02/18	22.4	12.2	17.3	10.3	749.1	73	
27/02/18	23.6	11.6	17.6	10.6	759.7	74	
28/02/18	24.2	9.6	16.9	9.9	769.6	75	
01/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	780.0	76	
02/03/18	24.5	10.8	17.7	10.7	790.6	77	
03/03/18	23.0	10.5	16.8	9.8	800.4	78	
04/03/18	23.3	10.0	16.7	9.7	810.0	79	
05/03/18	19.7	11.8	15.8	8.8	818.8	80	
06/03/18	23.5	12.4	18.0	11.0	829.7	81	
07/03/18	22.9	13.4	18.2	11.2	840.9	82	
08/03/18	24.2	13.0	18.6	11.6	852.5	83	
09/03/18	23.0	10.8	16.9	9.9	862.4	84	

10/03/18	24.0	11.6	17.8	10.8	873.2	85	
11/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	883.6	86	Inicio de floración
12/03/18	23.8	13.4	18.6	11.6	895.2	87	
13/03/18	24.0	12.8	18.4	11.4	906.6	88	
14/03/18	24.5	12.4	18.5	11.5	918.0	89	
15/03/18	23.4	9.4	16.4	9.4	927.4	90	
16/03/18	21.6	12.8	17.2	10.2	937.6	91	
17/03/18	22.8	12.2	17.5	10.5	948.1	92	
18/03/18	22.5	11.8	17.2	10.2	958.3	93	
19/03/18	21.8	13.2	17.5	10.5	968.8	94	
20/03/18	24.6	10.6	17.6	10.6	979.4	95	
21/03/18	20.2	13.4	16.8	9.8	989.2	96	
22/03/18	24.5	10.6	17.6	10.6	999.7	97	
23/03/18	22.3	8.2	15.3	8.3	1008.0	98	
24/03/18	26.1	11.0	18.6	11.6	1019.5	99	Plena floración
25/03/18	21.6	9.8	15.7	8.7	1028.2	100	
26/03/18	24.0	6.6	15.3	8.3	1036.5	101	
27/03/18	24.5	10.8	17.7	10.7	1047.2	102	
28/03/18	26.0	9.0	17.5	10.5	1057.7	103	
29/03/18	25.5	7.2	16.4	9.4	1067.0	104	
30/03/18	26.0	8.6	17.3	10.3	1077.3	105	
31/03/18	25.9	7.2	16.6	9.6	1086.9	106	
01/04/18	25.5	6.2	15.9	8.9	1095.7	107	
02/04/18	25.0	9.6	17.3	10.3	1106.0	108	
03/04/18	25.0	9.6	17.3	10.3	1116.3	109	
04/04/18	25.0	10.6	17.8	10.8	1127.1	110	
05/04/18	26.1	7.2	16.7	9.7	1136.8	111	
06/04/18	23.7	11.6	17.7	10.7	1147.4	112	
07/04/18	25.6	8.6	17.1	10.1	1157.5	113	
08/04/18	20.5	10.6	15.6	8.6	1166.1	114	
09/04/18	20.4	9.2	14.8	7.8	1173.9	115	
10/04/18	25.0	10.2	17.6	10.6	1184.5	116	
11/04/18	26.5	7.6	17.1	10.1	1194.5	117	
12/04/18	21.4	8.0	14.7	7.7	1202.2	118	Grano lechoso
13/04/18	21.8	9.6	15.7	8.7	1210.9	119	
14/04/18	22.6	8.2	15.4	8.4	1219.3	120	
15/04/18	25.8	4.8	15.3	8.3	1227.6	121	
16/04/18	26.0	5.2	15.6	8.6	1236.2	122	
17/04/18	26.4	7.6	17.0	10.0	1246.2	123	
18/04/18	25.7	7.4	16.6	9.6	1255.8	124	
19/04/18	26.5	11.6	19.1	12.1	1267.8	125	
20/04/18	25.5	9.8	17.7	10.7	1278.5	126	
21/04/18	24.0	11.0	17.5	10.5	1289.0	127	
22/04/18	23.9	7.2	15.6	8.6	1297.5	128	
23/04/18	24.8	10.4	17.6	10.6	1308.1	129	
24/04/18	24.2	11.2	17.7	10.7	1318.8	130	
25/04/18	22.0	11.0	16.5	9.5	1328.3	131	
26/04/18	21.5	11.0	16.3	9.3	1337.6	132	Madurez fisiológica

Anexo 8. Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 1 de siembra (30/11/16) de la variedad de amaranto "Centenario".

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Constante °C	Acumulada °C	Número de días	Fase
30/11/16	27.0	14.8	20.9				Siembra
01/12/16	25.5	11.0	18.3				
02/12/16	27.7	11.8	19.8				
03/12/16	26.9	10.2	18.6				
04/12/16	26.2	9.8	18.0				
05/12/16	26.2	11.0	18.6				
06/12/16	27.0	11.6	19.3		133.4		Emergencia
07/12/16	24.2	11.6	17.9	10.9	10.9	1	
08/12/16	22.5	13.0	17.8	10.8	21.7	2	
09/12/16	26.0	10.6	18.3	11.3	33.0	3	
10/12/16	25.9	10.2	18.1	11.1	44.1	4	
11/12/16	28.0	8.6	18.3	11.3	55.4	5	
12/12/16	27.2	7.8	17.5	10.5	65.9	6	
13/12/16	29.2	8.2	18.7	11.7	77.6	7	
14/12/16	28.4	8.8	18.6	11.6	89.2	8	
15/12/16	20.0	13.0	16.5	9.5	98.7	9	
16/12/16	25.8	7.6	16.7	9.7	108.4	10	
17/12/16	27.2	11.6	19.4	12.4	120.8	11	
18/12/16	29.0	11.2	20.1	13.1	133.9	12	
19/12/16	26.2	11.4	18.8	11.8	145.7	13	
20/12/16	29.5	9.6	19.6	12.6	158.2	14	
21/12/16	21.5	11.8	16.7	9.7	167.9	15	
22/12/16	27.2	11.4	19.3	12.3	180.2	16	
23/12/16	22.1	11.4	16.8	9.8	189.9	17	
24/12/16	27.5	8.6	18.1	11.1	201.0	18	
25/12/16	28.5	9.8	19.2	12.2	213.1	19	
26/12/16	27.3	9.8	18.6	11.6	224.7	20	
27/12/16	28.0	10.6	19.3	12.3	237.0	21	
28/12/16	26.5	10.6	18.6	11.6	248.5	22	
29/12/16	24.1	11.2	17.7	10.7	259.2	23	
30/12/16	27.6	13.0	20.3	13.3	272.5	24	
31/12/16	19.5	12.0	15.8	8.8	281.2	25	
01/01/17	25.8	11.2	18.5	11.5	292.7	26	
02/01/17	24.4	13.0	18.7	11.7	304.4	27	
03/01/17	23.5	12.0	17.8	10.8	315.2	28	
04/01/17	19.5	12.2	15.9	8.9	324.0	29	
05/01/17	23.0	12.0	17.5	10.5	334.5	30	
06/01/17	23.1	11.8	17.5	10.5	345.0	31	
07/01/17	22.9	13.4	18.2	11.2	356.1	32	
08/01/17	25.6	9.6	17.6	10.6	366.7	33	
09/01/17	25.3	9.2	17.3	10.3	377.0	34	
10/01/17	22.2	11.6	16.9	9.9	386.9	35	
11/01/17	25.2	12.6	18.9	11.9	398.8	36	
12/01/17	25.0	12.4	18.7	11.7	410.5	37	8 hojas
13/01/17	24.2	13.0	18.6	11.6	422.1	38	

14/01/17	20.2	11.0	15.6	8.6	430.7	39	
15/01/17	23.0	12.4	17.7	10.7	441.4	40	
16/01/17	23.5	11.4	17.5	10.5	451.8	41	
17/01/17	23.5	12.4	18.0	11.0	462.8	42	
18/01/17	24.5	12.8	18.7	11.7	474.4	43	
19/01/17	25.6	13.0	19.3	12.3	486.7	44	
20/01/17	21.0	10.8	15.9	8.9	495.6	45	
21/01/17	19.5	11.4	15.5	8.5	504.1	46	
22/01/17	23.1	11.0	17.1	10.1	514.1	47	
23/01/17	24.2	9.8	17.0	10.0	524.1	48	
24/01/17	23.4	10.6	17.0	10.0	534.1	49	
25/01/17	20.8	10.6	15.7	8.7	542.8	50	
26/01/17	24.5	11.4	18.0	11.0	553.8	51	
27/01/17	21.3	12.2	16.8	9.8	563.5	52	
28/01/17	24.0	12.8	18.4	11.4	574.9	53	
29/01/17	23.4	11.6	17.5	10.5	585.4	54	
30/01/17	25.5	8.4	17.0	10.0	595.4	55	
31/01/17	26.0	13.2	19.6	12.6	608.0	56	
01/02/17	27.8	9.2	18.5	11.5	619.5	57	
02/02/17	26.0	7.0	16.5	9.5	629.0	58	
03/02/17	24.2	9.2	16.7	9.7	638.7	59	
04/02/17	27.0	9.4	18.2	11.2	649.9	60	
05/02/17	26.0	13.0	19.5	12.5	662.4	61	
06/02/17	25.2	9.2	17.2	10.2	672.6	62	
07/02/17	21.5	9.8	15.7	8.7	681.2	63	Inicio de panojamiento
08/02/17	27.0	9.2	18.1	11.1	692.3	64	
09/02/17	25.2	12.0	18.6	11.6	703.9	65	
10/02/17	24.8	12.0	18.4	11.4	715.3	66	
11/02/17	25.0	11.2	18.1	11.1	726.4	67	
12/02/17	25.4	10.8	18.1	11.1	737.5	68	
13/02/17	24.0	10.6	17.3	10.3	747.8	69	
14/02/17	19.0	10.4	14.7	7.7	755.5	70	
15/02/17	22.5	10.4	16.5	9.5	765.0	71	
16/02/17	23.0	11.2	17.1	10.1	775.1	72	
17/02/17	22.8	10.2	16.5	9.5	784.6	73	
18/02/17	18.5	9.4	14.0	7.0	791.5	74	
19/02/17	23.1	9.8	16.5	9.5	801.0	75	
20/02/17	24.5	9.0	16.8	9.8	810.7	76	
21/02/17	23.8	9.8	16.8	9.8	820.5	77	
22/02/17	23.6	11.6	17.6	10.6	831.1	78	
23/02/17	22.0	10.8	16.4	9.4	840.5	79	
24/02/17	21.6	11.4	16.5	9.5	850.0	80	
25/02/17	23.0	11.6	17.3	10.3	860.3	81	
26/02/17	21.8	11.0	16.4	9.4	869.7	82	
27/02/17	21.6	9.8	15.7	8.7	878.4	83	
28/02/17	23.0	11.8	17.4	10.4	888.8	84	
01/03/17	24.5	8.0	16.3	9.3	898.1	85	Inicio de floración
02/03/17	22.5	11.8	17.2	10.2	908.2	86	
03/03/17	21.5	12.8	17.2	10.2	918.4	87	
04/03/17	23.0	12.6	17.8	10.8	929.2	88	
05/03/17	24.2	11.0	17.6	10.6	939.8	89	
06/03/17	20.6	12.6	16.6	9.6	949.4	90	

07/03/17	25.5	11.4	18.5	11.5	960.8	91	
08/03/17	16.6	11.2	13.9	6.9	967.7	92	
09/03/17	23.3	9.6	16.5	9.5	977.2	93	
10/03/17	20.5	12.2	16.4	9.4	986.5	94	
11/03/17	24.3	11.6	18.0	11.0	997.5	95	
12/03/17	24.1	10.2	17.2	10.2	1007.6	96	
13/03/17	22.0	11.4	16.7	9.7	1017.3	97	
14/03/17	21.8	11.2	16.5	9.5	1026.8	98	
15/03/17	24.5	11.6	18.1	11.1	1037.9	99	
16/03/17	22.5	11.6	17.1	10.1	1047.9	100	
17/03/17	22.6	8.8	15.7	8.7	1056.6	101	
18/03/17	21.5	10.2	15.9	8.9	1065.5	102	
19/03/17	23.2	12.0	17.6	10.6	1076.1	103	
20/03/17	24.0	11.6	17.8	10.8	1086.9	104	
21/03/17	23.5	11.2	17.4	10.4	1097.2	105	
22/03/17	24.5	12.4	18.5	11.5	1108.7	106	Plena floración
23/03/17	22.3	11.6	17.0	10.0	1118.6	107	
24/03/17	23.6	12.0	17.8	10.8	1129.4	108	
25/03/17	23.2	10.4	16.8	9.8	1139.2	109	
26/03/17	23.5	10.4	17.0	10.0	1149.2	110	
27/03/17	24.0	13.0	18.5	11.5	1160.7	111	
28/03/17	23.5	12.8	18.2	11.2	1171.8	112	
29/03/17	24.5	10.4	17.5	10.5	1182.3	113	
30/03/17	22.5	11.8	17.2	10.2	1192.4	114	
31/03/17	20.9	11.6	16.3	9.3	1201.7	115	
01/04/17	23.3	10.4	16.9	9.9	1211.5	116	
02/04/17	24.0	12.2	18.1	11.1	1222.6	117	
03/04/17	23.0	8.0	15.5	8.5	1231.1	118	
04/04/17	25.3	10.8	18.1	11.1	1242.2	119	
05/04/17	22.0	8.0	15.0	8.0	1250.2	120	
06/04/17	19.5	8.8	14.2	7.2	1257.3	121	
07/04/17	24.5	8.0	16.3	9.3	1266.6	122	Grano lechoso
08/04/17	25.5	8.0	16.8	9.8	1276.3	123	
09/04/17	25.5	7.8	16.7	9.7	1286.0	124	
10/04/17	26.0	10.4	18.2	11.2	1297.2	125	
11/04/17	24.4	12.0	18.2	11.2	1308.4	126	
12/04/17	22.1	13.0	17.6	10.6	1318.9	127	
13/04/17	22.5	11.4	17.0	10.0	1328.9	128	
14/04/17	25.5	6.2	15.9	8.9	1337.7	129	
15/04/17	24.5	8.2	16.4	9.4	1347.1	130	
16/04/17	23.8	8.6	16.2	9.2	1356.3	131	
17/04/17	26.1	10.0	18.1	11.1	1367.3	132	
18/04/17	23.7	11.6	17.7	10.7	1378.0	133	
19/04/17	26.5	7.8	17.2	10.2	1388.1	134	
20/04/17	26.5	4.4	15.5	8.5	1396.6	135	
21/04/17	25.7	5.6	15.7	8.7	1405.2	136	
22/04/17	25.8	8.2	17.0	10.0	1415.2	137	
23/04/17	24.5	9.4	17.0	10.0	1425.2	138	
24/04/17	24.1	9.0	16.6	9.6	1434.7	139	
25/04/17	25.5	5.8	15.7	8.7	1443.4	140	Madurez fisiológica

Anexo 9. Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 2 de siembra (25/12/16) de la variedad de amaranto "Centenario"

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Constante °C	Acumulada °C	Número de días	Fase
25/12/16	28.5	9.8	19.2				Siembra
26/12/16	27.3	9.8	18.6				
27/12/16	28.0	10.6	19.3				
28/12/16	26.5	10.6	18.6				
29/12/16	24.1	11.2	17.7				
30/12/16	27.6	13.0	20.3				
31/12/16	19.5	12.0	15.8		129.3		Emergencia
01/01/17	25.8	11.2	18.5	11.5	11.5	1	
02/01/17	24.4	13.0	18.7	11.7	23.2	2	
03/01/17	23.5	12.0	17.8	10.8	34.0	3	
04/01/17	19.5	12.2	15.9	8.9	42.8	4	
05/01/17	23.0	12.0	17.5	10.5	53.3	5	
06/01/17	23.1	11.8	17.5	10.5	63.8	6	
07/01/17	22.9	13.4	18.2	11.2	74.9	7	
08/01/17	25.6	9.6	17.6	10.6	85.5	8	
09/01/17	25.3	9.2	17.3	10.3	95.8	9	
10/01/17	22.2	11.6	16.9	9.9	105.7	10	
11/01/17	25.2	12.6	18.9	11.9	117.6	11	
12/01/17	25.0	12.4	18.7	11.7	129.3	12	
13/01/17	24.2	13.0	18.6	11.6	140.9	13	
14/01/17	20.2	11.0	15.6	8.6	149.5	14	
15/01/17	23.0	12.4	17.7	10.7	160.2	15	
16/01/17	23.5	11.4	17.5	10.5	170.6	16	
17/01/17	23.5	12.4	18.0	11.0	181.6	17	
18/01/17	24.5	12.8	18.7	11.7	193.2	18	
19/01/17	25.6	13.0	19.3	12.3	205.5	19	
20/01/17	21.0	10.8	15.9	8.9	214.4	20	
21/01/17	19.5	11.4	15.5	8.5	222.9	21	
22/01/17	23.1	11.0	17.1	10.1	232.9	22	
23/01/17	24.2	9.8	17.0	10.0	242.9	23	
24/01/17	23.4	10.6	17.0	10.0	252.9	24	
25/01/17	20.8	10.6	15.7	8.7	261.6	25	
26/01/17	24.5	11.4	18.0	11.0	272.6	26	
27/01/17	21.3	12.2	16.8	9.8	282.3	27	
28/01/17	24.0	12.8	18.4	11.4	293.7	28	
29/01/17	23.4	11.6	17.5	10.5	304.2	29	
30/01/17	25.5	8.4	17.0	10.0	314.2	30	
31/01/17	26.0	13.2	19.6	12.6	326.8	31	
01/02/17	27.8	9.2	18.5	11.5	338.3	32	
02/02/17	26.0	7.0	16.5	9.5	347.8	33	
03/02/17	24.2	9.2	16.7	9.7	357.5	34	
04/02/17	27.0	9.4	18.2	11.2	368.7	35	
05/02/17	26.0	13.0	19.5	12.5	381.2	36	
06/02/17	25.2	9.2	17.2	10.2	391.4	37	
07/02/17	21.5	9.8	15.7	8.7	400.0	38	
08/02/17	27.0	9.2	18.1	11.1	411.1	39	
09/02/17	25.2	12.0	18.6	11.6	422.7	40	8 hojas

10/02/17	24.8	12.0	18.4	11.4	434.1	41	
11/02/17	25.0	11.2	18.1	11.1	445.2	42	
12/02/17	25.4	10.8	18.1	11.1	456.3	43	
13/02/17	24.0	10.6	17.3	10.3	466.6	44	
14/02/17	19.0	10.4	14.7	7.7	474.3	45	
15/02/17	22.5	10.4	16.5	9.5	483.8	46	
16/02/17	23.0	11.2	17.1	10.1	493.9	47	
17/02/17	22.8	10.2	16.5	9.5	503.4	48	
18/02/17	18.5	9.4	14.0	7.0	510.3	49	
19/02/17	23.1	9.8	16.5	9.5	519.8	50	
20/02/17	24.5	9.0	16.8	9.8	529.5	51	
21/02/17	23.8	9.8	16.8	9.8	539.3	52	
22/02/17	23.6	11.6	17.6	10.6	549.9	53	
23/02/17	22.0	10.8	16.4	9.4	559.3	54	
24/02/17	21.6	11.4	16.5	9.5	568.8	55	
25/02/17	23.0	11.6	17.3	10.3	579.1	56	
26/02/17	21.8	11.0	16.4	9.4	588.5	57	
27/02/17	21.6	9.8	15.7	8.7	597.2	58	
28/02/17	23.0	11.8	17.4	10.4	607.6	59	
01/03/17	24.5	8.0	16.3	9.3	616.9	60	
02/03/17	22.5	11.8	17.2	10.2	627.0	61	
03/03/17	21.5	12.8	17.2	10.2	637.2	62	
04/03/17	23.0	12.6	17.8	10.8	648.0	63	
05/03/17	24.2	11.0	17.6	10.6	658.6	64	
06/03/17	20.6	12.6	16.6	9.6	668.2	65	Inicio de panojamiento
07/03/17	25.5	11.4	18.5	11.5	679.6	66	
08/03/17	16.6	11.2	13.9	6.9	686.5	67	
09/03/17	23.3	9.6	16.5	9.5	696.0	68	
10/03/17	20.5	12.2	16.4	9.4	705.3	69	
11/03/17	24.3	11.6	18.0	11.0	716.3	70	
12/03/17	24.1	10.2	17.2	10.2	726.4	71	
13/03/17	22.0	11.4	16.7	9.7	736.1	72	
14/03/17	21.8	11.2	16.5	9.5	745.6	73	
15/03/17	24.5	11.6	18.1	11.1	756.7	74	
16/03/17	22.5	11.6	17.1	10.1	766.7	75	
17/03/17	22.6	8.8	15.7	8.7	775.4	76	
18/03/17	21.5	10.2	15.9	8.9	784.3	77	
19/03/17	23.2	12.0	17.6	10.6	794.9	78	
20/03/17	24.0	11.6	17.8	10.8	805.7	79	
21/03/17	23.5	11.2	17.4	10.4	816.0	80	
22/03/17	24.5	12.4	18.5	11.5	827.5	81	
23/03/17	22.3	11.6	17.0	10.0	837.4	82	
24/03/17	23.6	12.0	17.8	10.8	848.2	83	
25/03/17	23.2	10.4	16.8	9.8	858.0	84	
26/03/17	23.5	10.4	17.0	10.0	868.0	85	
27/03/17	24.0	13.0	18.5	11.5	879.5	86	
28/03/17	23.5	12.8	18.2	11.2	890.6	87	
29/03/17	24.5	10.4	17.5	10.5	901.1	88	
30/03/17	22.5	11.8	17.2	10.2	911.2	89	
31/03/17	20.9	11.6	16.3	9.3	920.5	90	
01/04/17	23.3	10.4	16.9	9.9	930.3	91	
02/04/17	24.0	12.2	18.1	11.1	941.4	92	
03/04/17	23.0	8.0	15.5	8.5	949.9	93	Inicio de floración

04/04/17	25.3	10.8	18.1	11.1	961.0	94	
05/04/17	22.0	8.0	15.0	8.0	969.0	95	
06/04/17	19.5	8.8	14.2	7.2	976.1	96	
07/04/17	24.5	8.0	16.3	9.3	985.4	97	
08/04/17	25.5	8.0	16.8	9.8	995.1	98	
09/04/17	25.5	7.8	16.7	9.7	1004.8	99	
10/04/17	26.0	10.4	18.2	11.2	1016.0	100	
11/04/17	24.4	12.0	18.2	11.2	1027.2	101	
12/04/17	22.1	13.0	17.6	10.6	1037.7	102	
13/04/17	22.5	11.4	17.0	10.0	1047.7	103	
14/04/17	25.5	6.2	15.9	8.9	1056.5	104	
15/04/17	24.5	8.2	16.4	9.4	1065.9	105	
16/04/17	23.8	8.6	16.2	9.2	1075.1	106	
17/04/17	26.1	10.0	18.1	11.1	1086.1	107	
18/04/17	23.7	11.6	17.7	10.7	1096.8	108	Plena floración
19/04/17	26.5	7.8	17.2	10.2	1106.9	109	
20/04/17	26.5	4.4	15.5	8.5	1115.4	110	
21/04/17	25.7	5.6	15.7	8.7	1124.0	111	
22/04/17	25.8	8.2	17.0	10.0	1134.0	112	
23/04/17	24.5	9.4	17.0	10.0	1144.0	113	
24/04/17	24.1	9.0	16.6	9.6	1153.5	114	
25/04/17	25.5	5.8	15.7	8.7	1162.2	115	
26/04/17	24.6	8.0	16.3	9.3	1171.5	116	
27/04/17	22.0	9.8	15.9	8.9	1180.4	117	
28/04/17	22.2	11.4	16.8	9.8	1190.2	118	
29/04/17	23.4	11.0	17.2	10.2	1200.4	119	
30/04/17	24.5	9.0	16.8	9.8	1210.1	120	
01/05/17	24.0	9.6	16.8	9.8	1219.9	121	
02/05/17	20.5	7.2	13.9	6.9	1226.8	122	
03/05/17	25.0	6.7	15.9	8.9	1235.6	123	
04/05/17	24.5	6.2	15.4	8.4	1244.0	124	
05/05/17	24.5	7.0	15.8	8.8	1252.7	125	
06/05/17	25.0	8.0	16.5	9.5	1262.2	126	
07/05/17	24.4	10.2	17.3	10.3	1272.5	127	Grano lechoso
08/05/17	26.0	5.4	15.7	8.7	1281.2	128	
09/05/17	25.1	6.6	15.9	8.9	1290.1	129	
10/05/17	24.3	7.6	16.0	9.0	1299.0	130	
11/05/17	24.5	9.4	17.0	10.0	1309.0	131	
12/05/17	25.5	5.0	15.3	8.3	1317.2	132	
13/05/17	24.4	5.0	14.7	7.7	1324.9	133	
14/05/17	24.7	8.0	16.4	9.4	1334.3	134	
15/05/17	26.7	9.2	18.0	11.0	1345.2	135	
16/05/17	24.1	9.4	16.8	9.8	1355.0	136	
17/05/17	26.5	8.8	17.7	10.7	1365.6	137	
18/05/17	25.5	4.4	15.0	8.0	1373.6	138	
19/05/17	25.0	9.4	17.2	10.2	1383.8	139	
20/05/17	25.1	6.2	15.7	8.7	1392.4	140	
21/05/17	20.6	9.0	14.8	7.8	1400.2	141	
22/05/17	22.0	9.8	15.9	8.9	1409.1	142	
23/05/17	21.0	7.6	14.3	7.3	1416.4	143	
24/05/17	22.5	8.6	15.6	8.6	1425.0	144	
25/05/17	23.5	9.0	16.3	9.3	1434.2	145	Madurez fisiológica

Anexo 10. Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 3 de siembra (28/10/17) de la variedad de amaranto "Centenario"

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Constante °C	Acumulada °C	Número de días	Fase
28/10/17	27.0	11.8	19.4				Siembra
29/10/17	25.5	12.8	19.2				
30/10/17	27.2	8.2	17.7				
31/10/17	28.5	6.8	17.7				
01/11/17	26.9	12.8	19.9				
02/11/17	27.5	7.4	17.5				
03/11/17	29.0	9.2	19.1		130.3		Emergencia
04/11/17	28.0	10.6	19.3	12.3	12.3	1	
05/11/17	27.5	8.2	17.9	10.9	23.2	2	
06/11/17	28.5	12.0	20.3	13.3	36.4	3	
07/11/17	28.5	11.6	20.1	13.1	49.5	4	
08/11/17	30.6	8.4	19.5	12.5	62.0	5	
09/11/17	21.0	11.0	16.0	9.0	71.0	6	
10/11/17	28.0	10.4	19.2	12.2	83.2	7	
11/11/17	26.5	10.8	18.7	11.7	94.8	8	
12/11/17	22.9	11.6	17.3	10.3	105.1	9	
13/11/17	26.5	8.4	17.5	10.5	115.5	10	
14/11/17	23.6	12.4	18.0	11.0	126.5	11	
15/11/17	26.5	11.0	18.8	11.8	138.3	12	
16/11/17	25.5	9.2	17.4	10.4	148.6	13	
17/11/17	27.3	9.8	18.6	11.6	160.2	14	
18/11/17	30.0	8.8	19.4	12.4	172.6	15	
19/11/17	27.9	12.2	20.1	13.1	185.6	16	
20/11/17	28.0	9.4	18.7	11.7	197.3	17	
21/11/17	29.6	9.8	19.7	12.7	210.0	18	
22/11/17	28.9	9.0	19.0	12.0	222.0	19	
23/11/17	28.0	10.8	19.4	12.4	234.4	20	
24/11/17	29.5	9.4	19.5	12.5	246.8	21	
25/11/17	28.8	11.4	20.1	13.1	259.9	22	
26/11/17	28.5	11.6	20.1	13.1	273.0	23	
27/11/17	27.0	8.4	17.7	10.7	283.7	24	
28/11/17	18.6	13.6	16.1	9.1	292.8	25	
29/11/17	26.0	12.4	19.2	12.2	305.0	26	
30/11/17	30.0	8.8	19.4	12.4	317.4	27	
01/12/17	28.1	9.6	18.9	11.9	329.2	28	
02/12/17	27.7	10.2	19.0	12.0	341.2	29	
03/12/17	27.0	10.0	18.5	11.5	352.7	30	
04/12/17	26.4	8.6	17.5	10.5	363.2	31	
05/12/17	25.5	8.8	17.2	10.2	373.3	32	
06/12/17	24.0	7.6	15.8	8.8	382.1	33	
07/12/17	29.0	8.4	18.7	11.7	393.8	34	
08/12/17	30.0	12.4	21.2	14.2	408.0	35	
09/12/17	28.7	11.1	19.9	12.9	420.9	36	8 hojas
10/12/17	31.0	10.2	20.6	13.6	434.5	37	

11/12/17	27.5	6.8	17.2	10.2	444.7	38	
12/12/17	29.8	14.4	22.1	15.1	459.8	39	
13/12/17	27.5	9.8	18.7	11.7	471.4	40	
14/12/17	29.4	9.2	19.3	12.3	483.7	41	
15/12/17	20.2	12.2	16.2	9.2	492.9	42	
16/12/17	26.7	10.4	18.6	11.6	504.5	43	
17/12/17	26.0	13.0	19.5	12.5	517.0	44	
18/12/17	27.0	11.6	19.3	12.3	529.3	45	
19/12/17	21.0	6.8	13.9	6.9	536.2	46	
20/12/17	25.4	13.2	19.3	12.3	548.5	47	
21/12/17	27.0	12.2	19.6	12.6	561.1	48	
22/12/17	26.0	10.0	18.0	11.0	572.1	49	
23/12/17	26.5	8.4	17.5	10.5	582.5	50	
24/12/17	27.3	8.8	18.1	11.1	593.6	51	
25/12/17	26.2	10.8	18.5	11.5	605.1	52	
26/12/17	22.0	14.2	18.1	11.1	616.2	53	
27/12/17	25.6	12.8	19.2	12.2	628.4	54	
28/12/17	26.5	14.0	20.3	13.3	641.6	55	
29/12/17	18.0	10.0	14.0	7.0	648.6	56	
30/12/17	25.5	8.8	17.2	10.2	658.8	57	
31/12/17	21.5	8.0	14.8	7.8	666.5	58	
01/01/18	23.3	10.8	17.1	10.1	676.6	59	
02/01/18	24.7	8.8	16.8	9.8	686.3	60	
03/01/18	24.1	11.2	17.7	10.7	697.0	61	
04/01/18	25.0	11.6	18.3	11.3	708.3	62	Inicio de panojamiento
05/01/18	24.0	13.0	18.5	11.5	719.8	63	
06/01/18	19.1	10.4	14.8	7.8	727.5	64	
07/01/18	19.4	12.0	15.7	8.7	736.2	65	
08/01/18	19.6	10.6	15.1	8.1	744.3	66	
09/01/18	22.2	11.8	17.0	10.0	754.3	67	
10/01/18	22.8	11.8	17.3	10.3	764.6	68	
11/01/18	23.6	12.6	18.1	11.1	775.7	69	
12/01/18	24.0	10.8	17.4	10.4	786.1	70	
13/01/18	24.7	6.2	15.5	8.5	794.6	71	
14/01/18	24.1	6.8	15.5	8.5	803.0	72	
15/01/18	19.8	11.4	15.6	8.6	811.6	73	
16/01/18	23.5	11.8	17.7	10.7	822.3	74	
17/01/18	23.0	12.8	17.9	10.9	833.2	75	
18/01/18	19.5	12.4	16.0	9.0	842.1	76	
19/01/18	23.2	12.0	17.6	10.6	852.7	77	
20/01/18	20.5	10.0	15.3	8.3	861.0	78	
21/01/18	24.4	10.4	17.4	10.4	871.4	79	
22/01/18	17.0	11.0	14.0	7.0	878.4	80	
23/01/18	21.5	10.2	15.9	8.9	887.2	81	
24/01/18	23.5	10.6	17.1	10.1	897.3	82	
25/01/18	24.5	10.4	17.5	10.5	907.7	83	
26/01/18	25.0	9.4	17.2	10.2	917.9	84	
27/01/18	27.5	10.8	19.2	12.2	930.1	85	
28/01/18	27.2	6.0	16.6	9.6	939.7	86	
29/01/18	26.1	9.8	18.0	11.0	950.6	87	Inicio de floración

30/01/18	26.4	6.8	16.6	9.6	960.2	88	
31/01/18	25.0	8.6	16.8	9.8	970.0	89	
01/02/18	25.5	8.6	17.1	10.1	980.1	90	
02/02/18	25.0	10.8	17.9	10.9	991.0	91	
03/02/18	25.5	9.4	17.5	10.5	1001.4	92	
04/02/18	25.0	10.2	17.6	10.6	1012.0	93	
05/02/18	25.0	10.0	17.5	10.5	1022.5	94	
06/02/18	25.5	12.2	18.9	11.9	1034.4	95	
07/02/18	26.5	9.8	18.2	11.2	1045.5	96	
08/02/18	25.4	10.8	18.1	11.1	1056.6	97	
09/02/18	24.5	9.8	17.2	10.2	1066.8	98	
10/02/18	20.5	11.8	16.2	9.2	1075.9	99	
11/02/18	23.5	10.2	16.9	9.9	1085.8	100	
12/02/18	23.7	10.2	17.0	10.0	1095.7	101	
13/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	1106.8	102	Plena floración
14/02/18	23.5	13.0	18.3	11.3	1118.0	103	
15/02/18	21.7	12.8	17.3	10.3	1128.3	104	
16/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	1139.3	105	
17/02/18	24.4	9.0	16.7	9.7	1149.0	106	
18/02/18	26.2	12.6	19.4	12.4	1161.4	107	
19/02/18	23.6	2.8	13.2	6.2	1167.6	108	
20/02/18	24.7	13.0	18.9	11.9	1179.5	109	
21/02/18	24.2	11.0	17.6	10.6	1190.1	110	
22/02/18	25.5	10.6	18.1	11.1	1201.1	111	
23/02/18	22.6	10.4	16.5	9.5	1210.6	112	
24/02/18	23.5	10.8	17.2	10.2	1220.8	113	
25/02/18	23.0	12.8	17.9	10.9	1231.7	114	
26/02/18	22.4	12.2	17.3	10.3	1242.0	115	
27/02/18	23.6	11.6	17.6	10.6	1252.6	116	
28/02/18	24.2	9.6	16.9	9.9	1262.5	117	
01/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	1272.9	118	
02/03/18	24.5	10.8	17.7	10.7	1283.5	119	Grano lechoso
03/03/18	23.0	10.5	16.8	9.8	1293.3	120	
04/03/18	23.3	10.0	16.7	9.7	1302.9	121	
05/03/18	19.7	11.8	15.8	8.8	1311.7	122	
06/03/18	23.5	12.4	18.0	11.0	1322.6	123	
07/03/18	22.9	13.4	18.2	11.2	1333.8	124	
08/03/18	24.2	13.0	18.6	11.6	1345.4	125	
09/03/18	23.0	10.8	16.9	9.9	1355.3	126	
10/03/18	24.0	11.6	17.8	10.8	1366.1	127	
11/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	1376.5	128	
12/03/18	23.8	13.4	18.6	11.6	1388.1	129	
13/03/18	24.0	12.8	18.4	11.4	1399.5	130	
14/03/18	24.5	12.4	18.5	11.5	1410.9	131	
15/03/18	23.4	9.4	16.4	9.4	1420.3	132	
16/03/18	21.6	12.8	17.2	10.2	1430.5	133	
17/03/18	22.8	12.2	17.5	10.5	1441.0	134	
18/03/18	22.5	11.8	17.2	10.2	1451.2	135	Madurez fisiológica

Anexo 11. Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 4 de siembra (18/11/17) de la variedad de amaranto "Centenario"

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Constante °C	Acumulada °C	Número de días	Fase
18/11/17	30.0	8.8	19.4				Siembra
19/11/17	27.9	12.2	20.1				
20/11/17	28.0	9.4	18.7				
21/11/17	29.6	9.8	19.7				
22/11/17	28.9	9.0	19.0				
23/11/17	28.0	10.8	19.4				
24/11/17	29.5	9.4	19.5		135.7		Emergencia
25/11/17	28.8	11.4	20.1	13.1	13.1	1	
26/11/17	28.5	11.6	20.1	13.1	26.2	2	
27/11/17	27.0	8.4	17.7	10.7	36.9	3	
28/11/17	18.6	13.6	16.1	9.1	46.0	4	
29/11/17	26.0	12.4	19.2	12.2	58.2	5	
30/11/17	30.0	8.8	19.4	12.4	70.6	6	
01/12/17	28.1	9.6	18.9	11.9	82.4	7	
02/12/17	27.7	10.2	19.0	12.0	94.4	8	
03/12/17	27.0	10.0	18.5	11.5	105.9	9	
04/12/17	26.4	8.6	17.5	10.5	116.4	10	
05/12/17	25.5	8.8	17.2	10.2	126.5	11	
06/12/17	24.0	7.6	15.8	8.8	135.3	12	
07/12/17	29.0	8.4	18.7	11.7	147.0	13	
08/12/17	30.0	12.4	21.2	14.2	161.2	14	
09/12/17	28.7	11.1	19.9	12.9	174.1	15	
10/12/17	31.0	10.2	20.6	13.6	187.7	16	
11/12/17	27.5	6.8	17.2	10.2	197.9	17	
12/12/17	29.8	14.4	22.1	15.1	213.0	18	
13/12/17	27.5	9.8	18.7	11.7	224.6	19	
14/12/17	29.4	9.2	19.3	12.3	236.9	20	
15/12/17	20.2	12.2	16.2	9.2	246.1	21	
16/12/17	26.7	10.4	18.6	11.6	257.7	22	
17/12/17	26.0	13.0	19.5	12.5	270.2	23	
18/12/17	27.0	11.6	19.3	12.3	282.5	24	
19/12/17	21.0	6.8	13.9	6.9	289.4	25	
20/12/17	25.4	13.2	19.3	12.3	301.7	26	
21/12/17	27.0	12.2	19.6	12.6	314.3	27	
22/12/17	26.0	10.0	18.0	11.0	325.3	28	
23/12/17	26.5	8.4	17.5	10.5	335.7	29	
24/12/17	27.3	8.8	18.1	11.1	346.8	30	
25/12/17	26.2	10.8	18.5	11.5	358.3	31	
26/12/17	22.0	14.2	18.1	11.1	369.4	32	
27/12/17	25.6	12.8	19.2	12.2	381.6	33	
28/12/17	26.5	14.0	20.3	13.3	394.8	34	
29/12/17	18.0	10.0	14.0	7.0	401.8	35	
30/12/17	25.5	8.8	17.2	10.2	412.0	36	
31/12/17	21.5	8.0	14.8	7.8	419.7	37	
01/01/18	23.3	10.8	17.1	10.1	429.8	38	8 hojas

02/01/18	24.7	8.8	16.8	9.8	439.5	39	
03/01/18	24.1	11.2	17.7	10.7	450.2	40	
04/01/18	25.0	11.6	18.3	11.3	461.5	41	
05/01/18	24.0	13.0	18.5	11.5	473.0	42	
06/01/18	19.1	10.4	14.8	7.8	480.7	43	
07/01/18	19.4	12.0	15.7	8.7	489.4	44	
08/01/18	19.6	10.6	15.1	8.1	497.5	45	
09/01/18	22.2	11.8	17.0	10.0	507.5	46	
10/01/18	22.8	11.8	17.3	10.3	517.8	47	
11/01/18	23.6	12.6	18.1	11.1	528.9	48	
12/01/18	24.0	10.8	17.4	10.4	539.3	49	
13/01/18	24.7	6.2	15.5	8.5	547.8	50	
14/01/18	24.1	6.8	15.5	8.5	556.2	51	
15/01/18	19.8	11.4	15.6	8.6	564.8	52	
16/01/18	23.5	11.8	17.7	10.7	575.5	53	
17/01/18	23.0	12.8	17.9	10.9	586.4	54	
18/01/18	19.5	12.4	16.0	9.0	595.3	55	
19/01/18	23.2	12.0	17.6	10.6	605.9	56	
20/01/18	20.5	10.0	15.3	8.3	614.2	57	
21/01/18	24.4	10.4	17.4	10.4	624.6	58	
22/01/18	17.0	11.0	14.0	7.0	631.6	59	
23/01/18	21.5	10.2	15.9	8.9	640.4	60	
24/01/18	23.5	10.6	17.1	10.1	650.5	61	
25/01/18	24.5	10.4	17.5	10.5	660.9	62	
26/01/18	25.0	9.4	17.2	10.2	671.1	63	
27/01/18	27.5	10.8	19.2	12.2	683.3	64	Inicio de panojamiento
28/01/18	27.2	6.0	16.6	9.6	692.9	65	
29/01/18	26.1	9.8	18.0	11.0	703.8	66	
30/01/18	26.4	6.8	16.6	9.6	713.4	67	
31/01/18	25.0	8.6	16.8	9.8	723.2	68	
01/02/18	25.5	8.6	17.1	10.1	733.3	69	
02/02/18	25.0	10.8	17.9	10.9	744.2	70	
03/02/18	25.5	9.4	17.5	10.5	754.6	71	
04/02/18	25.0	10.2	17.6	10.6	765.2	72	
05/02/18	25.0	10.0	17.5	10.5	775.7	73	
06/02/18	25.5	12.2	18.9	11.9	787.6	74	
07/02/18	26.5	9.8	18.2	11.2	798.7	75	
08/02/18	25.4	10.8	18.1	11.1	809.8	76	
09/02/18	24.5	9.8	17.2	10.2	820.0	77	
10/02/18	20.5	11.8	16.2	9.2	829.1	78	
11/02/18	23.5	10.2	16.9	9.9	839.0	79	
12/02/18	23.7	10.2	17.0	10.0	848.9	80	
13/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	860.0	81	
14/02/18	23.5	13.0	18.3	11.3	871.2	82	
15/02/18	21.7	12.8	17.3	10.3	881.5	83	
16/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	892.5	84	
17/02/18	24.4	9.0	16.7	9.7	902.2	85	
18/02/18	26.2	12.6	19.4	12.4	914.6	86	
19/02/18	23.6	2.8	13.2	6.2	920.8	87	
20/02/18	24.7	13.0	18.9	11.9	932.7	88	
21/02/18	24.2	11.0	17.6	10.6	943.3	89	
22/02/18	25.5	10.6	18.1	11.1	954.3	90	Inicio de floración

23/02/18	22.6	10.4	16.5	9.5	963.8	91	
24/02/18	23.5	10.8	17.2	10.2	974.0	92	
25/02/18	23.0	12.8	17.9	10.9	984.9	93	
26/02/18	22.4	12.2	17.3	10.3	995.2	94	
27/02/18	23.6	11.6	17.6	10.6	1005.8	95	
28/02/18	24.2	9.6	16.9	9.9	1015.7	96	
01/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	1026.1	97	
02/03/18	24.5	10.8	17.7	10.7	1036.7	98	
03/03/18	23.0	10.5	16.8	9.8	1046.5	99	
04/03/18	23.3	10.0	16.7	9.7	1056.1	100	
05/03/18	19.7	11.8	15.8	8.8	1064.9	101	
06/03/18	23.5	12.4	18.0	11.0	1075.8	102	
07/03/18	22.9	13.4	18.2	11.2	1087.0	103	
08/03/18	24.2	13.0	18.6	11.6	1098.6	104	
09/03/18	23.0	10.8	16.9	9.9	1108.5	105	Plena floración
10/03/18	24.0	11.6	17.8	10.8	1119.3	106	
11/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	1129.7	107	
12/03/18	23.8	13.4	18.6	11.6	1141.3	108	
13/03/18	24.0	12.8	18.4	11.4	1152.7	109	
14/03/18	24.5	12.4	18.5	11.5	1164.1	110	
15/03/18	23.4	9.4	16.4	9.4	1173.5	111	
16/03/18	21.6	12.8	17.2	10.2	1183.7	112	
17/03/18	22.8	12.2	17.5	10.5	1194.2	113	
18/03/18	22.5	11.8	17.2	10.2	1204.4	114	
19/03/18	21.8	13.2	17.5	10.5	1214.9	115	
20/03/18	24.6	10.6	17.6	10.6	1225.5	116	
21/03/18	20.2	13.4	16.8	9.8	1235.3	117	
22/03/18	24.5	10.6	17.6	10.6	1245.8	118	
23/03/18	22.3	8.2	15.3	8.3	1254.1	119	
24/03/18	26.1	11.0	18.6	11.6	1265.6	120	Grano lechoso
25/03/18	21.6	9.8	15.7	8.7	1274.3	121	
26/03/18	24.0	6.6	15.3	8.3	1282.6	122	
27/03/18	24.5	10.8	17.7	10.7	1293.3	123	
28/03/18	26.0	9.0	17.5	10.5	1303.8	124	
29/03/18	25.5	7.2	16.4	9.4	1313.1	125	
30/03/18	26.0	8.6	17.3	10.3	1323.4	126	
31/03/18	25.9	7.2	16.6	9.6	1333.0	127	
01/04/18	25.5	6.2	15.9	8.9	1341.8	128	
02/04/18	25.0	9.6	17.3	10.3	1352.1	129	
03/04/18	25.0	9.6	17.3	10.3	1362.4	130	
04/04/18	25.0	10.6	17.8	10.8	1373.2	131	
05/04/18	26.1	7.2	16.7	9.7	1382.9	132	
06/04/18	23.7	11.6	17.7	10.7	1393.5	133	
07/04/18	25.6	8.6	17.1	10.1	1403.6	134	
08/04/18	20.5	10.6	15.6	8.6	1412.2	135	
09/04/18	20.4	9.2	14.8	7.8	1420.0	136	
10/04/18	25.0	10.2	17.6	10.6	1430.6	137	
11/04/18	26.5	7.6	17.1	10.1	1440.6	138	
12/04/18	21.4	8.0	14.7	7.7	1448.3	139	
13/04/18	21.8	9.6	15.7	8.7	1457.0	140	Madurez fisiológica

Anexo 12. Temperaturas y número de días por fase fenológica en la época 5 de siembra (08/12/17) de la variedad de amaranto "Centenario"

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura media °C	Constante °C	Acumulada °C	Número de días	Fase
08/12/17	30.0	12.4	21.2				Siembra
09/12/17	28.7	11.1	19.9				
10/12/17	31.0	10.2	20.6				
11/12/17	27.5	6.8	17.2				
12/12/17	29.8	14.4	22.1				
13/12/17	27.5	9.8	18.7				
14/12/17	29.4	9.2	19.3				
15/12/17	20.2	12.2	16.2	136.6			Emergencia
16/12/17	26.7	10.4	18.6	11.6	11.6	1	
17/12/17	26.0	13.0	19.5	12.5	24.1	2	
18/12/17	27.0	11.6	19.3	12.3	36.4	3	
19/12/17	21.0	6.8	13.9	6.9	43.3	4	
20/12/17	25.4	13.2	19.3	12.3	55.6	5	
21/12/17	27.0	12.2	19.6	12.6	68.2	6	
22/12/17	26.0	10.0	18.0	11.0	79.2	7	
23/12/17	26.5	8.4	17.5	10.5	89.6	8	
24/12/17	27.3	8.8	18.1	11.1	100.7	9	
25/12/17	26.2	10.8	18.5	11.5	112.2	10	
26/12/17	22.0	14.2	18.1	11.1	123.3	11	
27/12/17	25.6	12.8	19.2	12.2	135.5	12	
28/12/17	26.5	14.0	20.3	13.3	148.7	13	
29/12/17	18.0	10.0	14.0	7.0	155.7	14	
30/12/17	25.5	8.8	17.2	10.2	165.9	15	
31/12/17	21.5	8.0	14.8	7.8	173.6	16	
01/01/18	23.3	10.8	17.1	10.1	183.7	17	
02/01/18	24.7	8.8	16.8	9.8	193.4	18	
03/01/18	24.1	11.2	17.7	10.7	204.1	19	
04/01/18	25.0	11.6	18.3	11.3	215.4	20	
05/01/18	24.0	13.0	18.5	11.5	226.9	21	
06/01/18	19.1	10.4	14.8	7.8	234.6	22	
07/01/18	19.4	12.0	15.7	8.7	243.3	23	
08/01/18	19.6	10.6	15.1	8.1	251.4	24	
09/01/18	22.2	11.8	17.0	10.0	261.4	25	
10/01/18	22.8	11.8	17.3	10.3	271.7	26	
11/01/18	23.6	12.6	18.1	11.1	282.8	27	
12/01/18	24.0	10.8	17.4	10.4	293.2	28	
13/01/18	24.7	6.2	15.5	8.5	301.7	29	
14/01/18	24.1	6.8	15.5	8.5	310.1	30	
15/01/18	19.8	11.4	15.6	8.6	318.7	31	
16/01/18	23.5	11.8	17.7	10.7	329.4	32	
17/01/18	23.0	12.8	17.9	10.9	340.3	33	
18/01/18	19.5	12.4	16.0	9.0	349.2	34	
19/01/18	23.2	12.0	17.6	10.6	359.8	35	
20/01/18	20.5	10.0	15.3	8.3	368.1	36	
21/01/18	24.4	10.4	17.4	10.4	378.5	37	
22/01/18	17.0	11.0	14.0	7.0	385.5	38	

23/01/18	21.5	10.2	15.9	8.9	394.3	39
24/01/18	23.5	10.6	17.1	10.1	404.4	40
25/01/18	24.5	10.4	17.5	10.5	414.8	41
26/01/18	25.0	9.4	17.2	10.2	425.0	42
27/01/18	27.5	10.8	19.2	12.2	437.2	43
28/01/18	27.2	6.0	16.6	9.6	446.8	44
29/01/18	26.1	9.8	18.0	11.0	457.7	45
30/01/18	26.4	6.8	16.6	9.6	467.3	46
31/01/18	25.0	8.6	16.8	9.8	477.1	47
01/02/18	25.5	8.6	17.1	10.1	487.2	48
02/02/18	25.0	10.8	17.9	10.9	498.1	49
03/02/18	25.5	9.4	17.5	10.5	508.5	50
04/02/18	25.0	10.2	17.6	10.6	519.1	51
05/02/18	25.0	10.0	17.5	10.5	529.6	52
06/02/18	25.5	12.2	18.9	11.9	541.5	53
07/02/18	26.5	9.8	18.2	11.2	552.6	54
08/02/18	25.4	10.8	18.1	11.1	563.7	55
09/02/18	24.5	9.8	17.2	10.2	573.9	56
10/02/18	20.5	11.8	16.2	9.2	583.0	57
11/02/18	23.5	10.2	16.9	9.9	592.9	58
12/02/18	23.7	10.2	17.0	10.0	602.8	59
13/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	613.9	60
14/02/18	23.5	13.0	18.3	11.3	625.1	61
15/02/18	21.7	12.8	17.3	10.3	635.4	62
16/02/18	23.5	12.6	18.1	11.1	646.4	63
17/02/18	24.4	9.0	16.7	9.7	656.1	64
18/02/18	26.2	12.6	19.4	12.4	668.5	65
19/02/18	23.6	2.8	13.2	6.2	674.7	66
20/02/18	24.7	13.0	18.9	11.9	686.6	67
21/02/18	24.2	11.0	17.6	10.6	697.2	68
22/02/18	25.5	10.6	18.1	11.1	708.2	69
23/02/18	22.6	10.4	16.5	9.5	717.7	70
24/02/18	23.5	10.8	17.2	10.2	727.9	71
25/02/18	23.0	12.8	17.9	10.9	738.8	72
26/02/18	22.4	12.2	17.3	10.3	749.1	73
27/02/18	23.6	11.6	17.6	10.6	759.7	74
28/02/18	24.2	9.6	16.9	9.9	769.6	75
01/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	780.0	76
02/03/18	24.5	10.8	17.7	10.7	790.6	77
03/03/18	23.0	10.5	16.8	9.8	800.4	78
04/03/18	23.3	10.0	16.7	9.7	810.0	79
05/03/18	19.7	11.8	15.8	8.8	818.8	80
06/03/18	23.5	12.4	18.0	11.0	829.7	81
07/03/18	22.9	13.4	18.2	11.2	840.9	82
08/03/18	24.2	13.0	18.6	11.6	852.5	83
09/03/18	23.0	10.8	16.9	9.9	862.4	84
10/03/18	24.0	11.6	17.8	10.8	873.2	85
11/03/18	23.0	11.8	17.4	10.4	883.6	86
12/03/18	23.8	13.4	18.6	11.6	895.2	87
13/03/18	24.0	12.8	18.4	11.4	906.6	88
14/03/18	24.5	12.4	18.5	11.5	918.0	89
15/03/18	23.4	9.4	16.4	9.4	927.4	90
16/03/18	21.6	12.8	17.2	10.2	937.6	91

8 hojas

Inicio de panojamiento

17/03/18	22.8	12.2	17.5	10.5	948.1	92	
18/03/18	22.5	11.8	17.2	10.2	958.3	93	Inicio de floración
19/03/18	21.8	13.2	17.5	10.5	968.8	94	
20/03/18	24.6	10.6	17.6	10.6	979.4	95	
21/03/18	20.2	13.4	16.8	9.8	989.2	96	
22/03/18	24.5	10.6	17.6	10.6	999.7	97	
23/03/18	22.3	8.2	15.3	8.3	1008.0	98	
24/03/18	26.1	11.0	18.6	11.6	1019.5	99	
25/03/18	21.6	9.8	15.7	8.7	1028.2	100	
26/03/18	24.0	6.6	15.3	8.3	1036.5	101	
27/03/18	24.5	10.8	17.7	10.7	1047.2	102	
28/03/18	26.0	9.0	17.5	10.5	1057.7	103	
29/03/18	25.5	7.2	16.4	9.4	1067.0	104	
30/03/18	26.0	8.6	17.3	10.3	1077.3	105	
31/03/18	25.9	7.2	16.6	9.6	1086.9	106	
01/04/18	25.5	6.2	15.9	8.9	1095.7	107	
02/04/18	25.0	9.6	17.3	10.3	1106.0	108	
03/04/18	25.0	9.6	17.3	10.3	1116.3	109	Plena floración
04/04/18	25.0	10.6	17.8	10.8	1127.1	110	
05/04/18	26.1	7.2	16.7	9.7	1136.8	111	
06/04/18	23.7	11.6	17.7	10.7	1147.4	112	
07/04/18	25.6	8.6	17.1	10.1	1157.5	113	
08/04/18	20.5	10.6	15.6	8.6	1166.1	114	
09/04/18	20.4	9.2	14.8	7.8	1173.9	115	
10/04/18	25.0	10.2	17.6	10.6	1184.5	116	
11/04/18	26.5	7.6	17.1	10.1	1194.5	117	
12/04/18	21.4	8.0	14.7	7.7	1202.2	118	
13/04/18	21.8	9.6	15.7	8.7	1210.9	119	
14/04/18	22.6	8.2	15.4	8.4	1219.3	120	
15/04/18	25.8	4.8	15.3	8.3	1227.6	121	
16/04/18	26.0	5.2	15.6	8.6	1236.2	122	
17/04/18	26.4	7.6	17.0	10.0	1246.2	123	
18/04/18	25.7	7.4	16.6	9.6	1255.8	124	Grano lechoso
19/04/18	26.5	11.6	19.1	12.1	1267.8	125	
20/04/18	25.5	9.8	17.7	10.7	1278.5	126	
21/04/18	24.0	11.0	17.5	10.5	1289.0	127	
22/04/18	23.9	7.2	15.6	8.6	1297.5	128	
23/04/18	24.8	10.4	17.6	10.6	1308.1	129	
24/04/18	24.2	11.2	17.7	10.7	1318.8	130	
25/04/18	22.0	11.0	16.5	9.5	1328.3	131	
26/04/18	21.5	11.0	16.3	9.3	1337.6	132	
27/04/18	23.5	5.6	14.6	7.6	1345.1	133	
28/04/18	20.3	8.6	14.5	7.5	1352.6	134	
29/04/18	21.7	7.4	14.6	7.6	1360.1	135	
30/04/18	25.6	7.8	16.7	9.7	1369.8	136	
01/05/18	21.8	11.6	16.7	9.7	1379.5	137	
02/05/18	25.0	6.8	15.9	8.9	1388.4	138	
03/05/18	26.8	5.6	16.2	9.2	1397.6	139	
04/05/18	25.5	9.2	17.4	10.4	1408.0	140	
05/05/18	21.7	5.6	13.7	6.7	1414.6	141	
06/05/18	23.2	7.4	15.3	8.3	1422.9	142	
07/05/18	23.3	10.8	17.1	10.1	1433.0	143	Madurez fisiológica

Anexo 13. Constante térmica y número de días para cada estado fenológico por variedad de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) y época de siembra

Variedad	Epoca de siembra	Fecha	Constante térmica ° C	Precocidad días	Estado fenológico
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	133.4	7	Emergencia
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	129.3	7	Emergencia
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	130.3	7	Emergencia
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	135.7	7	Emergencia
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	136.6	8	Emergencia
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	377.0	34	8 hojas
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	381.2	32	8 hojas
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	393.8	34	8 hojas
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	439.5	39	8 hojas
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	404.4	40	8 hojas
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	638.7	59	Inicio de panojamiento
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	648.0	63	Inicio de panojamiento
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	676.6	59	Inicio de panojamiento
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	650.5	61	Inicio de panojamiento
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	635.4	62	Inicio de panojamiento
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	869.7	82	Inicio de floración
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	879.5	86	Inicio de floración
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	897.3	82	Inicio de floración
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	892.5	84	Inicio de floración
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	883.6	86	Inicio de floración
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	1017.3	97	Plena floración
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	1016.0	100	Plena floración
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	1022.5	94	Plena floración
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	1026.1	97	Plena floración
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	1019.5	99	Plena floración
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	1192.4	114	Grano lechoso
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	1180.4	121	Grano lechoso
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	1201.1	111	Grano lechoso
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	1194.2	113	Grano lechoso
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	1202.2	118	Grano lechoso
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	1328.9	128	Madurez fisiológica
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	1334.7	134	Madurez fisiológica
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	1333.8	124	Madurez fisiológica
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	1341.8	128	Madurez fisiológica
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	1337.6	132	Madurez fisiológica

Centenario	Epoca 1	30/11/16	133.4	7 Emergencia
Centenario	Epoca 2	25/12/16	129.3	7 Emergencia
Centenario	Epoca 3	28/10/17	130.3	7 Emergencia
Centenario	Epoca 4	18/11/17	135.7	7 Emergencia
Centenario	Epoca 5	08/12/17	136.6	8 Emergencia
Centenario	Epoca 1	30/11/16	412.5	37 8 hojas
Centenario	Epoca 2	25/12/16	422.7	40 8 hojas
Centenario	Epoca 3	28/10/17	420.9	36 8 hojas
Centenario	Epoca 4	18/11/17	429.8	38 8 hojas
Centenario	Epoca 5	08/12/17	437.2	43 8 hojas
Centenario	Epoca 1	30/11/16	681.2	63 Inicio de panojamiento
Centenario	Epoca 2	25/12/16	668.3	65 Inicio de panojamiento
Centenario	Epoca 3	28/10/17	708.3	62 Inicio de panojamiento
Centenario	Epoca 4	18/11/17	683.3	64 Inicio de panojamiento
Centenario	Epoca 5	08/12/17	686.6	67 Inicio de panojamiento
Centenario	Epoca 1	30/11/16	939.8	89 Inicio de floración
Centenario	Epoca 2	25/12/16	949.9	93 Inicio de floración
Centenario	Epoca 3	28/10/17	950.6	87 Inicio de floración
Centenario	Epoca 4	18/11/17	954.3	90 Inicio de floración
Centenario	Epoca 5	08/12/17	958.3	93 Inicio de floración
Centenario	Epoca 1	30/11/16	1108.7	106 Plena floración
Centenario	Epoca 2	25/12/16	1096.8	106 Plena floración
Centenario	Epoca 3	28/10/17	1106.8	102 Plena floración
Centenario	Epoca 4	18/11/17	1108.5	105 Plena floración
Centenario	Epoca 5	08/12/17	116.3	109 Plena floración
Centenario	Epoca 1	30/11/16	1266.6	122 Grano lechoso
Centenario	Epoca 2	25/12/16	1272.5	127 Grano lechoso
Centenario	Epoca 3	28/10/17	1283.5	119 Grano lechoso
Centenario	Epoca 4	18/11/17	1265.6	120 Grano lechoso
Centenario	Epoca 5	08/12/17	1255.8	124 Grano lechoso
Centenario	Epoca 1	30/11/16	1443.4	140 Madurez fisiológica
Centenario	Epoca 2	25/12/16	1434.2	145 Madurez fisiológica
Centenario	Epoca 3	28/10/17	1451.2	135 Madurez fisiológica
Centenario	Epoca 4	18/11/17	1430.6	137 Madurez fisiológica
Centenario	Epoca 5	08/12/17	1433.0	143 Madurez fisiológica

Anexo 14. Altura de planta y tamaño de panoja por variedad de amaranto
(*Amaranthus caudatus* L.) y época de siembra

Variedad	Época de siembra	Fecha	Planta	Altura de planta cm	Tamaño de panoja cm
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	1	270	65
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	2	240	75
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	3	245	77
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	4	252	68
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	5	253	75
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	6	255	65
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	7	295	100
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	8	279	87
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	9	258	68
Oscar Blanco	Epoca 1	30/11/16	10	272	95
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	1	227	68
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	2	209	57
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	3	241	53
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	4	250	68
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	5	266	90
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	6	212	57
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	7	262	83
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	8	258	97
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	9	222	66
Oscar Blanco	Epoca 2	25/12/16	10	218	63
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	1	284	98
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	2	273	93
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	3	260	81
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	4	282	97
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	5	271	82
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	6	267	69
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	7	254	85
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	8	279	83
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	9	276	78
Oscar Blanco	Epoca 3	28/10/17	10	275	86
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	1	235	73
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	2	279	83
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	3	291	83
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	4	264	81
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	5	265	85
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	6	257	83
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	7	268	82
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	8	256	77
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	9	284	74
Oscar Blanco	Epoca 4	18/11/17	10	288	92
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	1	219	94
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	2	230	73
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	3	210	74
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	4	263	91
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	5	277	96
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	6	244	72
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	7	228	61

Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	8	250	80
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	9	252	84
Oscar Blanco	Epoca 5	08/12/17	10	240	61
Centenario	Epoca 1	30/11/16	1	228	65
Centenario	Epoca 1	30/11/16	2	281	83
Centenario	Epoca 1	30/11/16	3	252	72
Centenario	Epoca 1	30/11/16	4	247	72
Centenario	Epoca 1	30/11/16	5	250	64
Centenario	Epoca 1	30/11/16	6	258	78
Centenario	Epoca 1	30/11/16	7	253	75
Centenario	Epoca 1	30/11/16	8	263	77
Centenario	Epoca 1	30/11/16	9	249	64
Centenario	Epoca 1	30/11/16	10	255	75
Centenario	Epoca 2	25/12/16	1	238	79
Centenario	Epoca 2	25/12/16	2	243	76
Centenario	Epoca 2	25/12/16	3	237	65
Centenario	Epoca 2	25/12/16	4	228	65
Centenario	Epoca 2	25/12/16	5	246	67
Centenario	Epoca 2	25/12/16	6	243	81
Centenario	Epoca 2	25/12/16	7	266	80
Centenario	Epoca 2	25/12/16	8	261	59
Centenario	Epoca 2	25/12/16	9	279	72
Centenario	Epoca 2	25/12/16	10	253	62
Centenario	Epoca 3	28/10/17	1	260	85
Centenario	Epoca 3	28/10/17	2	291	102
Centenario	Epoca 3	28/10/17	3	269	87
Centenario	Epoca 3	28/10/17	4	273	69
Centenario	Epoca 3	28/10/17	5	243	70
Centenario	Epoca 3	28/10/17	6	275	68
Centenario	Epoca 3	28/10/17	7	271	70
Centenario	Epoca 3	28/10/17	8	260	68
Centenario	Epoca 3	28/10/17	9	296	82
Centenario	Epoca 3	28/10/17	10	247	77
Centenario	Epoca 4	18/11/17	1	250	75
Centenario	Epoca 4	18/11/17	2	247	97
Centenario	Epoca 4	18/11/17	3	263	81
Centenario	Epoca 4	18/11/17	4	236	71
Centenario	Epoca 4	18/11/17	5	272	104
Centenario	Epoca 4	18/11/17	6	259	81
Centenario	Epoca 4	18/11/17	7	275	95
Centenario	Epoca 4	18/11/17	8	234	84
Centenario	Epoca 4	18/11/17	9	255	78
Centenario	Epoca 4	18/11/17	10	236	80
Centenario	Epoca 5	08/12/17	1	240	70
Centenario	Epoca 5	08/12/17	2	245	77
Centenario	Epoca 5	08/12/17	3	220	60
Centenario	Epoca 5	08/12/17	4	239	68
Centenario	Epoca 5	08/12/17	5	258	70
Centenario	Epoca 5	08/12/17	6	242	65
Centenario	Epoca 5	08/12/17	7	247	72
Centenario	Epoca 5	08/12/17	8	251	71
Centenario	Epoca 5	08/12/17	9	260	87
Centenario	Epoca 5	08/12/17	10	261	78

Anexo 15. Panel fotográfico



Épocas de siembra de las 2 variedades en estudio



Maduración fisiológica de las variedades en estudio



Cosecha y zarandeado de las 2 variedades en estudio



Pesado de granos de semillas y balanza analítica



Estación meteorológica y campo experimental aledaño