

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBALDE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“PRODUCTIVIDAD Y RESPUESTA FENOLÓGICA DE CINCO
VARIETADES DE ALCACHOFA (*Cynara scolymus* L.) A
CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL DISTRITO DE
CHURCAMPÁ – 3368 msnm – HUANCAVELICA”**

Tesis para Obtener el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por:

DAN RUSBEL MENDOZA CASTRO

Ayacucho - Perú

2012

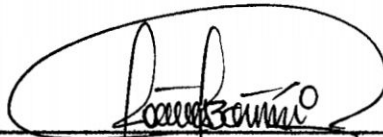
Tesis
Ag 952
Nov

**“PRODUCTIVIDAD Y RESPUESTA FENOLÓGICA DE CINCO VARIEDADES
DE ALCACHOFA (*Cynara scolymus* L.) A CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL
DISTRITO DE CHURCAMPÁ – 3368 msnm – HUANCÁVELICA”**

Recomendado : 28 de noviembre de 2012
Aprobado : 06 de diciembre de 2012



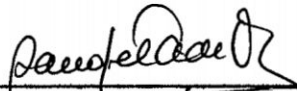
M.Sc. RUBÉN ALFREDO MENESES ROJAS
Presidente del Jurado



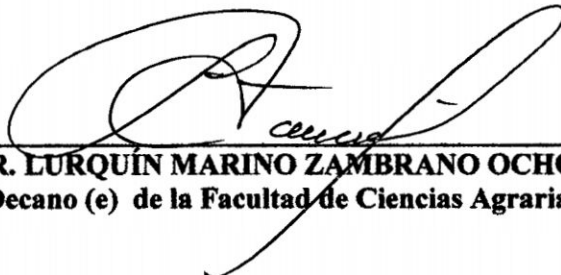
DR. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ
Miembro del Jurado



M.Sc. MARHLENI CERDA GÓMEZ
Miembro del Jurado



M.Sc. SANDRA DEL ÁGUILA RÍOS
Miembro del Jurado



DR. LURQUÍN MARINO ZAMBRANO OCHOA
Decano (e) de la Facultad de Ciencias Agrarias

CON TODO CARIÑO

A mis padres: Porfirio y Vilma, con mucho amor y cariño, por sus inagotables sacrificios y esfuerzos que me supieron brindar durante mi formación profesional.

A mis hermanos: Kety, Tony y Erick y mis queridos sobrinos: Krizzya, Fabricio y Daniela motivadores para poder concluir satisfactoriamente con mi proceso de formación.

A la Srta. Angela quien es el motor de mi desarrollo personal y profesional en cada momento importante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía. A los Docentes de la Escuela de Formación Profesional de Agronomía, quienes contribuyeron en mi formación profesional.

Al Dr. Rolando Bautista Gómez, asesor del presente trabajo, por su valioso apoyo en la formulación y ejecución de la presente investigación, de igual forma al M.Sc. Rubén Meneses Rojas, M.Sc. Marhleri Cerda Gómez y M.Sc. Sandra del Águila Ríos, por las sugerencias en la redacción de la tesis.

Al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y al Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) quienes fueron los impulsores del presente trabajo de tesis.

A la M.Sc. Irene Trevejos Varillas y al M.Sc. Wilfredo Izarra Tito responsables directos de la ejecución del trabajo de campo y por las facilidades brindadas durante la realización del presente trabajo de investigación.

Al M.Sc. Abraham Villantoy Palomino, asesor del INIA, por su apoyo en la ejecución de la presente tesis.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LITERATURA	15
1.1. Características de la alcachofa	15
1.1.1. Taxonomía	15
1.1.2. Origen y distribución	16
1.1.3. Descripción botánica	17
1.1.4. Variedades	19
1.1.5. Fenología del cultivo	19
1.1.6. Requerimientos agroclimáticos del cultivo	21
1.1.7. Composición química	27
1.1.8. Valor nutritivo	28
1.1.9. Usos y consumo de la alcachofa	29
1.1.10. Labores culturales	29
1.2. Grados días de crecimiento	40
1.3. Radiación fotosintéticamente activa	43
1.3.1. Índice de área foliar y radiación fotosintéticamente activa	43
1.4. Evapotranspiración y eficiencia de uso de agua	44
1.5. Efecto de la variabilidad climática en la producción	46
1.6. Lisímetros	48
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	49
2.1. Ubicación del experimento	49
2.2. Antecedentes y características del terreno	49

2.3. Condiciones de clima	49
2.4. Campo experimental	53
2.5. Análisis físico y químico del suelo	54
2.6. Factor en estudio	57
2.7. Tratamientos	57
2.8. Conducción del experimento	58
2.8.1. Instalación del lisímetro	58
2.8.2. Instalación de parcelas experimentales	60
2.9. Diseño experimental	67
2.10. Variables evaluadas	67
2.10.1. De las condiciones climáticas	67
2.10.2. Del cultivo	72
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	75
3.1. De las condiciones climáticas	75
3.2. Del cultivo	130
CAPITULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	144
4.1. Conclusiones	144
4.2. Recomendaciones	145
RESUMEN	146
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
ANEXOS	152

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO I	15
- Cuadro 1.1: Composición química y nutricional de la alcachofa	27
CAPÍTULO II	51
- Cuadro 2.1: Temperatura máxima, media y media y balance hídrico correspondiente a La campaña agrícola 2009 - 2010.	53
- Cuadro 2.2: Características físicas del suelo proveniente del campo de cultivo de alcachofa. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	58
- Cuadro 2.3: Características químicas del suelo proveniente del campo de cultivo de alcachofa. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.	58
- Cuadro 2.4: Abonamiento del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa Huancavelica 3368 msnm	64
CAPÍTULO III	75
- Cuadro 3.1: Días después de la siembra y grados días residual para cada estado fenológico de 5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	78
- Cuadro 3.2: Coeficientes de correlación entre tiempo, grados días residual y peso seco en 5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	80
- Cuadro 3.3: Coeficientes de correlación entre tiempo, grados días residual y área foliar e índice de área foliar en 5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	88
- Cuadro 3.4: Coeficiente de correlación entre tiempo, grados días residual, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta en	

5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.	94
- Cuadro 3.5: Días después de la siembra y radiación residual para cada estado fenológico de 5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	103
- Cuadro 3.6: Coeficientes de correlación entre tiempo, radiación solar y peso seco en 5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	105
- Cuadro 3.7: Coeficientes de correlación entre tiempo, radiación solar y área foliar e índice de área foliar en 5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	113
- Cuadro 3.8: Coeficiente de correlación entre tiempo, radiación solar, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta en 5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.	119
- Cuadro 3.9: Coeficientes de regresión y correlación entre radiación solar y peso seco Total de 5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	125
- Cuadro 3.10: Evapotranspiración potencial. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	126
- Cuadro 3.11: Valores de coeficiente Kc del cultivo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>).	127
- Cuadro 3.12: Comparativo de la evapotranspiración del cultivo de alcachofa (ETc) entre el método Penman – Monteith y lisímetro	129
- Cuadro 3.13: Evaluación del prendimiento del cultivo de alcahofa (<i>Cynara scolymus</i>). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	131

- Cuadro 3.14: Días a la formación de hojas verdaderas, formación de capítulo y madurez fisiológica del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 133
- Cuadro 3.15: Número de cosechas realizadas y días después del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm. 134
- Cuadro 3.16: Cuadrados medios del análisis de variancia de los factores de rendimiento de 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 135
- Cuadro 3.17: Prueba de Tukey para los promedios de los factores de rendimiento de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*) por categoría. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 137
- Cuadro 3.18: Cuadrados medios del análisis de variancia del rendimiento de capítulos de 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm. 139
- Cuadro 3.19: Prueba de Tukey para los promedios de rendimiento de capítulos de 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*) por categoría. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm. 141

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I	15
- Figura 1.1: Fenología del cultivo de alcachofa	21
CAPÍTULO II	51
- Figura 2.1: Ubicación del experimento	52
- Figura 2.2: Temperatura máxima, media y mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2009 – 2010.	54
- Figura 2.3: Croquis del campo experimental	57
- Figura 2.4: Lisímetro de nivel freático constante	71
CAPÍTULO III	75
- Figura 3.1: Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad A-110, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	81
- Figura 3.2: Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad Lorca, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	81
- Figura 3.3: Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad Imperial Star, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	82
- Figura 3.4: Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad Tavor, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	82
- Figura 3.5: Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad Arad, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	83

- Figura 3.6: Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad A-110, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 89
- Figura 3.7: Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Lorca, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 89
- Figura 3.8: Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Imperial Star, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 90
- Figura 3.9: Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Tavor, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 90
- Figura 3.10: Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Arad, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 91
- Figura 3.11: Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad A-110, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 95
- Figura 3.12: Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Lorca, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 95
- Figura 3.13: Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Imperial Star, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 96
- Figura 3.14: Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Tavor, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 96

- Figura 3.15: Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Arad, asociado a la temperatura (grados días residual). Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 97
- Figura 3.16: Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad A-110, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 106
- Figura 3.17: Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Lorca, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 106
- Figura 3.18: Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Imperial Star, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 107
- Figura 3.19: Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Tavor, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 107
- Figura 3.20: Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Arad, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 108
- Figura 3.21: Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad A-110, asociado a radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 114
- Figura 3.22: Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Lorca, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 114
- Figura 3.23: Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar de alcachofa (*Cynara scolymus*). Variedad Imperial Star, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm 115

- Figura 3.24: Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad Tavor, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	115
- Figura 3.25: Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad Arad, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	116
- Figura 3.26: Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad A-110, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	120
- Figura 3.27: Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad Lorca, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	120
- Figura 3.28: Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad Imperial Star, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	121
- Figura 3.29: Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad Tavor, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	121
- Figura 3.30: Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>). Variedad Arad, asociado a la radiación solar. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	122
- Figura 3.31: Curva del coeficiente de evapotranspiración del cultivo de alcachofa (<i>Cynara Scolymus</i>)	127
- Figura 3.32: Comparativo de la evapotranspiración del cultivo de alcachofa (ETc) por el método de Penman – Monteith y el lisímetro	130
- Figura 3.33: Promedio de rendimientos de las 5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>) por categoría. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	142
- Figura 3.34: Rendimiento de las 5 variedades de alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>) Churcampa – Huancavelica 3368 msnm	143

INTRODUCCIÓN

La alcachofa (*Cynara scolymus* L.) es originaria de la Región del Mediterráneo y el Sur de Europa, donde fue sembrada hace 2000 a 3500 años a.c.

La alcachofa es considerada como uno de los productos hortícolas con mayor valor energético, rica en azúcares, proteínas, vitaminas A, B y C; con gran contenido de Calcio, Potasio y Hierro. Tiene ventajas curativas como purificador de la sangre, baja el nivel de urea y colesterol, tonifica el corazón, ejerce una acción reguladora sobre los riñones porque favorece una mayor eliminación del agua y sustancias de deshecho, restablece la fuerza y energía perdida.

De acuerdo con cifras de la FAO, la producción de alcachofas ha tenido un crecimiento notable durante la última década en el Perú. En el período 2000-2010, se registró un crecimiento promedio anual del 40%. En el 2010, la producción fue de 127 503 toneladas, lo que superó las 115 710 producidas en el 2009. De esta manera se obtuvo un crecimiento positivo (10%) luego de una contracción en el periodo 2008 – 2009 (-8%), resultado de una menor demanda de nuestros principales compradores tras la crisis internacional.

Durante el 2011, las exportaciones de alcachofas se dirigieron principalmente a los mercados europeo (37.6%) y norteamericano (58%). Entre los principales destinos tenemos a EE.UU., con envíos por US\$ 70.7

millones; España, con US\$ 28 millones; Francia, con US\$ 13.1 millones; Alemania, con US\$ 2.7 millones, entre otros.

A nivel mundial son tan solo 29 países los que producen la alcachofa. Según estadísticas de la FAO, el Perú ocupa el cuarto puesto en el ranking de producción mundial con 127 500 toneladas. Esta tendencia de ser uno de los principales abastecedores se observa desde el año 2006. En la producción total el Perú solo es superado por Italia, Egipto y España con producciones de 480 112; 215 500 y 166 700 toneladas respectivamente.

Por esta razón es muy importante conocer la fenología, los requerimientos hídricos y la influencia de la temperatura y radiación solar en el desarrollo de este cultivo y así conocer los requerimientos que la alcachofa necesita en la sierra de nuestro país.

Por las consideraciones expuestas se planeó la realización del presente experimento con la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

1. Determinar la influencia de las condiciones climáticas del distrito de Churcampa en la fenología y productividad de cinco variedades de alcachofa.
2. Determinar la temperatura y radiación solar óptimas para el cultivo de alcachofa en condiciones del distrito de Churcampa.
3. Determinar la demanda de agua del cultivo de alcachofa, empleando métodos de medición directa como los lisímetros.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ALCACHOFA

1.1.1. Taxonomía

Cerrón (2005), menciona que la descripción taxonómica de la alcachofa es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
División	:	Fanerógamas
Clase	:	Dicotiledóneas
Sub-clase	:	Simpétalas
Orden	:	Campanuladas
Familia	:	Compositae (Asteracea)
Grupo	:	Cynareae
Género	:	Cynara
Especie	:	<i>Cynara scolymus</i> L.

Ryder, De vos y Bari (1983), reportan que Bailet, L.H. en 1942 en su obra "La enciclopedia Standard de Horticultura", anota que el género es descrito como que tiene 10 – 12 especies, de las cuales dos son cultivadas: El cardo

que crece aproximadamente 2.0 m a más, tiene hojas espinosas e involucra las brácteas, la raíz y los tallos como comestibles; la alcachofa que es menos robusta, alcanzando hasta 1.6 m de altura con hojas no espinosas, espinas reducidas en las brácteas y un receptáculo alargado y carnoso.

1.1.2. Origen y distribución

Robles (2001), refiere que según Vavilov (1980), el Centro de Origen de alcachofa se ubica en una amplia zona del Asia Menor y norte de África, formando parte de la cuenca del Mediterráneo que incluye las Islas Canarias, las Islas Egipcias y el sur de Turquía y Siria, donde aún crecen al estado silvestre tres sub especies primitivas: *Cynara cardunculos* L, *Cynara sibthropiana* L y *Cynara syriaca* L. Añade, que se consume desde 2000 a 2500 años a.c., aunque las variedades que hoy conocemos parecen haberse desarrollado en Italia; es posible que al principio se haya consumido solo tallos florales y las nervaduras carnosas de las hojas de la alcachofa, como ocurren con el cardo santo, por que las inflorescencias eran muy pequeñas, espinosas y de sabor desagradable; pero con el tiempo y cierta selección fue evolucionando hasta las alcachofas actuales que se conocen. La selección de alcachofa data de la Edad de Media, realizada en los jardines de los monasterios para la producción de cabezas florales comestibles. El Laboratorio de Germoplasma del consejo Nacional de Investigación de Italia (CNR), mantiene una colección de aproximadamente 140 cultivares recolectados de todo el mundo, de los cuales 40 mas o menos son de tipo comercial.

1.1.3. Descripción botánica

Instituto Nacional de Investigación Agraria - INIA (2001), menciona que la alcachofa que se cultiva es la *Cynara scolymus* L., tiene $2n = 2x = 34$ cromosomas, es una planta C3, anual y semi-perenne, diploide de polinización cruzada. La planta crece hasta una altura de 1.0 – 1.5 m o más y cubre un área de 1.5 – 2.0 m aproximadamente de diámetro; de color verde plateado. Se propagan por semilla botánica y vegetativa, su modalidad de propagación por “hijuelos” la hace de vida semi-perenne; produce hijuelos estacionales a partir de una corona permanente, cuyo número varía de un simple hijuelo en una planta joven hasta 12 en plantas adultas.

a. Raíz

INIA (2001), reporta que el sistema radicular es ramificado, en costa y sierra central del Perú, se ha observado que la raíz principal alcanza hasta 1.2 m de profundidad y las raíces secundarias cubren un área de 0.5 – 0.6 m de diámetro. Después del primer año, la raíz taxomorfa se vuelve carnosa y sirve como órgano de almacenamiento.

b. Tallo

INIA (2001), sostiene que el tallo es erguido, grueso, con 10 – 14 cm de diámetro en la base, ramificado y con nervaduras longitudinales y superficiales. Al inicio de su ciclo biológico se produce una roseta de hojas en un tallo comprimido, seguido del crecimiento de un tallo floral. El tallo produce una yema terminal (inflorescencia primaria), tres o cuatro yemas secundarias (inflorescencias secundarias), cuatro o cinco yemas terciarias

(inflorescencias terciarias), cuatro o seis yemas cuaternarias y varias yemas más pequeñas que dependen del manejo agronómico. La yema terminal es primera en aparecer y se desarrolla a medida que el tallo crece, las yemas secundarias, terciarias y cuaternarias se desarrollan ligeramente más tarde.

c. Hoja

Caritas – Huánuco (2002), señala que las primeras hojas jóvenes de plántulas presentan un color verde nilo y bordes no lobulados, con nervadura principal en la hoja, después de enraizarse la planta en el suelo presenta las hojas de color verde oscuro con bordes lobulados y aserradas, estas hojas son muy crespas y hendidas, con nervadura principal y secundaria, las hojas presentan nervaduras en forma pinnatinervadas, el pecíolo y la vaina se une al tallo floral; el envés de las hojas es blanquecino muy acentuado, estas hojas se van perdiendo a medida que van creciendo, llegando a ser muy grandes se vuelven viejas y alcanzan 1.0 m de largo con 0.40 m de ancho de color verde grisáceo, con bordes aserrados de grandes dientes o lóbulos y con nervaduras carnosas y prominentes hacia el envés de la hoja de color blanquecino, las hojas maduras se doblan por su peso y se tienden sobre el suelo, siendo esto más notorio cuando pierde turgencia por estrés hídrico; en la cara superior presenta vellosidades.

d. Inflorescencia

INIA (2001), menciona que las yemas florales consisten de brácteas superpuestas con bases carnosas sobre un receptáculo expandido; su utilización es antes que las partes florales estén bien desarrolladas. Los

flósculos inmaduros en la etapa de yemas son como cabellos y al madurar se abren, expandiendo los flósculos de color lila, atractivos para la vista.

Portugal (2005), indica que la inflorescencia aparece entre los 90 y 120 días luego del trasplante, la primera cosecha se produce a los 4 meses en Sierra.

e. Semilla

INIA (2001), refiere que las semillas son aquenios de forma oblonga y de color más o menos grisáceo con manchas pardas.

1.1.4. Variedades

Instituto de Desarrollo del Sector Informal - IDESI Huánuco (2004) y el Proyecto de Reducción y Alivio a la Pobreza - PRA (2004), sostienen que las variedades de la alcachofa son provenientes de España, California e Italia. Las variedades cultivadas en la Costa Peruana son Lorca, Blanca de Tudela, Green Globe, Imperial Star para la industria, por tener capítulos elipsoides; mientras en la Sierra peruana se cultiva las variedades Lorca, Blanca de Tudela, Imperial Star. Las variedades Royal Globe, Talpiot, Desert Globe, etc. para la exportación en fresco por tener cabezuelas redondas.

1.1.5. Fenología del cultivo

a. Formación de la planta

Cuando las plántulas son trasplantadas en campo después del almácigo, se inicia el prendimiento con la formación de las primeras hojas donde luego se

observa el crecimiento. En plantaciones chapodadas, las yemas de la corona comienzan a emerger sobre la superficie del suelo.

b. Crecimiento vegetativo

Después del prendimiento de las plantas, las primeras hojas empiezan a crecer en forma lanceolada con borde aserrada e incurvándose hacia la superficie del suelo, este estado fenológico presenta en promedio 9 hojas distribuidos en la planta en forma helicoidal, dando la apariencia de una roseta con hojas tendidas.

c. Formación de cabezuela

Cuando la planta después de tener el número de hojas necesarias forma la primera cabezuela o inflorescencia, que es levantada por un tallo (pedúnculo) de color más claro que las hojas; su utilización es antes que las partes florales estén bien desarrolladas.

d. Productiva

Se inicia cuando las brácteas de la cabezuela se abren lateralmente y se hacen visibles las flores o “espinitas” y termina con la madurez fisiológica.





	
▲	▲
FORMACIÓN DE PLANTA Desde el trasplante hasta 9 hojas verdaderas, 60 días después del trasplante.	CRECIMIENTO VEGETATIVO De 9 a 15 hojas verdaderas, de 60 a 90 días después del trasplante.
	
▲	▲
FORMACIÓN DE CABEZUELA De 15 a 21 hojas verdaderas, 90 – 120 días después del trasplante	PRODUCTIVA Más de 21 hojas verdaderas de 120 – 220 días después del trasplante

Figura 1.1. Fenología del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.)

1.1.6. Requerimientos agroclimáticos del cultivo

a. Requerimiento de agua

INIA (2001), afirma que la alcachofa requiere de una adecuada disponibilidad de agua principalmente durante el crecimiento vegetativo, formación de yemas y maduración de cabezuelas florales. La falta de agua durante el crecimiento trae como consecuencia plantas pequeñas, pobres en vigor y desarrollo; en caso que la escasez se presenta durante la formación de yemas se promoverá la formación de cabezuelas de inferior calidad. La mayor demanda hídrica se presenta al final de la etapa de crecimiento vegetativo e inicio de la formación de inflorescencias. El aumento de la

temperatura promueve una intensa transpiración causando muchas veces marchitez de las hojas y estrés de la planta luego de una tarde calurosa.

Los niveles hídricos son bastante considerables ya que el cultivo desarrolla una exuberante área foliar. Según estudios realizados a nivel de Costa, se ha determinado entre 7500 a 11000 m³ de agua.ha⁻¹ en condiciones de riego por gravedad.

En sierra, durante los meses de septiembre a marzo el cultivo es manejado mayormente bajo condiciones de lluvia; sin embargo, es importante prever un sistema de riego alternativo ya que las precipitaciones pluviales no siempre se presentan con regularidad todo el año. Además, en sierra existe la “campana chica” de Junio a Noviembre; en la cual no se presentan lluvias y el abastecimiento de agua tiene que ser íntegramente bajo riego. En suelos secos la alcachofa produce cabezuelas duras, coriáceas y de tamaño pequeño.

b. Requerimiento de suelo

INIA (2001), menciona que la alcachofa prospera en un amplio rango de suelos, pero es recomendable que sean fértiles, profundos, ricos en materia orgánica y tenga un buen drenaje. Prefiere suelos con pH que varíe de 6.4 a 7.5 y la conductividad eléctrica sea menor a 4 dS.m⁻¹. La alcachofa es una planta considerada como esquilante ya que agota intensamente el terreno, por lo cual es aconsejable la adición de materia orgánica y la rotación con otros cultivos (leguminosas) después de tres años, pudiendo ser instalado nuevamente en el mismo terreno luego de tres años.

En condiciones de Costa, los suelos son salinos (ligeros a moderados), predominan los suelos de textura arenosa y franco arenosa.

En Sierra, el cultivo se desarrolla en un amplio rango de suelos pero alcanza sus mayores rendimientos en suelos profundos, fértiles, de buen drenaje, con pH de 5.5 a 7.0.

c. Influencia de la temperatura

Maroto, et al (1997), indican que cuando la temperatura desciende por debajo de los 5 °C, la alcachofa detiene su desarrollo. La temperatura óptima de crecimiento puede situarse alrededor de los 15 °C – 18 °C, aunque a temperaturas superiores a 8 °C puede crecer normalmente. Esta especie no tolera temperaturas de congelación; sus estructuras aéreas se destruyen con temperaturas de -2 a -4 °C y con -10 °C se dañan en forma permanente las estructuras subterráneas.

INIA (2001), reporta que la temperatura óptima para el desarrollo del cultivo se encuentra entre 12 – 20 °C.

En la Costa el problema lo constituyen las altas temperaturas, con efectos negativos principalmente en la producción de cabezuelas de baja calidad, pequeñas, abiertas y fibrosas.

En la Sierra, el cultivo se conduce con temperaturas promedio anual de 12 °C, fluctuando entre 5 y 20 °C, excepcionalmente puede soportar descensos de temperatura hasta -4 °C. La etapa crítica del cultivo en relación a las heladas se verifica en la fructificación, produciendo una ruptura en la piel

externa de las brácteas que le da una apariencia ampollada de color ligeramente blanco, no ocasiona daños a la parte comestible pero crea problemas en la comercialización por baja calidad. Como resultado de las bajas temperaturas la cosecha puede retardarse entre 2 – 6 semanas.

Temperaturas altas (superior a 30 °C) producen aceleración en la apertura de las brácteas de las cabezuelas y por consiguiente, la pérdida de la calidad de sus partes comestibles.

Catacora (2002), indica lo siguiente sobre la influencia de la temperatura crítica:

- A 5 °C se produce paralización del crecimiento vegetativo.
- A 0 °C durante algunas horas, la epidermis de la brácteas cambian de color y sus bordes se necrosan.
- De 0 °C a -4 °C las cabezuelas y una parte del tallo floral se dañan.
- De -4 °C a -7 °C, las hojas mueren (según las condiciones de suelo y planta). Si estas condiciones persisten durante algunos días, la parte subterránea del tallo muere en su totalidad; las raíces son más resistentes, pero son incapaces de emitir brotes. La planta se pierde.
- A partir de -7 °C, los sistemas aéreos y subterráneos mueren.
- Con temperatura superior a 30 °C detienen su desarrollo y vegetan mal.

d. Influencia del fotoperiodo

Basnizki y Zohary (1987); Catacora (2002) afirman que las alcachofas son plantas de días largos con un fotoperiodo mínimo de 10.5 horas. La longitud del día y la alternancia de períodos de oscuridad durante el crecimiento de una planta tiene un efecto notable en la determinación de la época de floración; algunas plantas florecen antes cuando los días son cortos (12 horas o menos de la luz), pero otras sólo lo hacen cuando reciben de 14 a más horas de iluminación; otros son neutros; es decir, no son afectadas por este tipo de variaciones. La fase de mayor sensibilidad corresponde al desplegamiento de las primeras hojas. En condiciones del Valle del Mantaro, el cultivo se conduce con fotoperiodos intermedios de 11 a 13 horas luz.

e. Influencia de la radiación solar

Catacora (2002), refiere que la radiación solar incide claramente en la fotosíntesis y a través de esta en el crecimiento vegetativo, en la inducción floral, en el tamaño, color y composición de las cabezuelas. Todo ello determina la cantidad y calidad de la producción.

Izarra (2009), sostiene que la producción de los cultivos depende de la interceptación de la radiación solar y de su conversión en biomasa. La cantidad de radiación incidente que es interceptada por el cultivo está determinada por el área foliar, por la orientación de la hoja y por su duración. El índice del área foliar (IAF) es importante para determinar la interceptación de la radiación. La cantidad total de radiación interceptada a lo largo de todo el período de cultivo depende del tiempo requerido para alcanzar la

intercepción máxima (o IAF máxima, si el cultivo no cubre completamente la tierra) y también de la duración del área verde de la hoja. Los factores experimentales que reducen la expansión de la hoja son el déficit de agua y la baja disponibilidad de nutrientes.

f. Influencia de la altitud

INIA (2001), menciona que la alcachofa en el mundo es sembrado en altitudes que difícilmente pasan los 2000 msnm; sin embargo, bajo condiciones de sierra se observa cultivares de alcachofa hasta altitudes de 3300 msnm, dependiendo básicamente de las temperaturas que se registran en cada zona y se mantengan los rangos óptimos para su producción.

En condiciones de Costa el cultivo se desarrolla desde altitudes cercanas al mar 100 msnm en el distrito de Chancay y a 180 msnm en la EE Donoso-Huaral, departamento de Lima.

g. Influencia de la humedad relativa

INIA (2001), manifiesta que las principales zonas productoras en el mundo están ubicadas generalmente en zonas de litoral muy cerca al mar; por lo tanto, el grado de humedad relativa es alta. Este aspecto influye directamente sobre la calidad de las cabezuelas, haciendo que sean turgentes y menos fibrosas las brácteas. Climas demasiado secos afectan negativamente la calidad de las cabezuelas florales, en un tiempo corto se producen apertura de las cabezuelas y se pierde muy rápidamente la compactación. A nivel nacional, la principal zona de producción es el valle

del Mantaro que presenta una humedad relativa promedio de 45 %. En Costa Central la humedad relativa es alta variando entre 84 – 86 %.

h. Influencia del viento

INIA (2001), sostiene que bajo condiciones de Sierra el efecto de los vientos es prácticamente insignificante, por que estos se presentan en intensidades que no ocasionan problemas para el cultivo.

En Costa el efecto negativo del viento se manifiesta en la rotura de las hojas, principalmente en la etapa de desarrollo foliar. En la fase de maduración, ocasiona el tumbado de plantas que tienen una buena carga de cabezuelas.

1.1.7. Composición química

INIA (2001), reporta la composición química y nutricional de la alcachofa en el cuadro 1.1.

Cuadro 1.1: Composición química y nutricional de la alcachofa

Elemento	Unidad	Cantidad	Elemento	Unidad	Cantidad
Calorías	Cal	19.00	Fósforo	mg.	51.00
Agua	%	86.00	Potasio	mg.	310.00
Ceniza	gr.	1.80	Calcio	mg.	51.00
Carbohidratos	gr.	2.90	Magnesio	mg.	51.00
Proteínas	gr.	2.80	Retinol	mg.	50.00
Grasa	gr.	0.20	Tiamina	mg.	0.07
Fibra	gr.	1.40	Riboflavina	mg.	0.04
Calcio	mg.	42.00	Niacina	mg.	0.85
Hierro	mg.	1.10	Ac. Ascórbico.	mg.	8.00

Fuente: INIA 2001.

1.1.8. Valor nutritivo

INIA (2001), indica que la alcachofa es considerada como uno de los productos hortícolas con mayor valor energético, rica en azúcares, proteínas, vitaminas A, B y C; con gran contenido de Calcio, Potasio y Hierro. Tiene ventajas curativas como purificador de la sangre, baja el nivel de urea y colesterol, tonifica el corazón, ejerce una acción reguladora sobre los riñones porque favorece una mayor eliminación del agua y sustancias de deshecho, restablece la fuerza y energía perdida.

Paitamala (2002), afirma que de acuerdo a su composición la alcachofa no es una hortaliza nutritiva sino altamente protectora de la salud, además adecuada para la conservación de figura. Por su contenido de fibra, vitamina C y flavonoides antioxidante previene la formación de tumores, cáncer del colon, cáncer de senos, próstata, problemas cardiovasculares. Su alta proporción de magnesio le confiere antidepresivos y fuerza de sistema reproductivo. Sumado al folato, reduce en las mujeres el riesgo de efectos cerebrales o espinales del feto durante la gestación.

La alcachofa contiene un alcaloide llamado cinarina que es estimulante del hígado y reduce los cálculos biliares así como el colesterol y la formación de ácido úrico. También contiene insulina, es necesario que forme parte de la dieta de los diabéticos, actúa como un analgésico para los dolores ocasionados por reumatismo, actúa como hepato protector y favorece el flujo biliar.

1.1.9. Usos y consumo de la alcachofa

INIA (2001), señala que la alcachofa, por su valor alimenticio, virtudes terapéuticas y propiedades organolépticas; es considerado como una hortaliza apta para gran número de exquisitas recetas culinarias.

1.1.10. Labores culturales

a. Preparación de terreno

INIA (2001), menciona que la preparación del suelo es una labor sumamente importante dentro del proceso productivo del cultivo, por cuanto el suelo recibirá las plántulas y permitirá su crecimiento y desarrollo hasta la cosecha; siendo una de las causas de los bajos rendimiento la mala preparación de suelos. Una adecuada y oportuna preparación del suelo facilitará el prendimiento de las plántulas, si estas encuentran suelos demasiado compactos se debilitarán llegando a la muerte.

En Costa y Sierra durante la preparación del suelo se incorpora los abonos orgánicos (estiércol entre 15 – 20 Tn.ha⁻¹).

b. Roturación del suelo

INIA (2001), reporta que esta actividad consiste en realizar una aradura volteando el suelo, de tal manera que la parte superior de la capa arable se introduzca y la inferior se vierta hacia la superficie; esta labor es importante para aerear y remover la capa arable donde se desarrollará el sistema radicular del cultivo; además de favorecer la descomposición de los residuos de la cosecha anterior y evitar la pérdida de elementos nutritivos que por

percolación se van introduciendo a las capas inferiores y las raíces ya no las pueden extraer. De preferencia utilizar arados de discos, considerando las características de los tipos de suelos, principalmente en la sierra (franco arcilloso), es necesaria la pasada de discos hasta en dos oportunidades en forma cruzada.

c. Mullido

INIA (2001), refiere que una vez concluida la aradura, se procede a la pasada de rastra con la finalidad de desmenuzar los terrones y dejar mullido el terreno; esta labor se debe realizar en forma cruzada, siendo suficiente dos o tres pasadas de rastra; denominada “grada de discos”. En la Sierra Central se recomienda el uso de rastra pesada de dos cuerpos, ya que los terrenos de la zona son considerados como “pesados”.

d. Nivelación

INIA (2001), sostiene que el terreno se encuentre adecuadamente nivelado con la correspondiente pendiente, a fin de evitar emposamientos de agua que generarán problemas fitosanitarios en el cultivo, esta acumulación además causará asfixia a la planta. La nivelación puede efectuarse empleando una cuchilla niveladora o en su defecto rieles o tablones.

e. Surcado

INIA (2001), indica que el surcado se realizará considerando el distanciamiento de acuerdo a la densidad apropiada del cultivo y región; en

Sierra Central el más generalizado es de 1.0 m entre surcos y en Costa Central, los mejores resultados fueron con 1.5 m entre surcos.

Castillo (2003), afirma que consiste en la apertura de surcos en el terreno preparado, teniendo en cuenta la pendiente ligera, los surcos deben ser profundos para el riego durante el periodo vegetativo de la alcachofa. En caso de suelos en laderas se orientará bajo el conocimiento de las curvas de nivel conocido por el agricultor para evitar la erosión del suelo durante el riego y la lluvia, en época de verano en la sierra.

f. Plantación

Castillo (2003), señala que la plantación cuando se hace por hijuelos conviene cortar las hojas por la mitad, con la finalidad de reducir la transpiración y deshidratación en tanto se desarrollan las raíces absorbentes, el trasplante se hace colocando el hijuelo a 15 cm. de profundidad y regándolo inmediatamente sin que el agua llegue al cuello de la planta, el agua debe llegar por capilaridad.

Cuando la plantación se hace con plántulas no deben ir al campo con hojas de 20 cm de longitud, para que no se produzca un desequilibrio entre la transpiración y la absorción de agua, teniendo en cuenta que las raíces llegan bastante comprimidas dentro de un conito de sustrato. Cuando el riego se da por goteo conviene el tamaño de las plántulas

Antes del trasplante se debe dar el riego por gravedad a los surcos llamado riego de enseño, para que las plántulas encuentren un suelo fresco y húmedo, se hace el trasplante en las horas de baja intensidad del sol.

g. Densidad de Siembra

Castillo (2003), menciona que la densidad de la siembra o plantación de la alcachofa varia dependiendo de la variedad y tipo de producción para el mercado internacional, sea para la exportación al estado fresco o para la industria, tenemos la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de } \frac{\text{plantas}}{\text{Ha}} = \frac{\text{Am}^2}{\text{DEP} * \text{DES}}$$

Donde:

Am² : Área a sembrar.

DEP : Distancia entre plantas (golpes).

DES : Distancia entre surcos.

h. Riego

INIA (2001), manifiesta que el hombre desarrollo diferentes métodos de riego en función a la disponibilidad de sus recursos, y de esta manera existen diferentes métodos de riego que se pueden clasificar en:

- El riego por surcos es el método más común pero con esta forma de riego es más difícil de manejar el cultivo en cuanto a las enfermedades y malas hierbas. Los volúmenes de agua utilizadas con este método pueden variar de 7500 a 11000 m³.ha⁻¹.
- El riego por aspersión tiene un marcado incremento en la producción de alcachofas, especialmente cuando se siembran en áreas con

pendiente. Los volúmenes de agua utilizados con este método pueden variar de 6000 a 9500 m³.ha⁻¹.

- En el riego por goteo la alcachofa ha incrementado su producción en comparación con el riego por surcos; debido a la obtención de plantas más uniformes y más desarrolladas. El volumen de agua utilizado en este método puede llegar a 4500 m³.ha⁻¹.

i. Control de malezas

INIA (2001), sostiene que las malezas se desarrollan en los primeros 20 cm del suelo; compiten con la alcachofa por nutrientes, luz, agua y espacio físico; así mismo, se comportan como hospederas de gran número de plagas y patógenos. El inadecuado control de las diferentes especies de malezas que se presentan en el cultivo de la alcachofa, promoverá un mal desarrollo de la planta y los rendimientos, así como la calidad comercial se verán seriamente reducidos en comparación a un campo libre de malezas y oportunamente controlado.

En la Costa el control se efectúa en forma manual con lampa y mediante el uso de maquinaria agrícola restringido sólo para las primeras etapas de crecimiento.

En la sierra constituyen un problema de importancia económica porque el efecto de competencia comienza desde el trasplante de la alcachofa, que coincide con el período de lluvias el cual favorece la germinación de muchas especies que rápidamente invadirán toda la extensión del terreno. Las

labores de control se ven impedidas cuando el régimen de lluvias se presenta en forma permanente y dejan campos totalmente enlodados.

j. Fertilización e incorporación de materia orgánica

INIA (2001); Proyecto PRA - Huánuco (2004), afirman que consiste en la incorporación de elementos nutritivos al suelo, utilizando fuentes orgánicas e inorgánicas, con la finalidad de mejorar los niveles de fertilidad y permitir al cultivo durante su ciclo vegetativo, la disponibilidad de nutrientes que requieren para su crecimiento, desarrollo, formación de inflorescencias y maduración de las cabezuelas. La alcachofa es reportada como un cultivo exigente en nutrientes debido a su gran desarrollo foliar y velocidad de producción de inflorescencias. Los niveles de fertilización deben formularse teniendo en cuenta los resultados de los análisis de suelo y de la extracción de nutrientes.

La fertilización se realiza al costado de la planta, pueden ser como abonamiento de fondo o cuando las plantas trasplantadas ya están fijadas en el campo definitivo. Se fracciona en tres partes, la primera es después de 30 a 45 días de trasplante, la segunda al mes del primero, el tercero un mes después del segundo, es conveniente tener un calendario de abonamiento de acuerdo a las indicaciones del asesor técnico respectivo. También se considera la complementación con abonos foliares.

k. Aporque

INIA (2001), menciona que el aporque es una labor cultural que permite una buena aereación del suelo al romper la compactación, facilita el anclaje de

sistema radicular de la planta y mejora la estabilidad del cultivo frente a los vientos.

Complementa el control de malezas y facilita los riegos porque se forma un nuevo surco central entre las hileras de plantas, alejando el agua de riego o de lluvia (escorrentía) con lo que se evitarán problemas fitosanitarios como pudriciones generadas por *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.* y *Phytlum sp.*

I. Podas

INIA (2001), reporta que la poda tiene mucha importancia en el cultivo de la alcachofa porque permite eliminar las hojas viejas y enfermas del tercio basal, que se encuentran sub expuestas a los rayos solares. Reduce el área foliar de baja producción de fotosintatos y permite la orientación del flujo de la materia elaborada hacia las partes jóvenes o en crecimiento (1ra poda) o hacia el botón floral (2da y 3ra poda) en este último se beneficiará la formación de cabezuelas de mayor tamaño y calidad.

En condiciones de Costa Central (Valle Chancay - Huaral) se realizan tres podas; la primera, a los 80 días después del trasplante; la segunda, después de realizado la primera cosecha y la tercera a la quinta cosecha.

En Sierra Central (Valle Mantaro) las podas se realizan en número de tres o cuatro durante toda la campaña productiva. Utilizando hoces, cuchillos o tijeras desinfectadas se eliminan las hojas viejas, enfermas y dañadas por insectos, y especialmente por las "babosas". Estas hojas muchas veces son utilizadas como forraje para el ganado vacuno.

m. Control fitosanitario

Mok (2003), sostiene que se realiza con la finalidad de evitar el ataque de insectos, hongos y enfermedades, para lo cual se utiliza productos químicos, a medida que las áreas crezcan se irán presentando mayores problemas.

INIA (2001), sostiene que las principales plagas y enfermedades que atacan el cultivo de la alcachofa son las siguientes:

Plagas:

- Gusanos de tierra (*Feltia experta*, *Agrotis ipsilion*, *Spodoptera achrea*, *Copitarsi turbata*).
- Gusano mazorquero (*Heliothis zea*, *Heliothis virescens*).
- Cogollero (*Spodoptera frugiperda*).
- Gusano medidor (*Pseudoplusia sp.*, *Trichoplusia sp.*).
- Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).
- Mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*).
- Arañita roja (*Oligonychus peruvianus*, *Tetranychus ludeni*).
- Babosas y caracoles (*Agriolimax reticulatus* Limaz spp. Y *Vaginulus spp.*).

Enfermedades:

- Marchitez de plantas (Complejo: *Fusarium spp.* – *Melodoygine incognita* o *Verticillium spp.* – *Melodoygine incognita*).

- Oidiosis (hongo: *Oidium cynarea*).
- Podredumbre gris de la inflorescencia (hongo: *Botrytis cinérea*).
- Mancha circular de la hoja (hongo: *Romularia spp*).
- Necrosis de las inflorescencias (bacteria *Xanthomona spp*).
- Enfermedades virales (08 virus afectando al cultivo de la alcachofa).
- Nemátodo nodular de la raíz (*Meloidogyne incognita*)

n. Cosecha

INIA (2001), menciona que la parte final de la producción comercial de la alcachofa tiene como finalidad la obtención de inflorescencias de calidad a lo largo del periodo de cosecha. Es importante realizar la cosecha sin causar daño a la planta y manipular lo menos posible a las cabezas cortadas. Esto permitirá conservar las cualidades deseables en las inflorescencias cosechadas; y la plantación en general, podrá formar nuevas inflorescencias, que permitirán al agricultor cosechar hasta la quinta y sexta inflorescencia.

Época, período y frecuencia de cosecha

INIA (2001), manifiesta que para determinar el momento apropiado de la cosecha es recomendable contar con índices de fácil comprensión y aplicación, que permiten identificar con precisión el estado de desarrollo del producto; hecho que esta ligado al tamaño de las cabezuelas florales. Esta característica que es inherente al producto comercial, se conoce como índice de madurez y varía de acuerdo a los cultivares e incluso a la zona o

regiones. Bajo este índice de madurez se controla el desarrollo de las cabezuelas florales a través del cambio de color, sabor y textura; que en su conjunto proporcionan las condiciones organolépticas óptimas que la harán comestible. Las inflorescencias primarias alcanzan primero su madurez comercial, continuando con las secundarias, terciarias y cuaternarias. La alcachofa para el consumo en fresco se cosecha en su forma inmadura, cuando alcanzan el tamaño apropiado y presentan las mejores características de calidad que corresponden a los principales mercados extranjeros, como son: cabezuelas compactas, apariencia fresca y libre de defectos, color típico de la variedad y sin ninguna leñosidad en el pedúnculo.

En condiciones de Costa y Sierra Central se ha observado que la época y período de cosecha es variable y está determinado por la época de trasplante y condiciones climáticas del lugar.

La frecuencia de cosecha también es variable, los botones florales que se originan en los meses de menor temperatura necesitan de 19 a 20 días en lograr su índice de madurez comercial. Por el contrario, los botones florales que se originan en condiciones más calurosas, maduran más rápidamente y en 14 a 15 días adquirirán su madurez comercial.

Procedimiento de cosecha

INIA (2001), reporta que la cosecha es en forma manual, empleando una hoz o cuchillo, el corte de la cabezuela floral se hace junto con un pequeño trozo de tallo (4 cm.), para así mantenerlas por más tiempo frescas y turgentes. La cosecha debe efectuarse de acuerdo a su uso y a las normas

de calidad exigidas por los mercados de destino. Las cabezuelas florales después de cortadas son recolectadas en mochilas o jabas cosecheras. Esta operación debe realizarse con el debido cuidado para no dañar el producto. Luego son trasladados a almacenes para su selección y clasificación.

La cosecha debe realizarse en horas de menor calor y máxima humedad relativa del ambiente, de preferencia colocar bajo sombra o trasladar al centro de empaque, para evitar el calentamiento y deterioro de las cabezuelas florales.

Clasificación de las alcachofas según la calibración

IDESI - Huánuco (2004), refiere que la clasificación de las alcachofas se realiza utilizando el vernier de calibración, este proceso se realiza tomando la medición del diámetro ecuatorial, tratándose de exportación de alcachofa fresca es conveniente adoptar los calibres que rigen para diferentes países.

o. Rendimiento

INIA (2001), sostiene que los rendimientos son variables, dependiendo de los cultivares utilizados, medio ambiente, manejo del cultivo, etc.

Robles (2001), indica que en Europa con las densidades usuales de 8,000 a 12,000 plantas por hectárea se cosechan en promedio entre 50,000 a 60,000 capítulos por hectárea, que pesa entre 7,000 a 12,000 Kg.ha⁻¹ según su tamaño; estimándose la cosecha seis alcachofas por planta con un peso promedio que va desde 170 a 240 gr.capítulo⁻¹, este reporte de cosecha es para fines de exportación en fresco.

En Chile se considera rentable una cosecha de 30,000 capítulos por hectárea cuando la plantación está destinada al consumo fresco, con un peso variable entre 278 a 333 gr por unidad ($9,000 \text{ Kg.ha}^{-1}$). Para industria de corazones se considera rentable una producción de 40,000 a 70,000 capítulos de 100 gr por unidad ($7,000 \text{ Kg.ha}^{-1}$).

En nuestro país, aunque el promedio con la variedad Criolla es semejante al obtenido en Europa, los mejores productores de la sierra Peruana, llegan a cosechar entre 40,000 y 70,000 unidades por hectárea de capítulos, que pueden significar unos de $10,000$ a $15,000 \text{ Kg.ha}^{-1}$, con un peso promedio de 80 a 150 gr por unidad de planta, la cosecha es para fines de industria.

Huamaní, M. (2002), menciona que en Seccelambras con una distanciamiento de plantas de 1.4 m entre surcos y 0.6 m entre plantas que hace una densidad de $12,000 \text{ plantas.ha}^{-1}$, obtuvo rendimientos fluctuantes entre $14,970$ a $16,280 \text{ kg.ha}^{-1}$ lo que dependió de la fertilización y abonamiento aplicado en la parcela.

Post Cosecha

INIA (2001), manifiesta que el objetivo de la post cosecha es contribuir a que el producto conserve su calidad por más tiempo y llegue a los mercados de destino en excelentes condiciones.

1.2. GRADOS DIAS DE CRECIMIENTO

Izarra (2009), reporta que la influencia de la temperatura sobre la duración de las fases fenológicas fue puesta en manifiesto hace muchos años atrás.

Si bien el tiempo que ocurre hasta alcanzar una determinada etapa de desarrollo no es una función lineal de la temperatura (Tollenaar y col., 1979; Warrington y Kanemasu, 1983), la respuesta de la velocidad de desarrollo a la misma, es aproximadamente lineal en el rango térmico comprendido entre una temperatura base (temperatura mínima a la cual la velocidad de desarrollo es nula) y una temperatura óptima (a la cual se alcanza la máxima velocidad de desarrollo (Ellis y col., 1992). Por encima de la temperatura óptima el desarrollo se reduce progresivamente hasta detenerse al alcanzar un límite máximo de temperatura.

La relación entre la temperatura y desarrollo sustentó la elaboración de los métodos de cálculo del tiempo térmico (a través de funciones de ajuste lineales, exponenciales o mediante ecuaciones más complejas) ampliamente usados para predecir, con éxito variable, el momento de ocurrencia de distintos sucesos fenológicos, basados en la acumulación de grados-día (Cross y Zuber 1972; Derieux y Bonhomme 1982; Ritchie y NeSmith, 1991).

La acumulación de los grados días de desarrollo (GDD) puede ser usado por los agricultores para monitorear el desarrollo de procesos biológicos y así puede ser usado en el control de enfermedades de sus cultivos. Los GDD son importantes en la toma de decisiones sobre el manejo del cultivo y en la investigación de modelos clima – cultivo (Neild y Seeley, 1987).

Neild y Seeley (1987) mencionan también las principales aplicaciones de los GDD:

- Desarrollo esperado del cultivo en diferentes localidades. Lo cual ahorra muchos años de investigación y da la pauta para posteriores trabajos.
- Desarrollo esperado en diferentes fechas de siembra.
- Desarrollo esperado de diferentes híbridos.
- Predicción del desarrollo en futuras fechas.
- Pronóstico del número de días a una etapa.
- Estimación del número de días que el cultivo está adelantado o atrasado con respecto a lo normal.
- Observaciones a partir de siembras estándar para mejorar las predicciones de GDD. Tomando en cuenta que el cultivo es el principal integrador de todas las variables ambientales.
- Cartografiar etapas de desarrollo esperadas sobre una región de tamaño considerable. Esto mediante una red de estaciones donde se registren los datos requeridos (fenológicos y de temperatura).

Warrington y Kanemasu (1983), sostienen que la predicción de los eventos fenológicos es de suma importancia en diversos aspectos prácticos de la agronomía. Desde 1735 vienen siendo aplicados, como resultado de observaciones empíricas, los llamados modelos de tiempo térmico, sumas térmicas o grados día para lograr la identificación de mejores épocas de siembra, escalonamiento de cosecha, planeamiento de actividades agrícolas y también en programas de mejoramiento.

Wang (1960) explicó que las plantas responden en forma diferente al mismo factor ambiental en los distintos subperíodos de desarrollo, enfatizando que

la exigencia de suma térmica es constante únicamente para aquella amplitud en la que existe linealidad entre el desarrollo relativo y la temperatura.

1.3. RADIACION FOTOSINTETICAMENTE ACTIVA

Monteith y Usworth (1990), reportan que la radiación solar fotosintéticamente activa absorbida (PAR), es la parte de la radiación solar disponible para la fotosíntesis y representa aproximadamente el 48% de la radiación solar.

Gardner (1985), sostiene que suele considerar radiación fotosintéticamente activa (PAR) aquella radiación que se encuentra en la banda de 400 – 720 nm (Seller et al., 1997), que prácticamente coincide con el espectro visible. Esta importante magnitud se encuentra directamente relacionada con el crecimiento y desarrollo de la planta, dado que indica la energía absorbida necesaria para el proceso de fotosíntesis.

1.3.1. Índice de área foliar y radiación fotosintéticamente activa

Izarra (2009), indica que la tasa de crecimiento del cultivo, creciendo sin limitaciones, es directamente proporcional a la radiación incidente. Este hecho obedece a dos factores independientes que actúan en conjunto a nivel del canopeo. Por un lado están los mayores niveles de PAR en si mismos, que de hecho se traducen en mayor cantidad de energía disponible, mientras que por otro lado, se encuentra la capacidad del canopeo de responder linealmente a esa mayor oferta de radiación. Esta capacidad de respuesta está asociada a la disposición geométrica del follaje en el perfil del canopeo, propiedad que recibe la designación genética de arquitectura del canopeo.

No toda la radiación incidente durante el periodo de crecimiento del cultivo es utilizado por este. Esto es así porque en los primeros estadios de desarrollo el cultivo carece de la superficie foliar suficiente como para interceptar la radiación incidente. Esta limitación estrictamente ontogénica, puede considerarse como una fuente de ineficiencia y se puede reducir su efecto a través de la elección de híbridos y de la aplicación de prácticas de manejo y técnicas de producción que permitan la más rápida cobertura posible, a fin de lograr en el menor tiempo altos niveles de interceptación.

Arguissain (1990), afirma que la superficie del área foliar fotosintéticamente activa de un cultivo, expresado por unidad de superficie de suelo, conocida como índice de área foliar (IAF), es un estimador muy apropiado para medir el grado de desarrollo y junto con otros parámetros, la organización de un canopeo. Con niveles de IAF que posibilitan alcanzar el 95% de interceptación de la PAR, se logra la máxima tasa de crecimiento.

1.4. EVAPOTRANSPIRACION

Izarra (2009), menciona que el agua es un factor esencial en la agricultura, su movimiento en el entorno vegetal tiene lugar a través del sistema suelo – planta – atmosfera. En dicho contexto, se definen términos como la evaporación, transpiración, la evapotranspiración del cultivo, la evapotranspiración de referencia y el coeficiente del cultivo.

Según la FAO (2006), la evaporación es el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua y se retira de la superficie evaporante. La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en

los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. Los cultivos pierden agua predominantemente a través de los estomas. La evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y es difícil distinguir ambos procesos. En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero a medida que se desarrolla el cultivo y cuando finalmente este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal.

El concepto de evapotranspiración incluye diferentes definiciones a su vez, la evapotranspiración del cultivo de referencia (E_{To}), la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (E_{Tc}) y la evapotranspiración del cultivo bajo condiciones no estándar (E_{Tcaj}).

La E_{To} es un parámetro relacionado con el clima que expresa el poder evaporante de la atmósfera, expresa la tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia que ocurre sin restricciones de agua y la superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas. El único factor que afecta la E_{To} es el climático, por lo tanto puede también ser calculado en función a estos parámetros y de este punto de vista la FAO recomienda el método de Penman-Monteith, como uno de los métodos que más se aproxima a la estimación de la E_{To} .

La E_{Tc} se refiere a la evapotranspiración en condiciones óptimas presentes en parcelas con un excelente manejo y adecuado aporte de agua y que logra la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas. Se refiere a la evapotranspiración de cualquier cultivo cuando se encuentra exento de

enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo condiciones óptimas de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes. La ET_c puede ser determinada a través de lisímetros o calculada a partir del producto de la ET_o con el Coeficiente del cultivo (K_c), el K_c cambia desde la siembra hasta la cosecha debido a las variaciones en las características del cultivo durante sus diferentes fases fenológicas.

La evapotranspiración del cultivo bajo condiciones no estándar (ET_{caj}) se refiere a la evapotranspiración de cultivos que crecen bajo condiciones ambientales y de manejo diferentes de las condiciones estándar. Bajo condiciones de campo, la evapotranspiración real del cultivo puede desviarse de la ET_c debido a condiciones no óptimas como son la presencia de plagas y enfermedades, salinidad del suelo, baja fertilidad del suelo y limitación o exceso de agua. Esto puede resultar en un reducido crecimiento de las plantas, menor densidad de plantas y así reducir la tasa de evapotranspiración por debajo de los valores de la evapotranspiración. La ET_{caj} se calcula utilizando un coeficiente de estrés hídrico (K_s) o ajustando el K_c a todos los otros tipos de condiciones de estrés y limitaciones ambientales en la evapotranspiración del cultivo.

1.5. EFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMATICA EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

Cunha, et al (2001), reportan que el fenómeno El Niño – Oscilación del Sur (ENOS), es actualmente la principal fuente conocida de la variabilidad

climática, a escala estacional e interanual y con impacto mundial. Destacándose las anomalías climáticas extremas relacionadas con la fase cálida (El Niño) y la fase fría (La Niña) que presentan un patrón coherente de persistencia (12 a 18 meses). El ENOS, es el resultado de una interacción océano atmósfera, en la cual la variación de la temperatura del agua, en la parte central y junto a la costa oeste de América del Sur, en asociación con los campos de presión alteran el patrón de circulación general de la atmósfera y así influyen en el clima global.

Varios estudios han sido realizados sobre la relación entre las fases del ENOS, la variabilidad climática asociada y el rendimiento de los cultivos. Entre ellos a nivel de Sudamérica, en el Brasil, Fontana y Berlato (1996) analizaron la influencia del ENOS sobre la precipitación y el rendimiento de maíz en Rio Grande do Sul; asimismo, RAO et al (1997), encontraron una fuerte correlación positiva entre el IOS y el rendimiento de maíz en siete Estados Brasileños del Nordeste; Cunha et al (2001) identificaron impactos positivos de los eventos La Niña y negativos de los eventos El Niño. En un estudio del impacto del Niño en arroz en Uruguay (Roel y Baethgen, 2005) encontraron una asociación importante entre las fases ENOS y los niveles de producción arrocería. En las campañas agrícolas catalogadas como Niña se presentaron condiciones que favorecieron la obtención de buenos rendimientos de arroz y lo inverso en condiciones Niño. En los años Neutro los niveles de producción varían mucho, pudiendo ser muy bajos, medios o excelentes. Asimismo, concluyeron que para los cultivos de secano los años Niño son beneficiosos por una disminución en la frecuencia de déficits

hídricos estivales, mientras que para cultivos bajo riego los años Niña son los más favorables.

1.6. LISÍMETROS

García (1990), refiere que los lisímetros son dispositivos formados por un tanque con área de 4 m² como mínimo y pudiendo alcanzar hasta 10 m², su profundidad depende del cultivo, mas lo ideal es de 1 a 1.2 m sobre todo para cultivos anuales; al llenarse el recipiente se inicia con una capa de cascajo, otra de arena fina y luego es colocado el suelo obedeciendo las capas del perfil del mismo. En el tanque así constituido se siembra un cultivo cuya pérdida continua de agua se desea conocer. El dispositivo constituido de esta forma es el lisímetro que nos permite conocer la evapotranspiración real, la cual en el caso que no existe restricción de humedad, constituye la evapotranspiración máxima.

Gurovich (1999), sostiene que los lisímetros consisten en una versión sofisticada de estanques, donde es posible cuantificar la percolación profunda y el escurrimiento superficial, a través de un sistema que recolecta el drenaje, donde el escurrimiento es nulo.

El término "lisímetro" deriva de las palabras griegas "*lysis*" y "*metron*" que significa disolver y medir respectivamente, utilizados para determinar la evapotranspiración ya sea de un cultivo en desarrollo, de una cubierta vegetal de referencia o la evaporación del suelo desnudo.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación se realizó en el distrito y provincia de Churcampa, departamento de Huancavelica (ver Figura 2.1), durante la campaña 2009 – 2010 que se encuentra ubicado a 12° 44' 7.4" Latitud Sur y 74° 23' 14.7" Longitud Oeste y a una altitud de 3,368 msnm.

2.2. ANTECEDENTES Y CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

El terreno en el que se realizó el experimento presenta una ligera pendiente de 2%, con una capa arable de 40 cm a 1 m, apto para el cultivo de alcachofa.

En la campaña anterior fue sembrado el cultivo de papa de la variedad Canchán, a la cual sólo se hizo abonamiento con gallinaza.

2.3. CONDICIONES DEL CLIMA

Los datos climáticos fueron registrados y proporcionados por la Estación Meteorológica instalada por el Proyecto "Zonificación de Riesgos Climáticos para Cultivos de Seguridad Alimentaria y de Exportación en la Región Huancavelica y Ayacucho", en el mismo campo experimental.

Con los datos climatológicos (Cuadro 2.1) se realizaron los cálculos del Balance Hídrico, en el cual se puede observar que el promedio de la

Cuadro 2.1: Temperatura Máxima, Media, Mínima y Balance Hídrico correspondiente a la Campaña Agrícola 2009 - 2010.

Distrito : Churcampa
 Provincia : Churcampa
 Dpto. : Huancavelica

Altitud : 3368 msnm
 L.S. : 12°44'7.4"
 L.W. : 74°23'14.7"

AÑO	2009												2010																		
	MESES	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	PROM	MESES	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	TOTAL	PROM			
T° Máxima (°C)	18.89	17.78	17.14	17.14	16.27	17.51	17.21	18.20	17.68	17.45	17.98	176.11	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	17.61	
T° Mínima (°C)	8.09	8.53	8.43	8.43	8.24	8.90	8.64	7.68	6.72	6.01	6.05	77.29	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	7.73	
T° Media (°C)	13.49	13.16	12.79	12.79	12.26	13.21	12.93	12.94	12.20	11.73	12.02	126.70	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	12.67	
Factor	4.96	4.8	4.96	4.96	4.96	4.48	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96																				
ETP(mm)	66.91	63.14	63.41	63.41	60.78	59.16	64.11	62.11	60.51	56.30	59.59	616.04																			
PP (mm)	28.2	120	196.4	196.4	167.4	81.2	97.2	18.8	7.4	0	0	716.60																			
ETP Ajustado (mm)	66.91	63.14	63.41	63.41	60.78	59.16	64.11	62.11	60.51	56.30	59.59																				
H suelo (mm)	-38.71	56.86	132.99	132.99	106.62	22.04	33.09	-43.31	-53.11	-56.30	-59.59																				
Déficit (mm)	-38.71							-43.31	-53.11	-56.30	-59.59																				
Exceso (mm)		56.86	132.99	132.99	106.62	22.04	33.09																								

Fuente: Estación Meteorológica del SENAMHI 2009 - 2010.

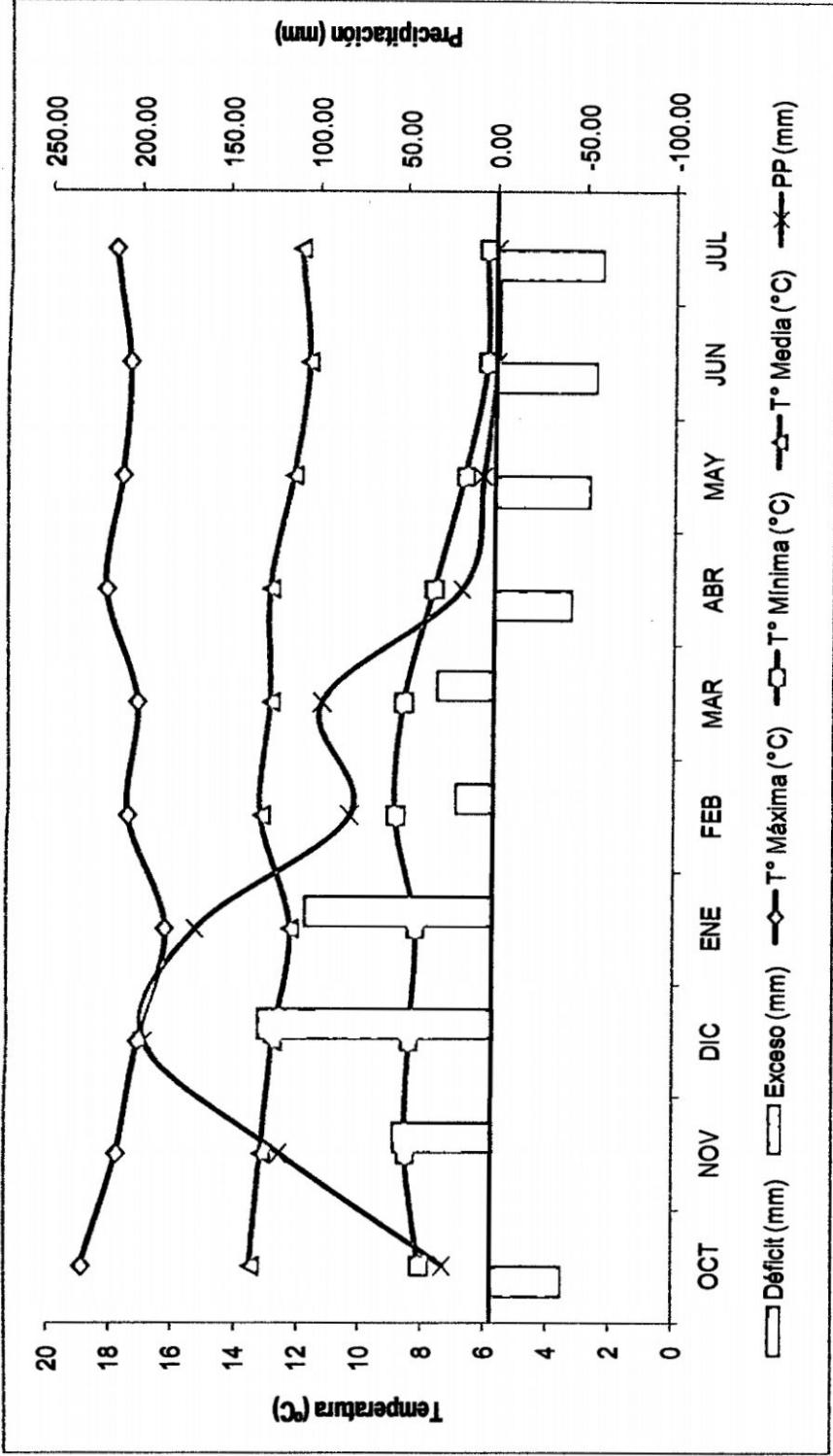


Figura 2.2: Temperatura máxima, media y mínima VS Precipitación y Balance hídrico (Octubre 2009 - Julio 2010), Churcampa -

Huancavelica 3368 msnm

2.4. CAMPO EXPERIMENTAL

➤ Características del Campo Experimental

En la Figura 2.3 se observa el croquis del campo experimental, el cual muestra las siguientes características:

Bloque:

- Número de bloques : 3
- Ancho del bloque : 39.0 m
- Largo del bloque : 9.0 m
- Área del bloque : 351.0 m²

Parcela:

- Número de parcelas por bloque : 5
- Largo de parcela : 9.0 m
- Ancho de parcela : 7.8 m
- Número de surcos por parcela : 6
- Distancia entre surcos : 1.30 m
- Distancia entre plantas : 0.60 m
- Número de plantas por surco : 15
- Número de plantas por parcela : 90

➤ Área de parcela : 70.2 m²

Calle:

➤ Número de calles : 2

➤ Largo de calle : 39.0 m

➤ Ancho de calle : 1.5 m

➤ Área de calle : 58.5 m²

➤ Área efectiva del experimento : 1053 m²

➤ Área total del experimento : 1170 m²

2.5. ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DEL SUELO

Para el análisis físico químico del suelo se tomó una muestra representativa del suelo, de aproximadamente 1 Kg. de acuerdo al método convencional a una profundidad de 25 cm. La muestra se llevó al Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Plantas en la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, donde se realizó el análisis físico y químico. Los resultados se muestran en el Cuadro 2.2 y 2.3.

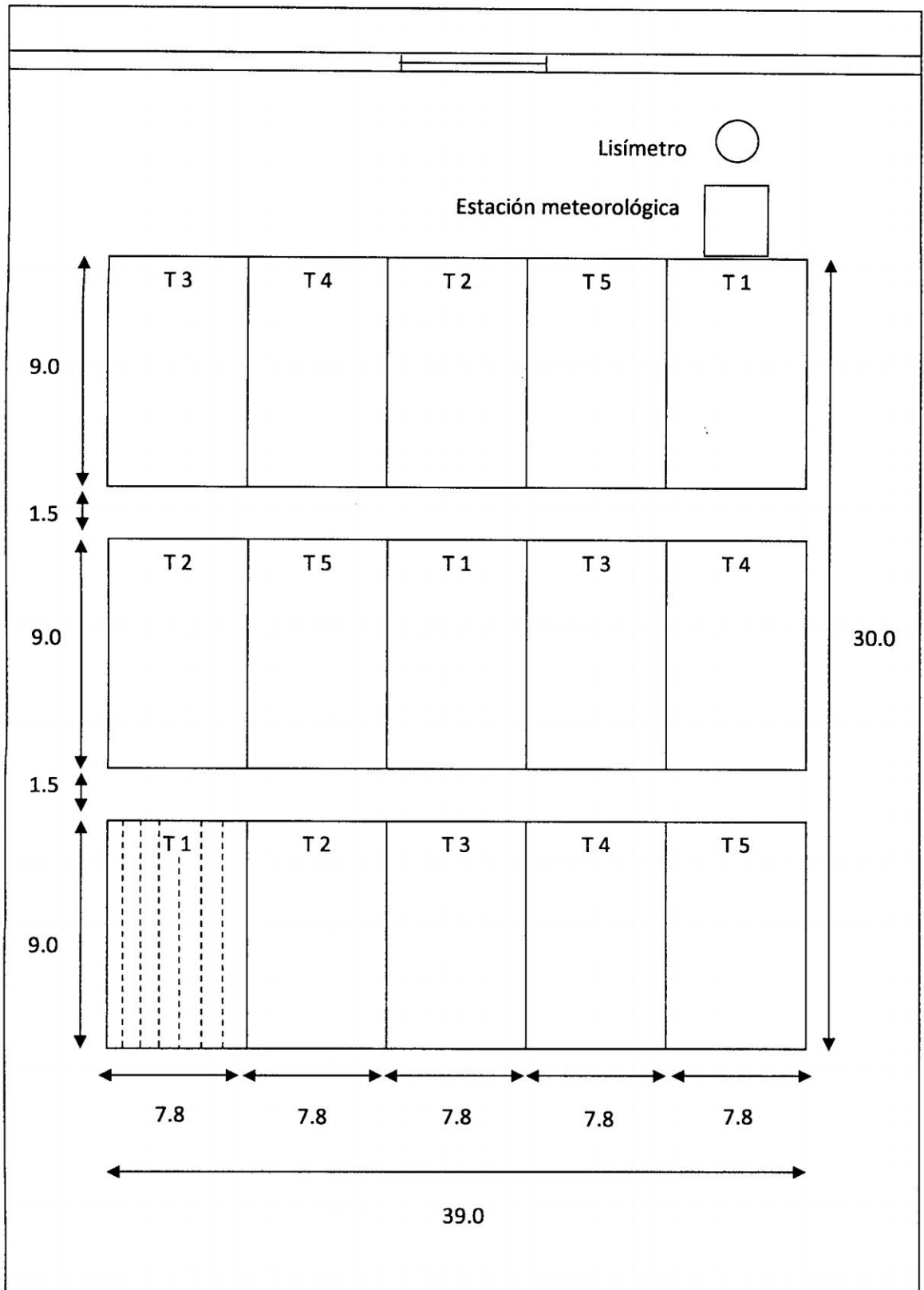


Figura 2.3: Croquis del campo experimental

Cuadro 2.2: Características físicas del suelo proveniente del campo de cultivo de alcachofa. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.

MUESTRA		ANÁLISIS FÍSICO			
Nº	Prof. (cm)	% Arena	% Limo	% Arcilla	Textura
HA-1	0 - 25	43.84	35.42	20.74	Franco
HB-1	25 - 40	41.84	39.64	18.88	Franco
HC-1	40 - 100	45.84	51.64	2.88	F. Arenoso
Método de Análisis					Hidrómetro de Bouyoucos

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Plantas UNICA

Cuadro 2.3: Características químicas del suelo proveniente del campo de cultivo de alcachofa. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.

Determinación	Contenido	Método	Interpretación
pH (1:1)	7.7	Potenciómetro	Ligeramente alcalino
C.E (1:1) dS/m	0.59	Conductímetro	Muy ligeramente salino
MO %	1.5	Walkley y Black	Pobre
P ppm	5.4	Olsen - Dabin	Bajo
K ppm	268	Acetato de amonio	Alto
CIC	25.12		Muy alto

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Plantas UNICA

De acuerdo a los resultados del análisis físico que se muestra el cuadro 2.2, se observa que el suelo presenta una textura franco en los dos primeros horizontes y franco arenoso en el tercer horizonte.

De los resultados obtenidos del análisis químico que se muestra en el cuadro 2.3, se puede deducir que presenta un pH igual a 7.7 ligeramente

alcalino, muy ligeramente salino de acuerdo a la CE, el contenido de materia orgánica y nitrógeno total pobre, contenido bajo de fósforo, contenido alto de potasio disponible y presenta una CIC muy alto.

2.6. FACTOR EN ESTUDIO

Variedades

Se utilizó el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*), empleando las siguientes variedades:

Variedad : A-110.

Variedad : Lorca.

Variedad : Imperial Star.

Variedad : Tavor.

Variedad : Arad.

2.7. TRATAMIENTOS

T₁ : Variedad A – 110

T₂ : Variedad Lorca

T₃ : Variedad Imperial Star

T₄ : Variedad Tavor

T₅ : Variedad Arad

2.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

2.8.1. Instalación del lisímetro

- **Limpieza del terreno**, una vez determinado la ubicación del lisímetro y de las parcelas experimentales se procedió a realizar la limpieza del terreno utilizando herramientas como: picos, lampas, rastrillo, etc.
- **Trazo y replanteo**, se realizó haciendo uso de estacas, cal y cordel para delimitar el lugar donde se ubicaría el lisímetro (tanque lisimétrico, tanque distribuidor, piezómetro y el tanque alimentador).
- **Movimiento de tierras**, se realizó la apertura de un hoyo circular de 2 m de diámetro y 1.2 m de profundidad donde se ubicó el tanque lisimétrico; una zanja de 2 m de largo, 1.2 m de profundidad y 0.5 m de ancho donde se instalaron las tuberías, el piezómetro y el tanque distribuidor. La tierra retirada donde se ubicó el tanque lisimétrico se extrajo con mucho cuidado de acuerdo a cada horizonte ya que estas fueron devueltas en el mismo orden para no alterar considerablemente el suelo.
- **Instalación del tanque lisimétrico**, se realizó el 30 de septiembre del 2009, se hizo con mucho cuidado para no dañar el tanque. Se instaló la tubería al agujero que presentaba este tanque a 5 cm de la base el cual tenía 2 cm de diámetro, esta se acopló al tanque distribuidor.
- **Instalación del tanque alimentador**, se realizó el 30 de septiembre del 2009 a 2 m del tanque lisimétrico, este tanque alimentador fue

instalado sobre un trípode de fierro a 1 m de altura, consta de una pipeta graduada de 50 ml en el que se midió la cantidad de agua que consume el cultivo a las 7 y 17 horas. Se instaló una manguera en el agujero cerca a la base la cual se acopló al tanque distribuidor.

- **Instalación del tanque distribuidor**, se realizó el 30 de septiembre del 2009 a 60 cm bajo el nivel del suelo, hecha de fibra de vidrio, compuesta por una bomba que realizó la distribución del agua hacia el tanque lisimétrico. Este presentaba dos agujeros, uno a nivel de la tapa por donde se instaló la manguera que conectaba con el tanque alimentador y el otro a nivel de la base que lo unía con el tanque lisimétrico.
- **Instalación del piezómetro**, se instaló el 30 de septiembre del 2009, se ubicó entre el tanque lisimétrico y el tanque distribuidor, consta de un tubo de PVC de 4 cm de diámetro y 1.5 m de altura el cual se utilizó para medir el nivel de agua en el que se encontraba el tanque lisimétrico.
- **Colocación de tierra en el tanque lisimétrico**, se realizó el 30 de septiembre, en la base del tanque lisimétrico se colocó 30 cm de piedra de río, 5 cm de piedra chancada, 5 cm de grava y posteriormente se devolvió el suelo extraído del hoyo de acuerdo al orden de capas de su perfil original.
- **Riego a capacidad de campo**, el 04 de octubre se empezó a llenar agua el tanque alimentador para poder llevar el suelo colocado en el

tanque lisimétrico a capacidad de campo (CC) antes de la siembra. Esta se logró una semana después.

- **Protección del tanque lisimétrico**, para evitar el ingreso de la lluvia al tanque lisimétrico, se instaló un techo a base de calamina transparente que cubrió todo el tanque a una altura de 1.5 m.

Trasplante, esta labor se realizó el 07 de octubre del 2009, en el tanque lisimétrico se trasplantaron 03 plantines de alcachofa de la variedad A – 110 la cual se usará para determinar el consumo de agua del cultivo durante el desarrollo del experimento.

2.8.2. Instalación de parcelas experimentales

- **Preparación del terreno**, se realizó de acuerdo a las necesidades o requerimientos de la alcachofa, con la ayuda de maquinaria (arado de discos), dejándose el terreno volteado; dicha labor se realizó el 20 de septiembre del 2009.
- **Desterronado**, esta actividad se llevó a cabo con una maquinaria agrícola (rastra) el día 30 de septiembre del 2009, donde se dejó el terreno mullido y nivelado para el surcado respectivo.
- **Surcado**, esta actividad se llevó a cabo con una surcadora, el día 30 de septiembre del 2009, a 1.30 m de distancia entre surcos., 15 a 20 cm. de profundidad y con una ligera pendientes de 2 a 3 %.
- **Medición y estacado del campo**, la medición y distribución de las parcelas se llevó a cabo el día 30 de septiembre del 2009, utilizando

una wincha, cordel, cal y estacas para dejar listo los bloques y las parcelas para la instalación del trabajo experimental.

- **Riego de machaco**, el riego fue por gravedad y se realizó el 06 de octubre del 2009 antes del trasplante, llamado riego de enseño, para facilitar el trasplante de los plantines y el suelo tenga humedad.
- **Trasplante**, el trasplante se realizó el día 07 de octubre del 2009, en surcos distanciados a 1.30 m y a 0.60 m entre planta, esta labor se realizó de acuerdo al croquis del experimento donde se instalaron las 5 variedades de alcachofa en cada parcela y bloque. Antes del trasplante se hicieron los hoyos, se cortaron las hojas de los plantines para evitar el estrés hídrico, se hizo una mezcla de un fungicida (Vitavax) y un bioestimulante enraizador (Root -hor) en agua donde se sumergieron los plantines por un periodo de 03 minutos antes del trasplante. Al momento del trasplante se colocaron los plantines en los hoyos con sumo cuidado y se procedió a cubrir la raíz presionando el suelo.
- **Riego**, el primer riego se realizó después de la plantación debido a que las plántulas necesitaban agua para un buen desarrollo, esta se llevó a cabo el día 13 de octubre del 2009. Posteriormente los riegos se realizaron de acuerdo a la necesidad del cultivo, evitando el encharcamiento que puede causar presencia de enfermedades como la pierna negra, Botrytis y otros. Dichos riegos se realizaron el 10 de noviembre del 2009, el 03 de mayo y el 04 de junio del 2010.

- **Recalce**, esta actividad se realizó el 28 de octubre del 2009, debido a la pérdida de plántulas por estrés hídrico. Donde se reemplazaron las plantas secas para así tener un mayor porcentaje de prendimiento.
- **Abonamiento**, esta labor se realizó el 7 de octubre del 2009 luego del trasplante, donde se incorporó 4 sacos (50 kg.) de guano de vacuno a cada bloque, haciendo un total de 5 t.ha⁻¹. La aplicación se realizó en el fondo del surco a chorro continuo.

El abono sintético se fraccionó en 04 partes y se realizó de acuerdo a la fórmula de abonamiento de 300 - 200 - 350 kg.ha⁻¹ de NPK establecida por el especialista del INIA, utilizando la Urea como fuente de N, el Super Fosfato Triple como fuente de P y el Cloruro de Potasio como fuente de K.

Cuadro N° 2.4. Abonamiento del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.).

Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.

Nivel de Fertilización (Dosis.ha ⁻¹)	300	200	350	300	200	350
	% de Aplicación			Kg de Aplicación		
Nº de Aplicaciones	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1ra Aplic. (15 ddt)	30	60	20	90	120	70
2da Aplic. (45 ddt)	40	20	40	120	40	140
3ra Aplic. (90 ddt)	20	20	30	60	40	105
4ta Aplic. (120 ddt)	10	0	10	30	0	35
TOTAL	100	100	100	300	200	350

- **Deshierbo**, esta labor se realizó con el fin de evitar la competencia entre cultivo y maleza, se realizaron en 03 ocasiones el 23 de diciembre del 2009, 27 de febrero del 2010 y 18 de mayo del 2010.
- **Poda**, esta labor se realizó el 24 de abril del 2010 luego de la segunda cosecha, consiste en eliminar las hojas viejas basales amarillentas de la planta susceptibles a enfermedades principalmente el Oidium.
- **Aporque**, esta labor se realizó el 16 de enero del 2010 a los 101 días después del trasplante. Esta labor facilita el anclaje de la alcachofa, mejorando su estabilidad y facilita labores de riego.
- **Control fitosanitario**, se realizó para prevenir la presencia de plagas como *Copitarsia sp.*, cuya larva se alimenta de las brácteas, perforando el capítulo hasta llegar al receptáculo fue controlado con Tifón (325 ml/cilindro), aplicado el 14 y 25 de noviembre y el 31 de diciembre del 2009. Mientras, para la *Botrytis cynarea*, conocida como podredumbre gris de la inflorescencia que se presenta con un síntoma de aparición de manchas negras en brácteas de forma jaspeado negro, así como en las hojas y tallos, fue controlado con Dithane (300 ml/cilindro), aplicado el 30 de enero y el 18 de febrero del 2010.
- **Muestreo de plantas para la evaluación de la fenología de la alcachofa**, para el estudio de la fenología de la alcachofa, se tomaron muestras de 1 planta de cada tratamiento cada 30 días, haciendo un

total de 15 plantas de todo el experimento, la primera muestra se obtuvo luego de un mes del trasplante (noviembre) posteriormente se extrajeron muestras cada mes aproximadamente hasta el final del experimento. Las fechas de muestreo fueron las siguientes: 02 y 30 de diciembre del 2009, 30 de enero, 28 de febrero, 30 de marzo, 05 de mayo, 05 y 30 de junio del 2010, haciendo un total de 08 muestreos.

El muestreo consistió en extraer una planta al azar de cada tratamiento para cada fecha. Esta labor se efectuó en todo el ciclo vegetativo del cultivo para contar con un total de 08 muestras. Las plantas elegidas mediante el muestreo fueron extraídas con cuidado, procurando en lo posible que las raíces no se dañen, estas fueron identificadas y embolsadas para su traslado al laboratorio donde se le dio el tratamiento debido; de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Se separaron las diferentes partes de la planta (raíz, tallo, hojas y capítulos); una vez separados se procedió a hacer las mediciones y sus pesados correspondientes, luego se picaron y embolsaron previa identificación. Se separó 3 hojas para determinar el área foliar de cada muestra obtenida.
2. Las muestras se sometieron al calor en una estufa a 90 °C de temperatura hasta obtener un peso constante (aproximadamente en 48 horas); posteriormente se pesaron en una balanza analítica para obtener la materia seca de cada parte.

➤ **Cosecha**, esta labor se efectuó cuando la planta empezó a mostrar los primeros capítulos comerciales , utilizando el siguiente parámetro:

a) Categoría primera, de 4.5 a 5.5 cm de diámetro ecuatorial, se seleccionó teniendo en cuenta que las brácteas centrales deben estar cerradas, el pedúnculo no debe mostrarse seco, la coloración debe ser verde homogéneo, el corazón debe ser de color crema, además no debe mostrarse manchas de color negro (Botrytis), ni otro color.

b) Categoría segunda, de 5.6 a 6.5 cm de diámetro ecuatorial, se seleccionó considerando que no debe haber presencia del ombligo, las brácteas centrales deben estar cerradas, el pedúnculo no debe ser seco, el corazón debe ser de color crema, la coloración debe ser verde homogéneo, debe ser libre de daños causados por helada o granizada.

c) Categoría tercera, de 6.6 a 7.5 cm de diámetro ecuatorial, se seleccionó considerando que las cabezuelas presenten capítulo compacto y cerrado, no debe haber presencia de ombligo profundo, el pedúnculo no debe ser seco, el corazón debe ser de color crema, sin presencia de color morado en el receptáculo, libre de daños causados por helada y granizada no debe presentar manchas negras ni otro color.

d) Categoría cuarta, mayor de 7.5 cm de diámetro ecuatorial, se seleccionó considerando que las cabezuelas presenten capítulo compacto y cerrado, no debe haber presencia de ombligo profundo, el pedúnculo no debe ser seco, el corazón debe ser de color crema, sin presencia de color morado en el

receptáculo, libre de daños causados por helada y granizada no debe presentar manchas negras ni otro color.

e) Categoría descarte, se ha efectuado la selección de categoría descarte, teniendo en cuenta lo siguiente:

Ombigo profundo, corresponde a las alcachofas que no se clasifican en las categorías anteriores, este ombigo profundo es especialmente por falta de riego, por alta temperatura del medio ambiente.

Capítulo flácido, corresponde a alcachofas que no se clasifican en las categorías anteriores, por tener los capítulos flácidos, de brácteas secas. Este se presenta por falta de agua de riego o por la presencia de helada.

La primera cosecha se realizó el 12 de abril del 2010 a los 188 días del trasplante de la alcachofa, las cosechas siguientes se efectuaron cada 15 días aproximadamente de acuerdo a la cantidad de capítulos presentes en el campo, haciendo un total de 07 cosechas; posteriormente la planta se "chapoda" (mata) por la presencia de helada. Las cosechas se realizaron el 12 y 24 de abril, 10 y 31 de mayo, 18 y 30 de junio y 07 de julio del 2010.

Durante la cosecha se utilizó un cuchillo desinfectado, para cortar el pedúnculo del capítulo dejando 4 cm de longitud del capítulo en forma inclinada para evitar el amontonamiento del agua. La cosecha de las alcachofas en el campo experimental se realizó a un costal, llevado al laboratorio donde se procedió a la selección como primera, segunda, tercera, cuarta y descarte. Posteriormente se procedió a la venta directa.

- **Calibración y el peso**, se efectuó de acuerdo a lo requerido por las empresas compradoras. El instrumento que se utilizó para medir el diámetro ecuatorial es el vernier y la balanza electrónica para el peso.

2.9. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico utilizado fue el Bloque completo al Azar (DBCR), con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los datos fueron analizados con la prueba de ALS (Tukey), cuyo Modelo Aditivo Lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Observación cualesquiera

μ : Promedio general

T_i : Efecto de los tratamientos

β_j : Efecto de los bloques

ξ_{ij} : Error experimental

2.10. VARIABLES EVALUADAS

2.10.1. De las condiciones climáticas

- Temperatura en el crecimiento y desarrollo de la alcachofa**, este parámetro evaluó el efecto de la temperatura en: estados fenológicos, peso seco, área foliar e índice de área foliar para cada uno de los

tratamientos durante el crecimiento y desarrollo del cultivo a través del siguiente método:

Método residual modificado (TT₅), Este método asume una temperatura base de 5 °C y una temperatura máxima de 30 °C. En el caso de producirse temperaturas máximas superiores a 30°C y menores a 5 °C, serán asumidas como iguales a 30 °C y 5 °C respectivamente (Glimore y Rogers, 1958).

$$TT_5 = 0.5 (TM + Tm) - Tb$$

Donde:

TT₅ : Valor diario de tiempo térmico.

TM : Temperatura máxima (Si TM > 30°C, TM = 30°C)

Tm : Temperatura mínima.

Tb : Temperatura base (10°C)

- b. Radiación durante el crecimiento y desarrollo de la alcachofa,** este parámetro evaluó el efecto de la radiación solar en: estados fenológicos, peso seco, área foliar e índice de área foliar para cada uno de los tratamientos.

La radiación fotosintéticamente activa absorbida (PAR), fue estimada como un 48 % de la radiación solar disponible para la fotosíntesis (Monteith y Unsworth, 1990). La radiación solar incidente fue medida

en la estación meteorológica automática instalada en el campo experimental.

c. **Evapotranspiración potencial del cultivo**, este parámetro fue determinado a partir de la siguiente expresión:

$$ET_c = K_c * ET_o \text{ (mm)}$$

Donde:

K_c : Coeficiente del cultivo

ET_o : Evapotranspiración del cultivo de referencia.

La ET_o fue estimada por el método de Penman - Monteith modificado por la FAO.

Método de Penman – Monteith, la evapotranspiración de referencia según el método de Penman – Monteith modificado por la FAO, se calculó a partir de datos diarios de temperatura máxima, mínima y media, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar registrados en la estación meteorológica instalada en el lugar del experimento. La fórmula empleada para el cálculo de la ET_o es la siguiente:

$$ET_o = (c) * \left\{ W * (R_n) + (1 - W) * \left[f(u) * (e_a - e_d) \right] \right\}$$

Donde:

ET_o : Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

(c) : Factor de ajuste para Penman

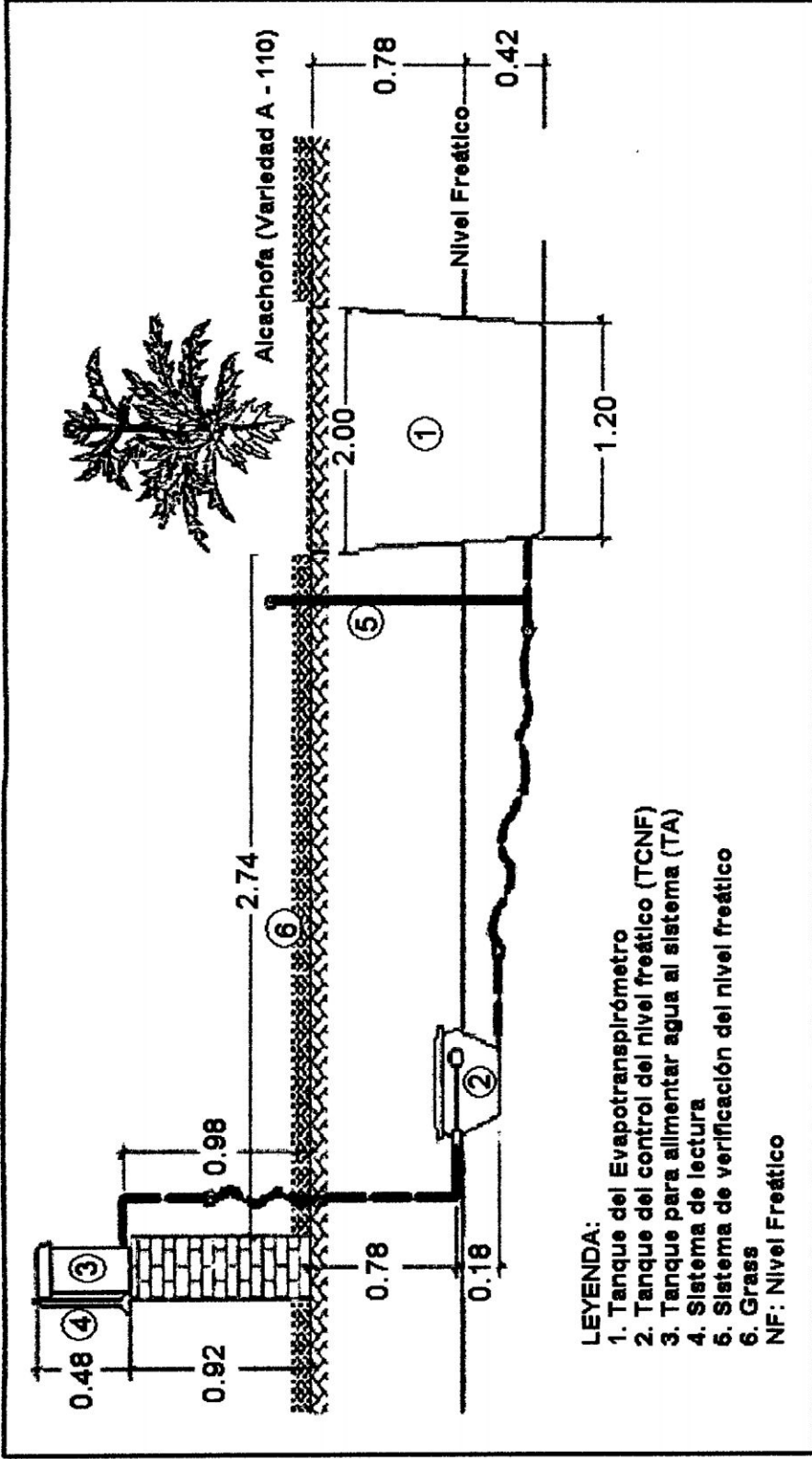
- W : Factor de ponderación para Penman.
- Rn : Radiación neta total por medición directa (mm/día)
- f(u) : Función del viento.
- ea : Presión del vapor de agua a saturación (mbar).
- ed : Presión del vapor de agua ambiente (mbar).

d. Uso consuntivo del cultivo de alcachofa, este parámetro se evaluó a través de la lectura directa en la pipeta graduada instalada en el tanque alimentador del lisímetro la cual mide la cantidad de agua (ml) que va descendiendo a medida que en el tanque lisimétrico se da el proceso de evapotranspiración. Este método directo se fundamenta en el balance hídrico.

La lectura del consumo de agua se realizó diariamente a las 07:00 y 19:00 horas en la pipeta, estos datos fueron consolidados mensualmente durante la duración del experimento.

La Evapotranspiración del cultivo de alcachofa se obtuvo directamente a través de la multiplicación del consumo de agua (ml) por el factor 0.241 para cada mes; este factor fue proporcionado por el SENAMHI para dicha conversión.

Se trabajó con la Variedad A – 110 en el lisímetro por recomendación del Especialista del INIA. En la Figura 2.4 se muestra el croquis del lisímetro empleado en el desarrollo del experimento.



Fuente: SENAMHI (2012). Zonificación de Riesgos Climáticos en Cultivos de Seguridad Alimentaria y Agroexportación en Ayacucho y Huancavelica

Figura 2.4: Lisímetro de nivel freático constante

2.10.2. Del cultivo

a. Factores de precocidad

Se evaluó teniendo en cuenta el número de días desde el trasplante hasta que el 50 % mas uno de las plantas alcanzaron un estado fenológico.

- Días al prendimiento
- Días a la formación de hojas verdaderas
- Días a la formación de capítulos
- Días a la madures fisiológica
- Días a la cosecha

b. Factores de rendimiento

- **Número de hojas**, en este parámetro se evaluó el número de hojas de 5 plantas marcadas por cada tratamiento cada 15 días, donde sólo se contaron hojas mayores a 10 cm. Esta evaluación se realizó a partir del 20 de noviembre del 2009.
- **Longitud de hojas**, en este parámetro se evaluó la longitud de la hoja de mayor tamaño de 5 plantas marcadas por tratamiento cada 15 días, la cual se midió desde el cuello de la planta hasta el ápice de la hoja con la ayuda de una cinta métrica. Esta evaluación se realizó a partir del 20 de noviembre del 2009.

- **Ancho de planta**, en este parámetro se evaluó el ancho de planta de 5 plantas marcadas por tratamiento cada 15 días, la cual se midió en las hojas de mayor tamaño opuestas demarcadas por la curvatura de cada una de las hojas con la ayuda de una cinta métrica. Esta evaluación se realizó a partir del 20 de noviembre del 2009.
- **Altura de planta**, se midió la planta desde el cuello de la corona basal hasta la curvatura de la hojas más alta hasta que inicie la formación del tallo floral de 5 plantas marcadas por tratamiento cada 15 días, posteriormente se realizó la medición hasta el tallo floral con la ayuda de una cinta métrica. Esta evaluación se realizó a partir del 20 de noviembre del 2009.
- **Área foliar**, en este parámetro se evaluó 3 hojas elegidas del tallo de la planta extraída por mes de cada uno de los tratamientos, se procedió a estirarlas y colocarlas en una lámina de plástico para ser escaneadas, luego de ser escaneadas se procedió a hallar el área foliar de las hojas mediante un programa denominado Arc Soft foto Studio que determina en forma directa el área de las hojas. Posteriormente conocido el peso de las hojas se procedió mediante una regla de tres simple a determinar el área foliar total de la planta.
- **Materia seca**, este parámetro se evaluó en el laboratorio donde se procedió a separar los distintos órganos de la planta extraída por mes de cada uno de los tratamientos, previamente pesados en fresco. Se hicieron secar a una temperatura de 90 °C, los días de secado fueron

variando ya que cuanto más grande la planta más cantidad de agua y por ende fueron necesarios más días para lograr un secado uniforme.

- **Determinación del rendimiento**, este parámetro evaluó el número de cabezuelas cosechadas por tratamiento. Las cabezuelas obtenidas fueron clasificadas en categorías: primera, segunda, tercera, cuarta y descarte. Con estos datos obtenidos por tratamiento se realizó la conversión a Kg. por hectárea.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS

a. Efecto de la temperatura en el crecimiento y desarrollo de la alcachofa

a.1. Temperatura y estados fenológicos

En el cuadro 3.1 se observa los días después de la siembra y la acumulación de Grados Días de Desarrollo (GDD) de acuerdo al cambio de los estados fenológico para las cinco variedades de alcachofa evaluadas en el experimento.

La variedad A - 110 necesita acumular 877 GDD para llegar al estado fenológico de 9 hojas (Estado 1) la cual se da a los 109 días después de la siembra (DDS), para llegar al estado fenológico de 9 a 15 hojas (Estado 2) necesita acumular 1086 GDD la cual se da a los 136 DDS, para llegar al estado fenológico de 15 a 21 hojas (Estado 3) necesita acumular 1212 GDD la cual se da a los 151 DDS, para poder llegar al estado fenológico de producción (Estado 4) necesita acumular 1376 GDD la cual se da a los 172 DDS, el estado fenológico de senescencia (Estado 5) sucede cuando esta a acumulado 2178 GDD la cual se da a los 285 DDS.

La variedad Lorca necesita acumular 842 GDD para llegar al estado fenológico de 9 hojas (Estado 1) la cual se da a 105 DDS, para llegar al estado fenológico de 9 a 15 hojas (Estado 2) necesita acumular 1076 GDD la cual se da a los 134 DDS, para llegar al estado fenológico de 15 a 21 hojas (Estado 3) necesita acumular 1238 GDD la cual se da a 155 DDS, para poder llegar al estado fenológico de producción (Estado 4) necesita acumular 1360 GDD la cual se da a 170 DDS, el estado fenológico de senescencia (Estado 5) sucede cuando esta acumulado 2178 GDD la cual se da a 285 DDS.

La variedad Imperial Star necesita acumular 842 GDD para llegar al estado fenológico de 9 hojas (Estado 1) la cual se da a los 105 DDS, para llegar al estado fenológico de 9 a 15 hojas (Estado 2) necesita acumular 1073 GDD la cual se da a los 134 DDS, para llegar al estado fenológico de 15 a 21 hojas (Estado 3) necesita acumular 1225 GDD la cual se da a los 153 DDS, para poder llegar al estado fenológico de producción (Estado 4) necesita acumular 1376 GDD la cual se da a los 172 DDS, el estado fenológico de senescencia (Estado 5) sucede cuando a acumulado 2178 GDD la cual se da a 285 DDS.

La variedad Tavor necesita acumular 835 GDD para llegar al estado fenológico de 9 hojas (Estado 1) la cual se da a los 104 DDS, para llegar al estado fenológico de 9 a 15 hojas (Estado 2) necesita acumular 1092 GDD la cual se da a los 136 DDS, para llegar al estado fenológico de 15 a 21 hojas (Estado 3) necesita acumular 1238 GDD la cual se da a los 155 DDS, para poder llegar estado fenológico de producción (Estado 4) necesita acumular

1392 GDD la cual se da a 174 DDS, el estado fenológico de senescencia (Estado 5) sucede cuando a acumulado 2178 GDD la cual se da a 285 DDS.

La variedad Arad necesita acumular 877 GDD para llegar al estado fenológico de 9 hojas (Estado 1) la cual se da a 109 DDS, para llegar al estado fenológico de 9 a 15 hojas (Estado 2) necesita acumular 1121 GDD la cual se da a 140 DDS, para llegar al estado fenológico de 15 a 21 hojas (Estado 3) necesita acumular 1292 GDD la cual se da a 161 DDS, para poder llegar al estado fenológico de producción (Estado 4) necesita acumular 1486 GDD la cual se da a 186 DDS, el estado fenológico de senescencia (Estado 5) sucede cuando a acumulado 2178 GDD la cual se da a 285 DDS.

Las variedades A - 110, Lorca, Imperial Star y Tavor presentan similitud en el cambio de un estado fenológico a otro respecto a DDS con no más de 04 días de diferencia y acumulación de GDD. Mientras que; la variedad Arad es la que presenta cambios en sus estados fenológicos en mayor tiempo por lo que se dice que es tardía.

Para el caso del estado fenológico de senescencia (Estado 5) todas las variedades presentan datos iguales en DDS como en la acumulación de GDD; esto debido a que las cinco variedades instaladas en el experimento son afectadas por las heladas lo cual ocasiona daños en el cultivo.

Izarra (2009) menciona la importancia de la temperatura en la duración de las fases fenológicas. La acumulación de GDD puede ser usado para monitorear el desarrollo de los procesos biológicos.

Cuadro 3.1. Días después de la siembra y grados días de desarrollo para cada estado fenológico de cinco variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Estado	Descripción	A-110		Lorca		Imperial Star		Tavor		Arad	
		Días después de la siembra	Grados días de desarrollo (GDD)	Días después de la siembra	Grados días de desarrollo (GDD)	Días después de la siembra	Grados días de desarrollo (GDD)	Días después de la siembra	Grados días de desarrollo (GDD)	Días después de la siembra	Grados días de desarrollo (GDD)
Estado 1	9 hojas	109	877	105	842	105	842	104	835	109	877
Estado 2	9 a 15 hojas	136	1086	134	1076	134	1073	136	1092	140	1121
Estado 3	15 a 21 hojas	151	1212	155	1238	153	1225	155	1238	161	1292
Estado 4	Productiva	172	1376	170	1360	172	1376	174	1392	186	1486
Estado 5	Senescencia	285	2178	285	2178	285	2178	285	2178	285	2178

a.2. Peso seco asociado a la temperatura

En el cuadro 3.2 se muestra los coeficientes de correlación entre el tiempo, GDD, los peso seco de: hojas, tallo, raíz, capítulos y pesos secos totales de las cinco variedades del cultivo de alcachofa, donde se observa que para las cinco variedades estudiadas existe alta significación estadística en los parámetros evaluados excepto en la variedad Lorca la cual presenta 03 valores de significación estadística para el peso seco de hojas correlacionadas con el peso seco de tallo, raíz y capítulos y para la variedad Tavor la cual presenta 01 valor de significación estadística para el peso seco de hojas correlacionado con el peso seco de capítulos. Estos resultados demuestran:

El peso seco total de la planta (hojas, tallo, raíz y capítulo) y los GDD se incrementa con el tiempo debido a la cual existe una acumulación.

Cuadro 3.2. Coeficientes de correlación entre tiempo, grados días de desarrollo y peso seco en cinco variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

		T	G	P1	P2	P3	P4	P5
Peso seco total	g/planta	1.00	1.00	0.79	0.76	0.79	0.54	0.84
Peso seco de capítulo	g/planta		1.00	0.79	0.76	0.79	0.54	0.84
Peso seco de raíz	g/planta			1.00	0.80	0.81	0.53	0.95
Peso seco de tallo	g/planta				1.00	0.86	0.68	0.92
Peso seco de hojas	g/planta					1.00	0.38	0.93
Grados días de desarrollo (GDD)	°C							
Tiempo	dds							

Variedad: Arad

		T	G	P1	P2	P3	P4	P5
Peso seco total	g/planta	1.00	1.00	0.80	0.84	0.92	0.74	0.91
Peso seco de capítulo	g/planta		1.00	0.80	0.84	0.92	0.75	0.91
Peso seco de raíz	g/planta			1.00	0.88	0.81	0.60	0.93
Peso seco de tallo	g/planta				1.00	0.86	0.84	0.90
Peso seco de hojas	g/planta					1.00	0.82	0.94
Grados días de desarrollo (GDD)	°C							
Tiempo	dds							

Variedad: Imperial Star

Variedad: Tavor

		T	G	P1	P2	P3	P4	P5
Peso seco total	g/planta	1.00	1.00	0.77	0.84	0.79	0.70	0.84
Peso seco de capítulo	g/planta		1.00	0.77	0.85	0.79	0.71	0.85
Peso seco de raíz	g/planta			1.00	0.79	0.80	0.63	0.95
Peso seco de tallo	g/planta				1.00	0.91	0.88	0.93
Peso seco de hojas	g/planta					1.00	0.81	0.93
Grados días de desarrollo (GDD)	°C							
Tiempo	dds							

Variedad: A-110

Variedad: Lorca

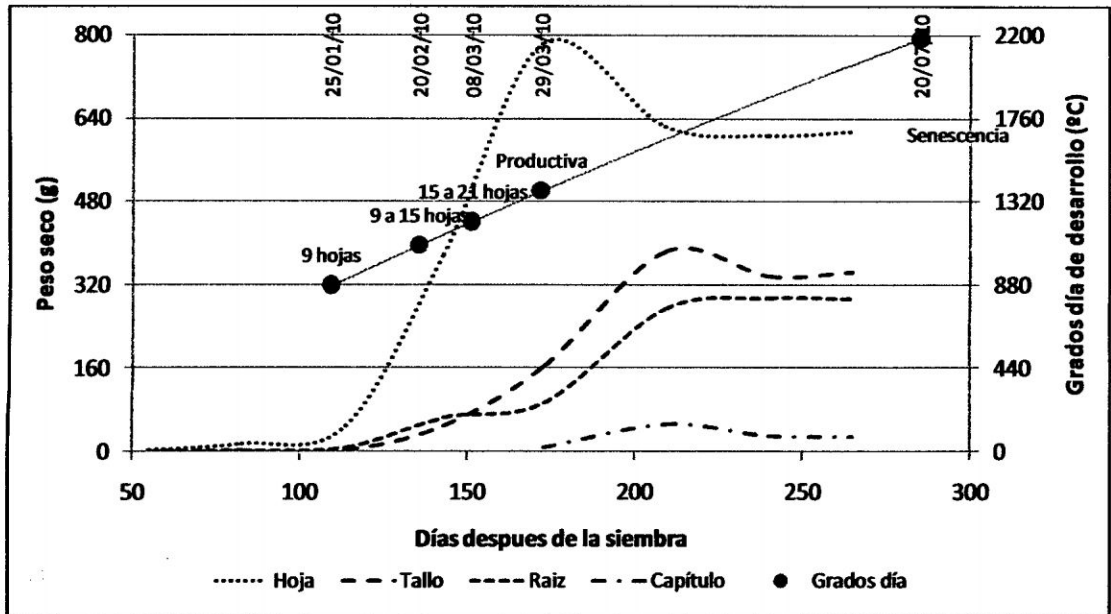


Figura 3.1. Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad A - 110, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampá - Huancavelica 3368 msnm

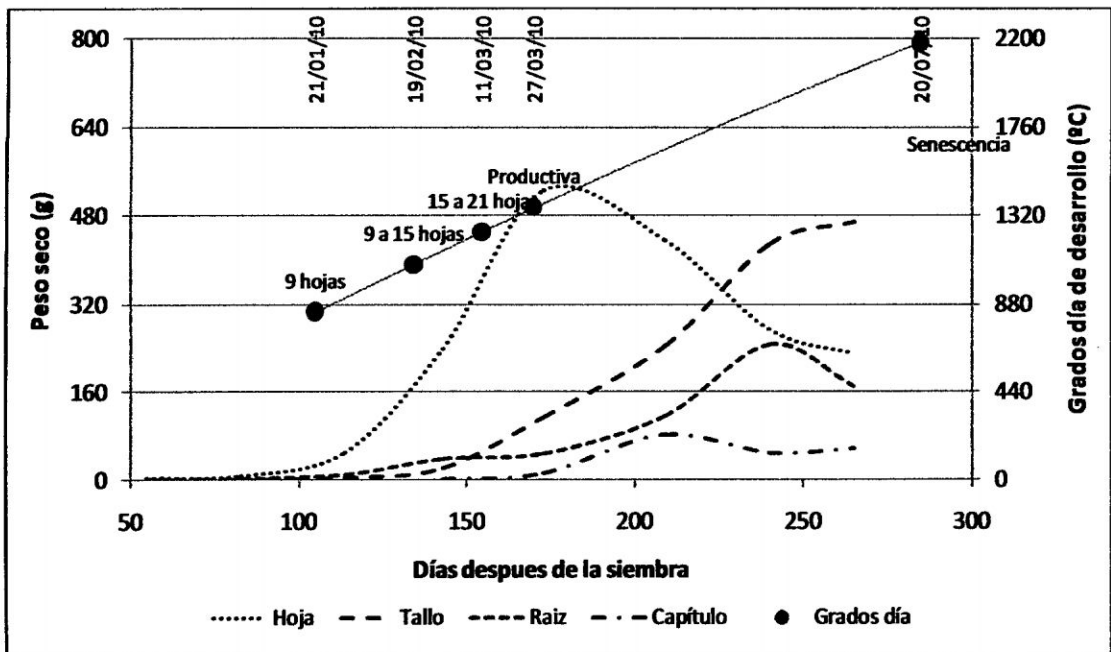


Figura 3.2. Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Lorca, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampá - Huancavelica 3368 msnm

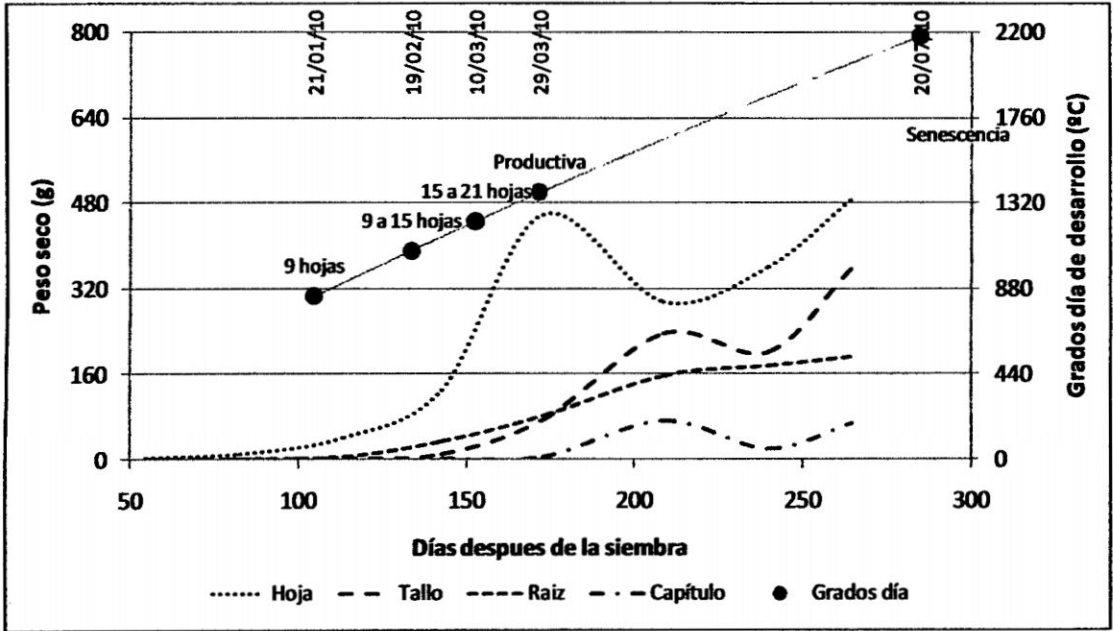


Figura 3.3. Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Imperial Star, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

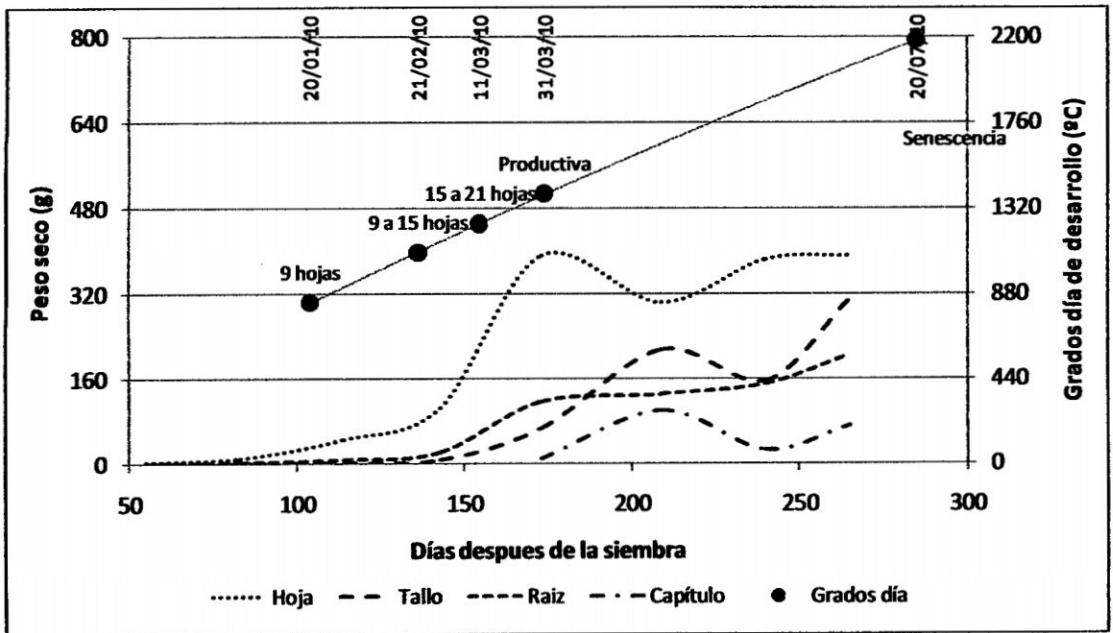


Figura 3.4. Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Tavor, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

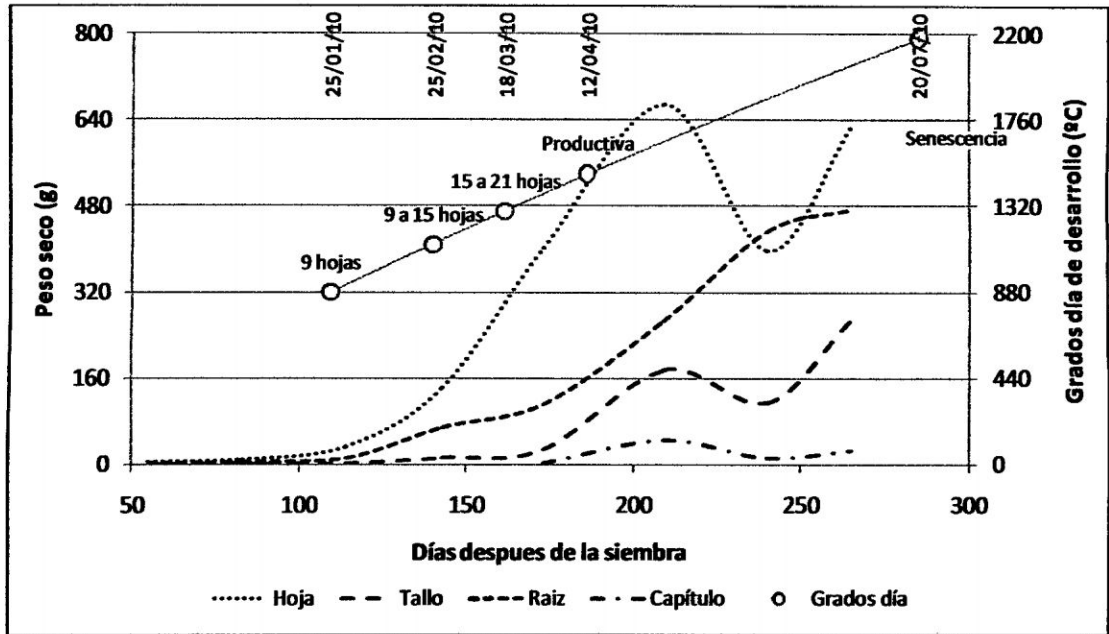


Figura 3.5. Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Arad, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

En las figuras 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5 se muestran las fechas de ocurrencia de los diferentes estados fenológicos del cultivo de alcachofa y la tendencia de los pesos secos de hojas, tallo, raíz y capítulos, las mismas que están asociadas a la acumulación de los GDD para las cinco variedades evaluadas en el experimento.

En la variedad A – 110 (Figura 3.1) se observa que la tendencia del peso seco de hojas se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 783.83 gr. que ocurre a los 173 DDS con una acumulación de 1383.4 GDD, para luego decrecer hasta un peso seco de hojas de 607.10 a partir del cual se hace constante hasta llegar a los 265 DDS. La tendencia del peso seco del tallo se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 383.93 gr. que ocurre a los 209 DDS con una acumulación de 1667.1 GDD, para

luego decrecer hasta los 265 DDS. La tendencia del peso seco de la raíz se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 295.03 gr. que ocurre a los 240 DDS con una acumulación de 1886.6 GDD, a partir del cual se mantiene constante hasta los 265 DDS. La tendencia del peso seco de los capítulos inicia a los 173 DDS a partir de la cual inicia la producción de capítulos para la variedad A – 110; esto nos indica que esta variedad requiere acumular 1383.4 GDD para iniciar la producción.

En la variedad Lorca (Figura 3.2) se observa que la tendencia del peso seco de hojas se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 524.67 gr. que ocurre a los 173 DDS con una acumulación de 1383.4 GDD, para luego decrecer hasta un peso seco de hojas de 230.13 gr. que ocurre a los 265 DDS. La tendencia del peso seco del tallo se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 469.27 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD, a partir del cual se mantiene constante. La tendencia del peso seco de la raíz se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 246.60 gr. que ocurre a los 240 DDS con una acumulación de 1886.6 GDD, a partir del cual comienza a decrecer hasta llegar a los 265 DDS. La tendencia del peso seco de los capítulos inicia a los 143 DDS a partir del cual inicia la producción de capítulos para la variedad Lorca; esto nos indica que esta variedad requiere acumular 1144.4 GDD para iniciar la producción.

En la variedad Imperial Star (Figura 3.3) se observa que la tendencia del peso seco de hojas se da en forma creciente hasta llegar a un peso de 458.57 gr. que se da a los 173 DDS, de ahí desciende hasta obtener un

peso de 295.77 gr. lo cual ocurre a los 209 DDS y desde este punto nuevamente crece hasta los 265 DDS con un peso de 487.27 gr. y con una acumulación de 2056.3 GDD, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco del tallo se da en forma creciente hasta llegar a un peso de 235.80 gr. que ocurre a los 209 DDS, de ahí desciende hasta obtener un peso de 201.83 gr. que se da a los 240 DDS y desde este punto nuevamente crece hasta llegar a un peso de 357.90 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de la raíz presenta un crecimiento constante hasta obtener un peso de 192.40 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD, a partir del cual el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de los capítulos empieza a los 143 DDS a partir del cual inicia la producción de capítulos para la variedad Imperial Star; esto nos indica que requiere acumular 1144.4 GDD para iniciar la producción.

En la variedad Tavor (Figura 3.4) se observa que la tendencia del peso seco de hojas se da en forma creciente hasta llegar a un peso de 390.33 gr. que se da a los 173 DDS, de ahí desciende hasta obtener un peso de 303.50 gr. lo cual ocurre a los 209 DDS y desde este punto nuevamente crece hasta los 265 DDS con un peso de 391.67 gr. y con una acumulación de 2056.3 GDD, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco del tallo se presenta en forma creciente hasta llegar a un peso de 214.13 gr. que ocurre a los 209 DDS, de ahí desciende hasta obtener un peso de 156.00 gr. que se da a los 240 DDS y desde este punto nuevamente crece hasta llegar a un

peso de 309.23 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de la raíz presenta un crecimiento constante hasta obtener un peso de 204.87 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de los capítulos empieza a los 173 DDS a partir de la cual inicia la producción de capítulos para la variedad Tavor; esto nos indica que requiere acumular 1383.4.5 GDD para iniciar la producción.

En la variedad Arad (Figura 3.5) se observa que la tendencia del peso seco de hojas se da en forma creciente hasta llegar a un peso de 669.27 gr. que se da a los 209 DDS, de ahí desciende hasta los 240 DDS con un peso de 396.73 gr. y desde este punto nuevamente crece hasta los 265 DDS con un peso de 630.27 gr. y con una acumulación de 2056.3 GDD, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco del tallo se presenta en forma creciente hasta llegar a un peso de 174.23 gr. que ocurre a los 209 DDS, de ahí desciende hasta obtener un peso de 114.47 gr. que se da a los 240 DDS y desde este punto nuevamente crece hasta llegar a un peso de 268.63 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de la raíz presenta un crecimiento constante hasta obtener un peso de 473.67 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de los capítulos empieza a los 173 DDS a partir de la cual inicia la producción de capítulos

para la variedad Arad; esto nos indica que requiere acumular 1383.4 GDD para iniciar la producción.

De acuerdo a los resultados de pesos secos (hojas, tallo, raíz y capítulo) podemos observar que la variedad A - 110 acumula mayor cantidad de materia seca en peso seco de hojas, la variedad Lorca en peso seco del tallo y la variedad Arad en peso seco de raíz. Las variedades Lorca y Tavor inician la producción de capítulos más precoz; mientras que la variedad Arad es la mas tardía.

Las fluctuaciones de los pesos secos de hojas y tallo que se observan en las figuras 3.3, 3.4 y 3.5 se debe a la poda realizada y a la influencia del clima, especialmente de problemas meteorológicos como es el caso de la granizada lo cual repercute directamente en el crecimiento de los órganos de la planta influyendo así en la acumulación de materia seca.

a.3. Área foliar e índice de área foliar asociado a la temperatura

En el cuadro 3.3 se muestra los coeficientes de correlación entre el tiempo, GDD, área foliar e índice de área foliar de las cinco variedades del cultivo de alcachofa, donde se observa que para las cinco variedades estudiadas existe alta significación estadística en todos los parámetros evaluados. Estos resultados nos demuestran:

El índice de área foliar, el área foliar y los GDD se incrementan con el tiempo debido a la cual existe una acumulación.

Cuadro 3.3. Coeficientes de correlación entre tiempo, grados días de desarrollo, área foliar e índice de área foliar en cinco variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Indice de área foliar		P7	0.87 **	0.87 **	1.00 **	1.00
Area foliar	cm2/planta	P6	0.87 **	0.87 **	1.00	
Grados días de desarrollo (GDD)	°C	G	1.00 **	1.00		
Tiempo	dds	T	1.00			
		T		G	P6	P7
Variedad: Arad						

Indice de área foliar		P7	0.70 **	0.71 **	1.00 **	1.00
Area foliar	cm2/planta	P6	0.70 **	0.71 **	1.00	
Grados días de desarrollo (GDD)	°C	G	1.00 **	1.00		
Tiempo	dds	T	1.00			
		T		G	P6	P7
Variedad: Imp. Star			Variedad: Tavor			

Indice de área foliar		P7	0.80 **	0.81 **	1.00 **	1.00
Area foliar	cm2/planta	P6	0.80 **	0.81 **	1.00	
Grados días de desarrollo (GDD)	°C	G	1.00 **	1.00		
Tiempo	dds	T	1.00			
		T		G	P6	P7
Variedad: A-110			Variedad: Lorca			

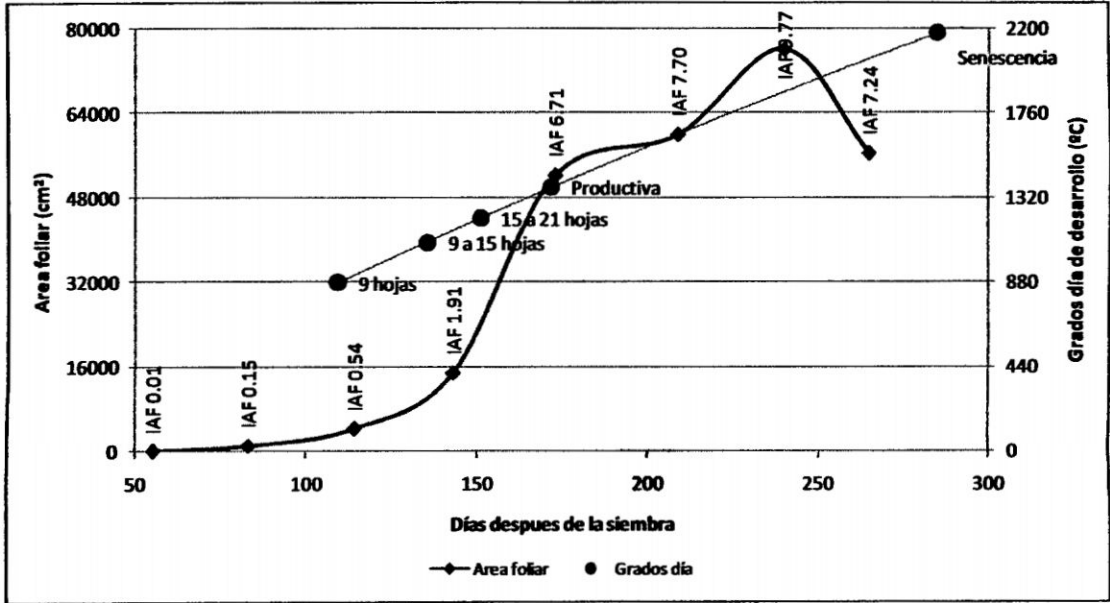


Figura 3.6. Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad A - 110, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

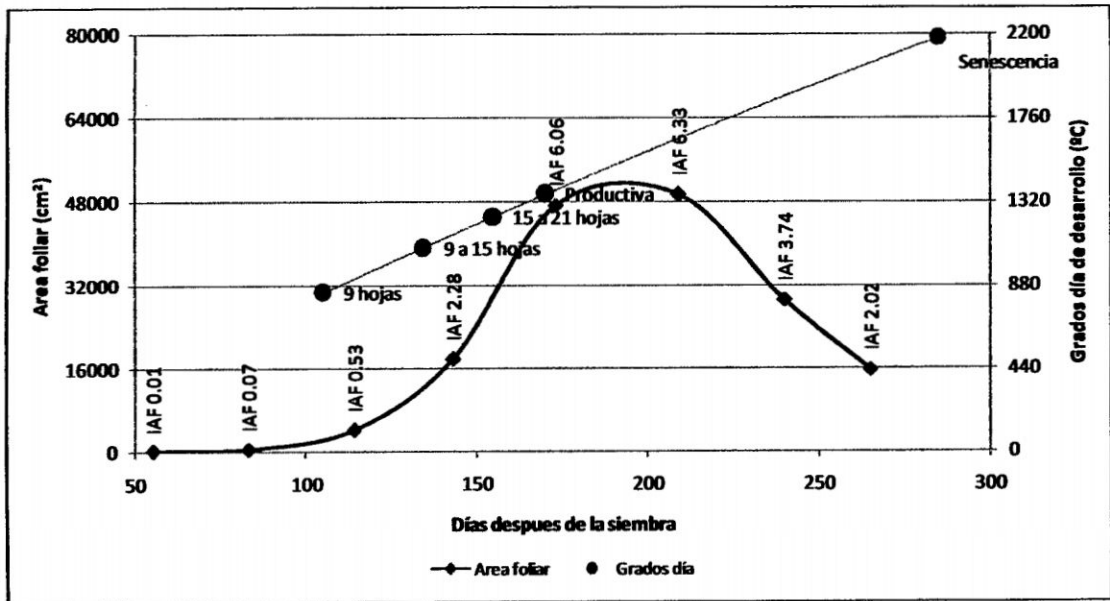


Figura 3.7. Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Lorca, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

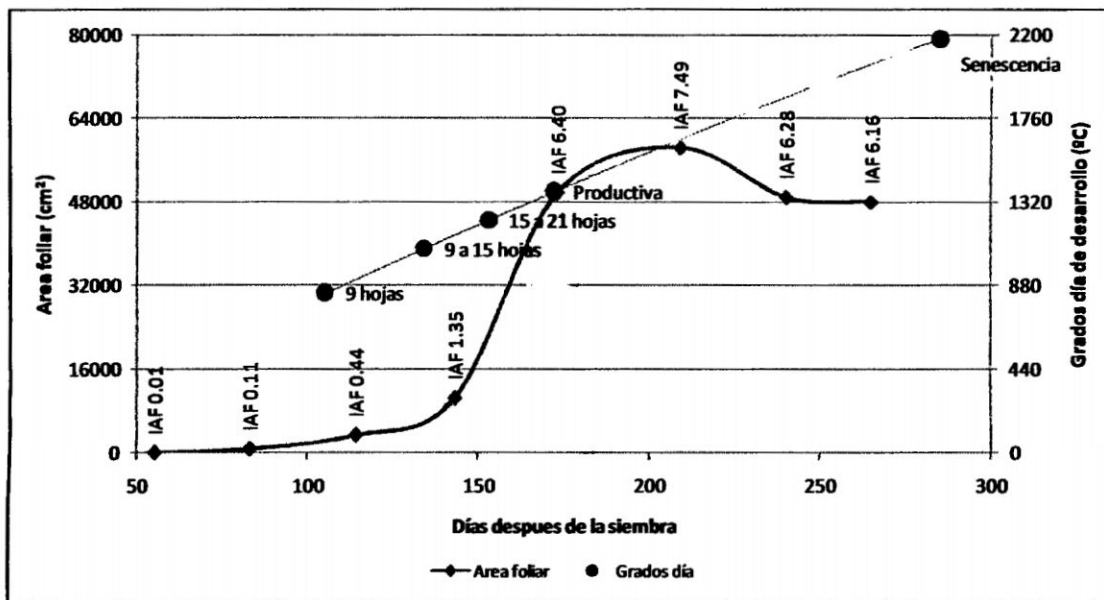


Figura 3.8. Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Imperial Star, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

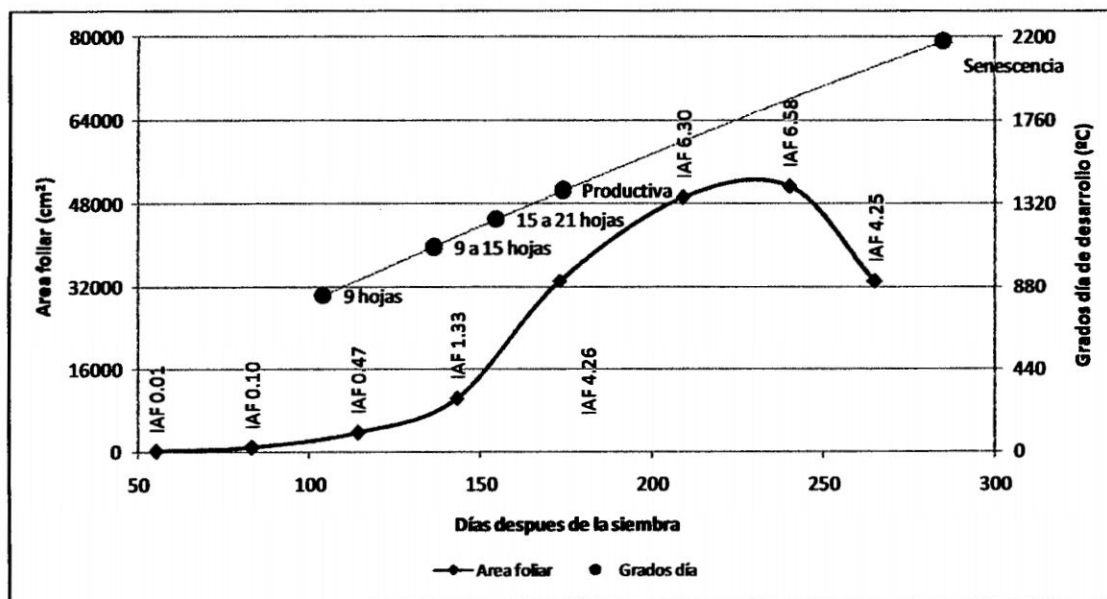


Figura 3.9. Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Tavor, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

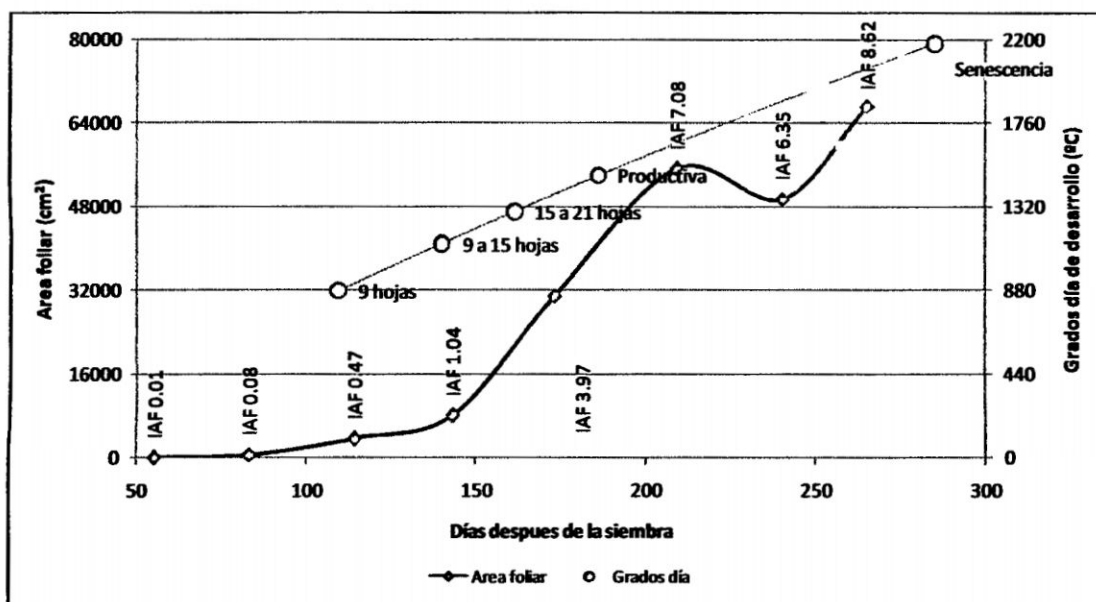


Figura 3.10. Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Arad, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

En las figuras 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10 se muestran los estados fenológicos y la tendencia del Área Foliar y el Índice de Área Foliar (IAF) asociada a la acumulación de GDD para cada una de las cinco variedades evaluadas en el experimento.

En la variedad A – 110 (Figura 3.6) se observa que la tendencia del Área Foliar se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 76169.00 cm² y un IAF de 9.77 con una acumulación de 1886.6 GDD lo cual ocurre a los 240 DDS en el estado fenológico de producción, a partir de este punto disminuye el Área Foliar hasta 56485.60 cm², un IAF de 7.24 y una acumulación de 2056.3 GDD lo cual ocurre a los 265 DDS.

En la variedad Lorca (Figura 3.7) se observa que la tendencia del Área Foliar se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 49337.65 cm² y un IAF

de 6.33 con una acumulación de 1667.1 GDD lo cual ocurre a los 209 DDS en el estado fenológico de producción, a partir de este punto disminuye el Área Foliar hasta 15755.65 cm², un IAF de 2.02 y una acumulación de 2056.3 GDD lo cual ocurre a los 265 días.

En la variedad Imperial Star (Figura 3.8) se observa que la tendencia del Área Foliar se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 58414.17 cm² y un IAF de 7.49 con una acumulación de 1667.1 GDD lo cual ocurre a los 209 DDS en el estado fenológico de producción, a partir de este punto disminuye el Área Foliar hasta 48081.88 cm², un IAF de 6.16 y una acumulación de 2056.3 GDD lo cual ocurre a los 265 DDS.

En la variedad Tavor (Figura 3.9) se observa que la tendencia del Área Foliar se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 51289.16 cm² y un IAF de 6.58 con una acumulación de 1886.6 GDD lo cual ocurre a los 240 DDS en el estado fenológico de producción, a partir de este punto disminuye el Área Foliar hasta 33119.08 cm², un IAF de 4.25 y una acumulación de 2056.3 GDD lo cual ocurre a los 265 DDS.

En la variedad Arad (Figura 3.10) se observa que la tendencia del Área Foliar se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 55261.20 cm² y un IAF de 7.08 con una acumulación de 1667.1 GDD lo cual ocurre a los 209 DDS en el estado fenológico de producción, a partir de este punto disminuye el Área Foliar hasta 49492.19 cm², un IAF de 6.35 y una acumulación de 1886.6 GDD a los 240 DDS y finalmente se incrementa en la última

evaluación hasta tener Área Foliar de 67253.37 cm², un IAF de 8.62 y una acumulación de 2056.3 GDD a los 265 DDS.

De acuerdo a los resultados del Área Foliar podemos observar que la variedad A – 110 es la que presenta mayor Área Foliar e IAF, seguida por las variedades Arad, Imperial Star, Tavor y Lorca.

a.4. Altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta asociado a la temperatura

En el cuadro 3.4 se muestra los coeficientes de correlación entre el tiempo, GDD, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de las cinco variedades del cultivo de alcachofa, donde se observa que para las cinco variedades estudiadas existe alta significación estadística en todos los parámetros evaluados. Estos resultados demuestran:

El diámetro de planta, la profundidad de raíz, la altura de planta y los GDD se incrementan con el tiempo debido a la cual existe una acumulación.

Cuadro 3.4. Coeficientes de correlación entre tiempo, grados días de desarrollo, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta en 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Diámetro de planta	cm	P10	0.80**	0.81**	0.55**	0.72**	1.00
Profundidad de raíz	cm	P9	0.91**	0.91**	0.75**	1.00	
Altura de planta	cm	P8	0.78**	0.77**	1.00		
Grados días de desarrollo (GDD)	°C	G	1.00**	1.00			
Tiempo	dds	T	1.00				
		T		G	P8	P9	P10
Variedad: Arad							

Diámetro de planta	cm	P10	0.84**	0.85**	0.66**	0.74**	1.00
Profundidad de raíz	cm	P9	0.88**	0.88**	0.74**	1.00	
Altura de planta	cm	P8	0.84**	0.84**	1.00		
Grados días de desarrollo (GDD)	°C	G	1.00**	1.00			
Tiempo	dds	T	1.00				
		T		G	P8	P9	P10
Variedad: Imperial Star				Variedad: Tavor			

Diámetro de planta	cm	P10	0.92**	0.92**	0.86**	0.72**	1.00
Profundidad de raíz	cm	P9	0.75**	0.76**	0.85**	1.00	
Altura de planta	cm	P8	0.91**	0.91**	1.00		
Grados días de desarrollo (GDD)	°C	G	1.00**	1.00			
Tiempo	dds	T	1.00				
		T		G	P8	P9	P10
Variedad: A-110				Variedad: Lorca			

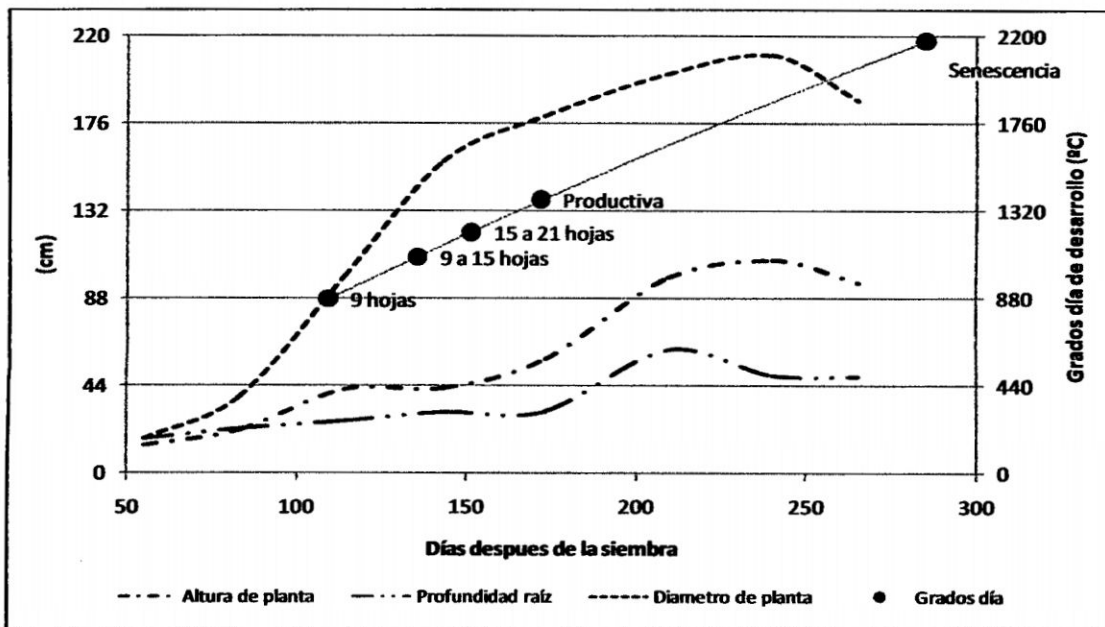


Figura 3.11. Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad A - 110, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

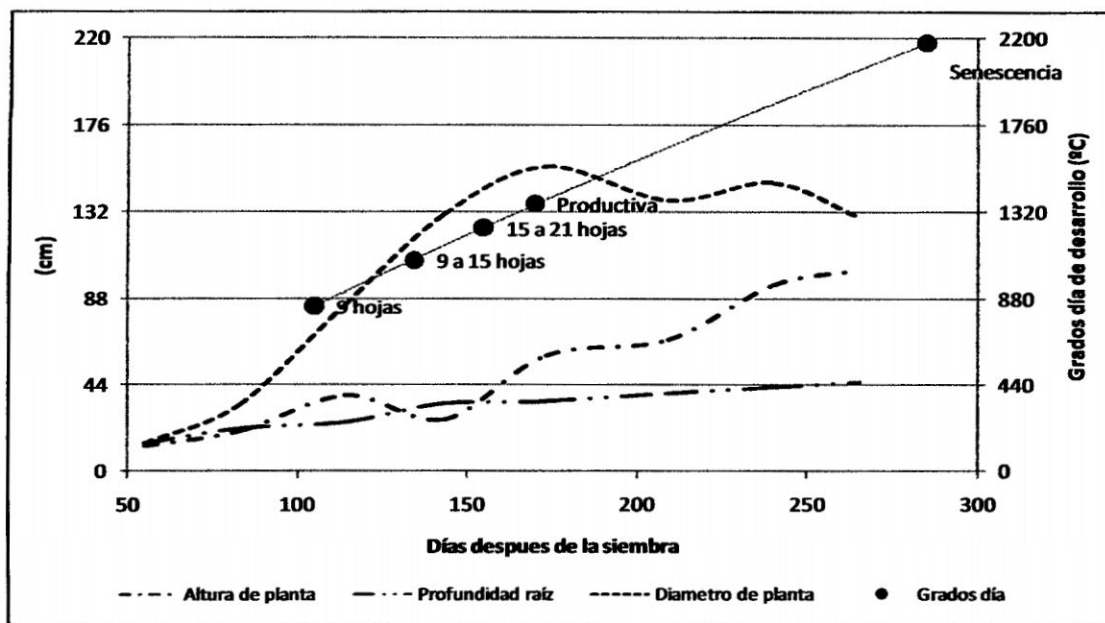


Figura 3.12. Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Lorca, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

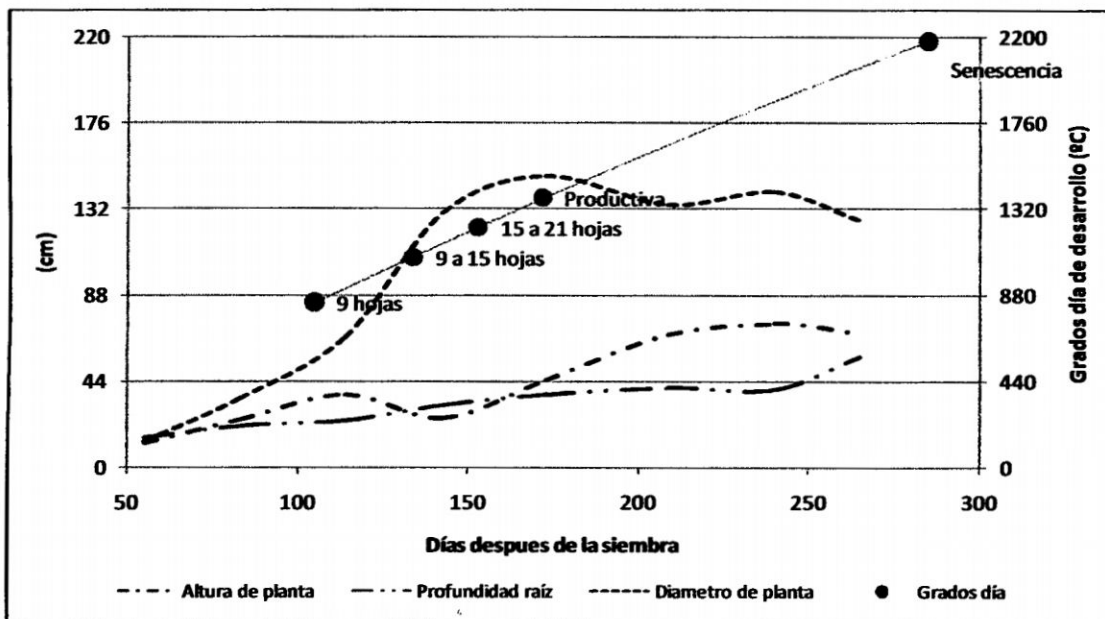


Figura 3.13. Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Imperial Star, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

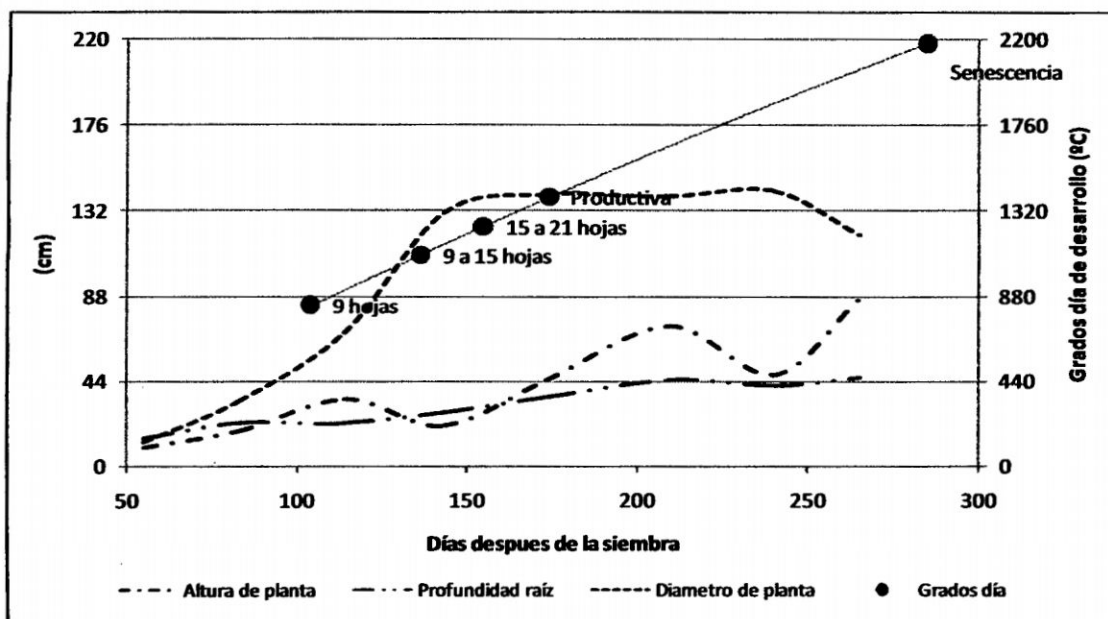


Figura 3.14. Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Tavor, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

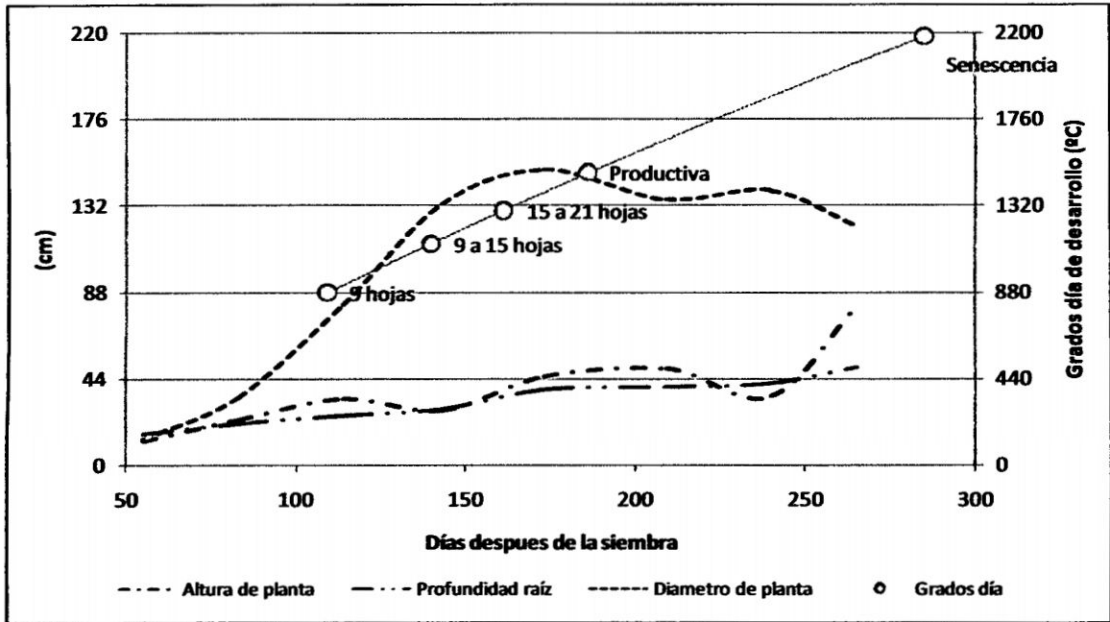


Figura 3.15. Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Arad, asociada a la temperatura (grados día de desarrollo). Churcampa - Huancavelica 3,368 msnm

En las figuras 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 y 3.15 se muestran la ocurrencia de los diferentes estados fenológicos del cultivo de alcachofa y la tendencia de la altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta, estas asociadas a la acumulación de GDD para cada una de las cinco variedades evaluadas en el experimento.

En la variedad A – 110 (Figura 3.11) se observa que la tendencia de la altura de planta se da en forma creciente hasta llegar a una altura máxima de 107.20 cm. que ocurre a los 240 DDS con una acumulación de 1886.6 GDD, a partir del cual comienza a descender hasta una altura de 95.93 cm. con una acumulación de 2056.3 GDD, hasta llegar a los 265 DDS. La tendencia de la profundidad de la raíz se presenta en forma creciente hasta llegar a un valor de 62.37 cm de profundidad que se da a los 209 DDS con una acumulación de 1667.1 GDD, a partir del cual comienza a descender hasta

un valor de 48.67 cm. con una acumulación de 2056.3 GDD a los 265 DDS. La tendencia del diámetro de planta se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 210.33 cm. que se da a los 240 DDS con una acumulación de 1886.6 GDD, a partir del cual comienza a descender hasta llegar a los 265 DDS.

En la variedad Lorca (Figura 3.12) se observa que la tendencia de la altura de planta se da en forma creciente hasta llegar a una altura máxima de 102.87 cm. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD. La tendencia de la profundidad de la raíz se presenta en forma creciente hasta llegar a un valor de 45.33 cm de profundidad que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD. La tendencia del diámetro de planta se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 154.87 cm. que se da a los 173 DDS con una acumulación de 1383.4 GDD, a partir del cual desciende hasta llegar a los 209 DDS, nuevamente crece y finalmente desciende hasta llegar a los 265 DDS.

En la variedad Imperial Star (Figura 3.13) se observa que la tendencia de la altura de planta se da en forma creciente hasta llegar a una altura de 37.33 cm. que se da a los 114 DDS, de ahí desciende hasta los 143 DDS con una altura de 25.33 y nuevamente crece hasta llegar a una altura máxima de 75.53 cm. que se da a los 240 DDS con una acumulación de 1886.6 GDD, a partir del cual comienza a descender hasta llegar a los 265 DDS. La tendencia de la profundidad de la raíz se presenta en forma creciente hasta llegar a un valor de 41.0 cm de profundidad, desde este punto desciende hasta un valor de 40.1 que se da a los 240 DDS y nuevamente crece hasta

un valor de 56.77 cm. que es su valor máximo que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD. La tendencia del diámetro de planta se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 148.80 cm. que se da a los 173 DDS con una acumulación de 1383.4 GDD, a partir de este punto se ven fluctuaciones en el crecimiento hasta los 265 DDS.

En la variedad Tavor (Figura 3.14) se observa que la tendencia de la altura de planta se da en forma ondulada con incrementos y disminuciones de acuerdo a las evaluaciones realizadas, obteniendo un valor máximo de 86.87 cm. que se da los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD. La tendencia de la profundidad de la raíz se presenta en forma creciente hasta llegar a un valor de 45.73 cm de profundidad que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD. La tendencia del diámetro de planta se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 142.53 cm. que se da a los 240 DDS con una acumulación de 1886.6 GDD, a partir de este punto comienza a descender hasta llegar a los 265 DDS.

En la variedad Arad (Figura 3.15) se observa que la tendencia de la altura de planta se da en forma ondulada con incrementos y disminuciones de acuerdo a las evaluaciones realizadas, obteniendo un valor máximo de 81.03 cm. que se da los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD. La tendencia de la profundidad de la raíz se presenta en forma creciente hasta llegar a un valor máximo de 49.43 cm. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2056.3 GDD. La tendencia del diámetro de planta se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 150.27 cm. que se da a los 173

DDS con una acumulación de 1383.4 GDD, a partir de este punto comienza a descender hasta llegar a los 265 DDS

De acuerdo a los resultados de la altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta podemos observar que la variedad A - 110 es la que presenta mayor altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta.

b. Efecto de la radiación durante el crecimiento y desarrollo de la alcachofa

b.1. Radiación solar y estados fenológicos

En el cuadro 3.5 se observa los días después de la siembra y la acumulación de la radiación solar fotosintéticamente activa absorbida (PAR) de acuerdo al cambio de los estados fenológico para las cinco variedades de alcachofa evaluadas en el experimento.

La variedad A – 110 necesita acumular 1091 MJ.m^{-2} de PAR para llegar al estado fenológico de 9 hojas (Estado 1) la cual se da a los 109 DDS, para llegar al estado fenológico de 9 a 15 hojas (Estado 2) necesita acumular 1335 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 136 DDS, para llegar al estado fenológico de 15 a 21 hojas (Estado 3) necesita acumular 1477 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 151 DDS, para llegar al estado fenológico de producción (Estado 4) necesita acumular 1660 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 172 DDS, el estado fenológico de senescencia (Estado 5) sucede cuando esta a acumulado 2591 MJ.m^{-2} de PAR a los 285 DDS.

La variedad Lorca necesita acumular 1051 MJ.m^{-2} de PAR para llegar al estado fenológico de 9 hojas (Estado 1) la cual se da a los 105 DDS, para llegar al estado fenológico de 9 a 15 hojas (Estado 2) necesita acumular 1323 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 134 DDS, para llegar al estado fenológico de 15 a 21 hojas (Estado 3) necesita acumular 1506 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 155 DDS, para llegar al estado fenológico de producción (Estado 4) necesita acumular 1642 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 170 DDS, el estado fenológico de senescencia (Estado 5) sucede cuando esta a acumulado 2591 MJ.m^{-2} de PAR a los 285 DDS.

La variedad Imperial Star necesita acumular 1051 MJ.m^{-2} de PAR para llegar al estado fenológico de 9 hojas (Estado 1) la cual se da a 105 DDS, para llegar al estado fenológico de 9 a 15 hojas (Estado 2) necesita acumular 1320 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 134 DDS, para llegar al estado fenológico de 15 a 21 hojas (Estado 3) necesita acumular 1491 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 153 DDS, para llegar al estado fenológico de producción (Estado 4) necesita acumular 1660 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 172 DDS, el estado fenológico de senescencia (Estado 5) sucede al haber acumulado 2591 MJ.m^{-2} de PAR a 285 DDS.

La variedad Tavor necesita acumular 1041 MJ.m^{-2} de PAR para llegar al estado fenológico de 9 hojas (Estado 1) la cual se da a los 104 DDS, para llegar al estado fenológico de 9 a 15 hojas (Estado 2) necesita acumular 1341 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 136 DDS, para llegar al estado fenológico de 15 a 21 hojas (Estado 3) necesita acumular 1506 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 155 DDS, para llegar al estado fenológico de

producción (Estado 4) necesita acumular 1678 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 174 DDS, el estado fenológico de senescencia (Estado 5) sucede cuando esta a acumulado 2591 MJ.m^{-2} de PAR a los 285 DDS.

La variedad Arad necesita acumular 1091 MJ.m^{-2} de PAR para llegar al estado fenológico de 9 hojas (Estado 1) la cual se da a los 109 DDS, para llegar al estado fenológico de 9 a 15 hojas (Estado 2) necesita acumular 1374 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 140 DDS, para llegar al estado fenológico de 15 a 21 hojas (Estado 3) necesita acumular 1566 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 161 DDS, para llegar al estado fenológico de producción (Estado 4) necesita acumular 1781 MJ.m^{-2} de PAR la cual se da a los 186 DDS, el estado fenológico de senescencia (Estado 5) sucede cuando esta a acumulado 2591 MJ.m^{-2} de PAR a los 285 DDS.

Las variedades A - 110, Lorca, Imperial Star y Tavor presentan similitud en el cambio de un estado fenológico a otro y su acumulación PAR con no más de 04 días de diferencia. Mientras que; la variedad Arad es la que presenta cambios en sus estados fenológicos en mayor tiempo por lo que se dice que es tardía.

Para el caso del estado fenológico de senescencia (Estado 5) todas las variedades presentan datos iguales en DDS y acumulación PAR; esto debido a que las cinco variedades instaladas en el experimento son afectadas por las heladas.

Izarra (2009) menciona que la tasa de crecimiento del cultivo, creciendo sin limitaciones, es directamente proporcional a la radiación incidente.

Cuadro 3.5. Días después de la siembra y radiación solar fotosintéticamente activa para cada estado fenológico de cinco variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa, Huancavelica 3368 msnm

Estado	Descripción	A-110		Lorca		Imperial Star		Tavor		Arad	
		Días después de la siembra	Radiación solar fotosintéticamente activa (PAR)	Días después de la siembra	Radiación solar fotosintéticamente activa (PAR)	Días después de la siembra	Radiación solar fotosintéticamente activa (PAR)	Días después de la siembra	Radiación solar fotosintéticamente activa (PAR)	Días después de la siembra	Radiación solar fotosintéticamente activa (PAR)
Estado 1	9 hojas	109	1091	105	1051	105	1051	104	1041	109	1091
Estado 2	9 a 15 hojas	136	1335	134	1323	134	1320	136	1341	140	1374
Estado 3	15 a 21 hojas	151	1477	155	1506	153	1491	155	1506	161	1566
Estado 4	Productiva	172	1660	170	1642	172	1660	174	1678	186	1781
Estado 5	Senescencia	285	2591	285	2591	285	2591	285	2591	285	2591

b.2. Peso seco asociado a la radiación

En el cuadro 3.6 se muestra los coeficientes de correlación entre el tiempo, PAR, los peso seco de: hojas, tallo, raíz, capítulos y pesos secos totales de las cinco variedades del cultivo de alcachofa, donde se observa que para las cinco variedades estudiadas existe alta significación estadística en los parámetros evaluados excepto en la variedad Lorca la cual presenta 03 valores de significación estadística para el peso seco de hojas correlacionadas con el peso seco de tallo, raíz y capítulos y para la variedad Tavor la cual presenta 01 valor de significación estadística para el peso seco de hojas correlacionado con el peso seco de capítulos. Estos resultados demuestran:

El peso seco total de la planta (hojas, tallo, raíz y capítulo) y la acumulación de PAR se incrementa con el tiempo debido a la cual existe una acumulación.

Cuadro 3.6. Coeficientes de correlación entre tiempo, radiación solar fotosintéticamente activa y peso seco en cinco variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancaveilca 3368 msnm

Peso seco total	g/planta	P5	0.84	0.84
Peso seco de capítulo	g/planta	P4	0.54	0.83
Peso seco de raíz	g/planta	P3	0.79	0.78
Peso seco de tallo	g/planta	P2	0.76	0.81
Peso seco de hojas	g/planta	P1	0.79	1.00
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² *día	R	1.00	
Tiempo	dds	T	1.00	
		T	G	P1
		Variedad: Arad		

Peso seco total	g/planta	P5	0.91	0.90
Peso seco de capítulo	g/planta	P4	0.74	0.90
Peso seco de raíz	g/planta	P3	0.92	0.91
Peso seco de tallo	g/planta	P2	0.84	0.83
Peso seco de hojas	g/planta	P1	0.80	1.00
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² *día	R	1.00	
Tiempo	dds	T	1.00	
		T	R	P1
		Variedad: Imperial Star		
		T	R	P1
		Variedad: Tavor		

Peso seco total	g/planta	P5	0.84	0.85
Peso seco de capítulo	g/planta	P4	0.70	0.85
Peso seco de raíz	g/planta	P3	0.79	0.71
Peso seco de tallo	g/planta	P2	0.84	0.85
Peso seco de hojas	g/planta	P1	0.77	1.00
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² *día	R	1.00	
Tiempo	dds	T	1.00	
		T	R	P1
		Variedad: A-110		
		T	R	P1
		Variedad: Lorca		

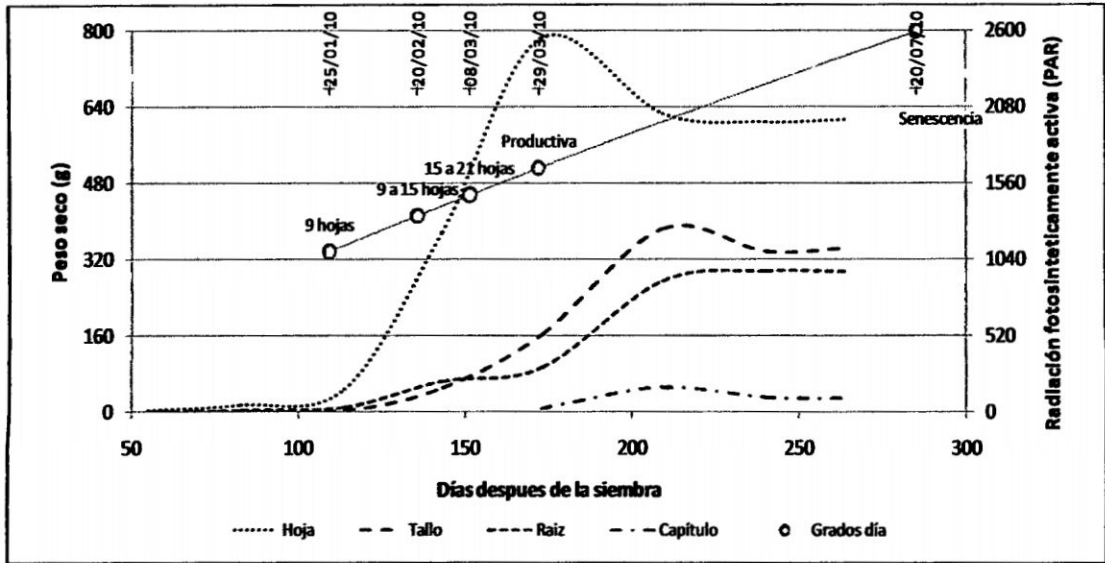


Figura 3.16. Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad A - 110, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

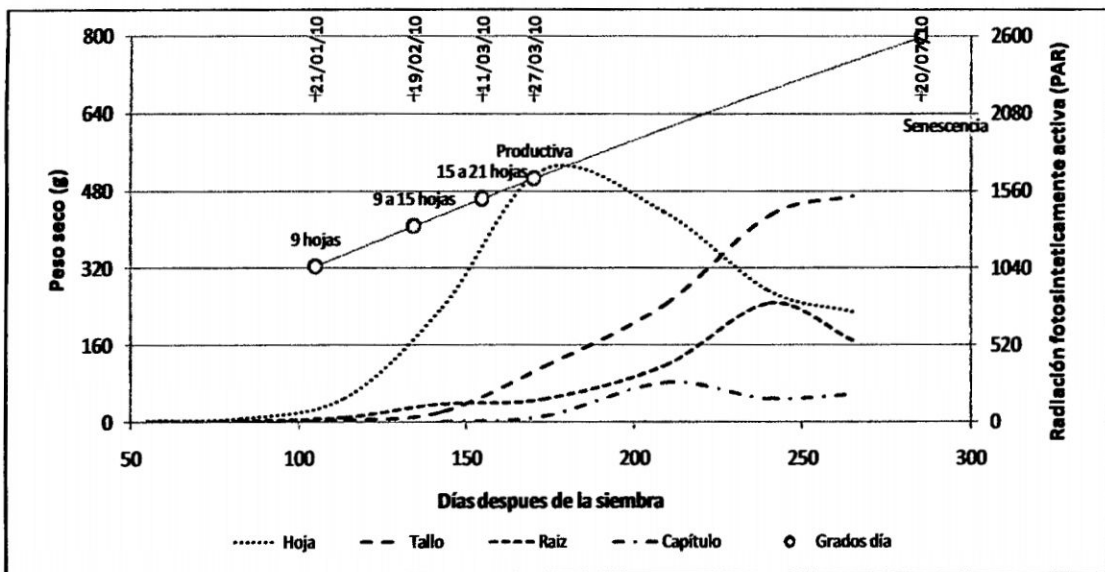


Figura 3.17. Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Lorca, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

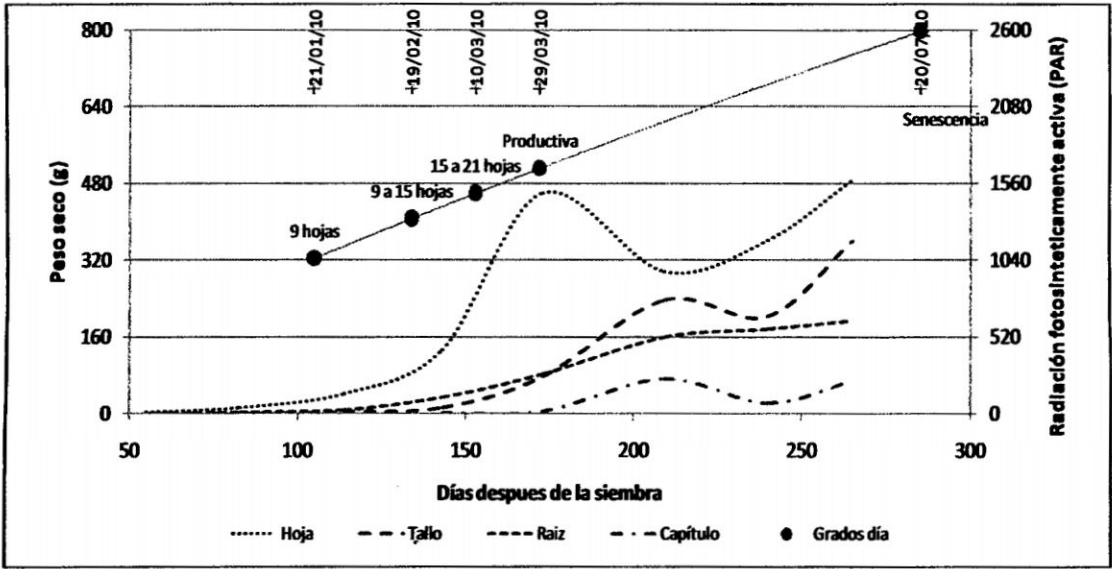


Figura 3.18. Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Imperial Star, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

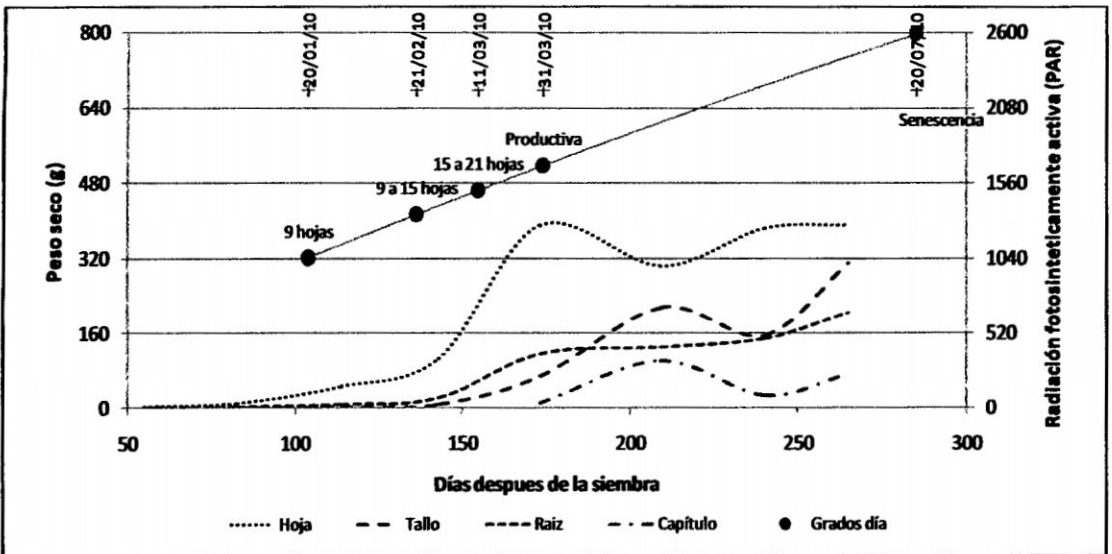


Figura 3.19. Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Tavor, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

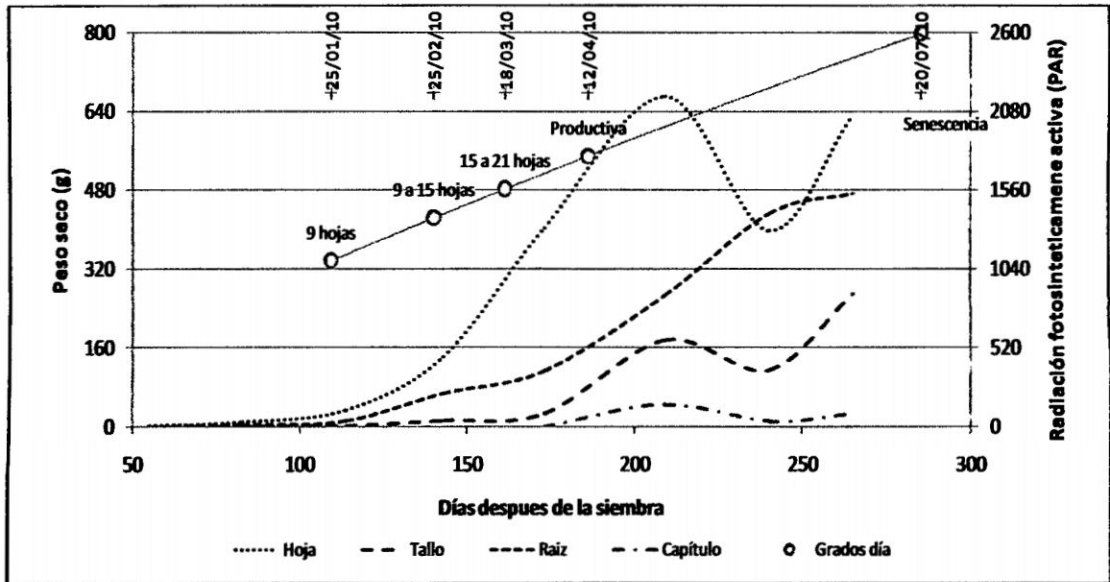


Figura 3.20. Estados fenológicos y peso seco de hojas, raíz, tallo y capítulo del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Arad, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampá - Huancavelica 3368 msnm

En las figuras 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 y 3.20 se muestran las fechas de ocurrencia de los diferentes estados fenológicos del cultivo de alcachofa y la tendencia de los pesos secos de hojas, tallo, raíz y capítulos, las mismas que están asociadas a la acumulación de PAR para las cinco variedades evaluadas en el experimento.

En la variedad A – 110 (Figura 3.16) se observa que la tendencia del peso seco de hojas se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 783.83 gr. que ocurre a los 173 DDS con una acumulación de 1669.5 MJ.m⁻² de PAR, para luego decrecer hasta un peso seco de hojas de 607.10 a partir del cual se hace constante hasta llegar a los 265 DDS. La tendencia del peso seco del tallo se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 383.93 gr. que ocurre a los 209 DDS con una acumulación de 1984.2 MJ.m⁻² de PAR, para luego decrecer hasta los 265 DDS. La tendencia del

peso seco de la raíz se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 295.03 gr. que ocurre a los 240 DDS con una acumulación de 2231.9 MJ.m⁻² de PAR, a partir del cual se mantiene hasta los 265 DDS. La tendencia del peso seco de los capítulos inicia a los 173 DDS a partir de la cual inicia la producción de capítulos para la variedad A – 110; esto nos indica que esta variedad requiere acumular 1669.5 MJ.m⁻² de PAR para iniciar la producción.

En la variedad Lorca (Figura 3.17) se observa que la tendencia del peso seco de hojas se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 524.67 gr. que ocurre a los 173 DDS con una acumulación de 1669.5 MJ.m⁻² de PAR, para luego decrecer hasta un peso seco de hojas de 230.13 gr. que ocurre a los 265 DDS. La tendencia del peso seco del tallo se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 469.27 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR, a partir del cual se mantiene constante. La tendencia del peso seco de la raíz se da en forma creciente hasta llegar a un peso máximo de 246.60 gr. que ocurre a los 240 DDS con una acumulación de 2231.9 MJ.m⁻² de PAR, a partir del cual comienza a decrecer hasta llegar a los 265 DDS. La tendencia del peso seco de los capítulos inicia a los 143 DDS a partir del cual inicia la producción de capítulos para la variedad Lorca; esto nos indica que esta variedad requiere acumular 1395.6 MJ.m⁻² de PAR para iniciar la producción.

En la variedad Imperial Star (Figura 3.18) se observa que la tendencia del peso seco de hojas se da en forma creciente hasta llegar a un peso de 458.57 gr. que se da a los 173 DDS, de ahí desciende hasta obtener un

peso de 295.77 gr. lo cual ocurre a los 209 DDS y desde este punto nuevamente crece hasta los 265 DDS con un peso de 487.27 gr. y con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco del tallo se da en forma creciente hasta llegar a un peso de 235.80 gr. que ocurre a los 209 DDS, de ahí desciende hasta obtener un peso de 201.83 gr. que se da a los 240 DDS y desde este punto nuevamente crece hasta llegar a un peso de 357.90 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR, a partir del cual el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de la raíz presenta un crecimiento constante hasta obtener un peso de 192.40 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR, donde el crecimiento se mantiene constante. La tendencia del peso seco de los capítulos empieza a los 143 DDS a partir del cual inicia la producción de capítulos para la variedad Imperial Star; esto nos indica que requiere acumular 1395.6 MJ.m⁻² de PAR para iniciar la producción.

En la variedad Tavor (Figura 3.19) se observa que la tendencia del peso seco de hojas se da en forma creciente hasta llegar a un peso de 390.33 gr. que se da a los 173 DDS, de ahí desciende hasta obtener un peso de 303.50 gr. lo cual ocurre a los 209 DDS y desde este punto nuevamente crece hasta los 265 DDS con un peso de 391.67 gr. y con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco del tallo se presenta en forma creciente hasta llegar a un peso de 214.13 gr. que ocurre a los 209 DDS, de ahí desciende hasta obtener un peso de 156.00 gr. que se da a los 240 DDS y desde este punto nuevamente

crece hasta llegar a un peso de 309.23 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de la raíz presenta un crecimiento constante hasta obtener un peso de 204.87 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de los capítulos empieza a los 173 DDS a partir de la cual inicia la producción de capítulos para la variedad Tavor; esto nos indica que requiere acumular 1669.5 MJ.m⁻² de PAR para iniciar la producción.

En la variedad Arad (Figura 3.20) se observa que la tendencia del peso seco de hojas se da en forma creciente hasta llegar a un peso de 669.27 gr. que se da a los 209 DDS, de ahí desciende hasta los 240 DDS con un peso de 396.73 gr. y desde este punto nuevamente crece hasta los 265 DDS con un peso de 630.27 gr. y con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco del tallo se presenta en forma creciente hasta llegar a un peso de 174.23 gr. que ocurre a los 209 DDS, de ahí desciende hasta obtener un peso de 114.47 gr. que se da a los 240 DDS y desde este punto nuevamente crece hasta llegar a un peso de 268.63 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de la raíz presenta un crecimiento constante hasta obtener un peso de 473.67 gr. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR, donde el crecimiento se mantiene. La tendencia del peso seco de los capítulos empieza a los 173 DDS a partir de la cual inicia la producción de

capítulos para la variedad Arad; esto nos indica que requiere acumular 1669.5 MJ.m⁻² de PAR para iniciar la producción.

De acuerdo a los resultados de pesos secos (hojas, tallo, raíz y capítulo) podemos observar que la variedad A - 110 acumula mayor cantidad de materia seca en peso seco de hojas, la variedad Lorca en peso seco de tallo y la variedad Arad en peso seco de raíz. Las variedades Lorca y Tavor inician la producción de capítulos más precoz; mientras que la variedad Arad es la más tardía.

Las fluctuaciones de los pesos secos de hojas y tallo que se observan en las figuras 3.18, 3.19 y 3.20 se debe a la poda realizada y a la influencia del clima, especialmente de problemas meteorológicos como es el caso de la granizada lo cual repercute directamente en el crecimiento de los órganos de la planta influyendo así en la acumulación de materia seca.

b.3. Área foliar e índice de área foliar asociado a la radiación

En el cuadro 3.7 se muestra los coeficientes de correlación entre el tiempo, PAR, área foliar e índice de área foliar de las cinco variedades del cultivo de alcachofa, donde se observa que para las cinco variedades estudiadas existe alta significación estadística en todos los parámetros evaluados. Estos resultados nos demuestran:

El índice de área foliar, el área foliar y la radiación solar fotosintéticamente activa se incrementan con el tiempo debido a la cual existe una acumulación.

Cuadro 3.7. Coeficientes de correlación entre tiempo, radiación solar fotosintéticamente activa, Área foliar e índice de área foliar en 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Indice de área foliar		P7	0.86**	0.86**	1.00**	1.00**
Area foliar	cm2/planta	P6	0.86**	0.86**	1.00**	
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² *día	R	1.00**	1.00		
Tiempo	dds	T	1.00			
		T		R	P6	P7
Variedad: Arad						

Indice de área foliar		P7	0.70**	0.71**	1.00**	1.00	0.84**	0.85**	1.00**	1.00
Area foliar	cm2/planta	P6	0.70**	0.71**	1.00**		0.84**	0.85**	1.00**	
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² *día	R	1.00**	1.00			1.00**	1.00		
Tiempo	dds	T	1.00				1.00			
		T		R	P6	P7	T	R	P6	P7
Variedad: Imperial Star							Variedad: Tavor			

Indice de área foliar		P7	0.80**	0.80**	1.00**	1.00	0.58**	0.59**	1.00**	1.00
Area foliar	cm2/planta	P6	0.80**	0.80**	1.00**		0.58**	0.59**	1.00**	
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² *día	R	1.00**	1.00			1.00**	1.00		
Tiempo	dds	T	1.00				1.00			
		T		R	P6	P7	T	R	P6	P7
Variedad: A-110							Variedad: Lorca			

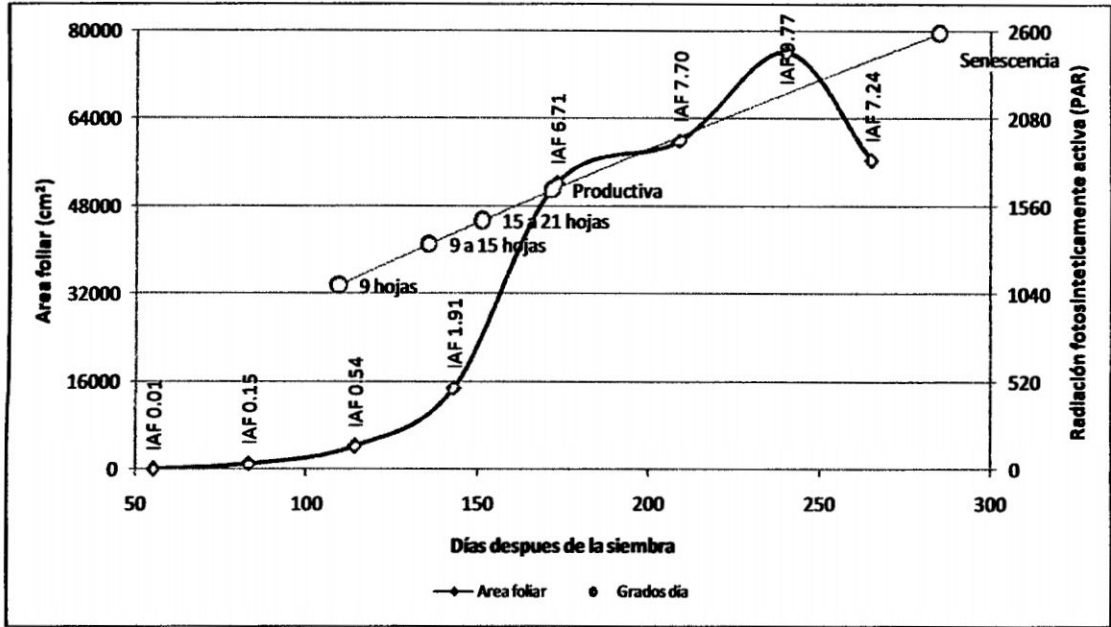


Figura 3.21. Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad A - 110, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

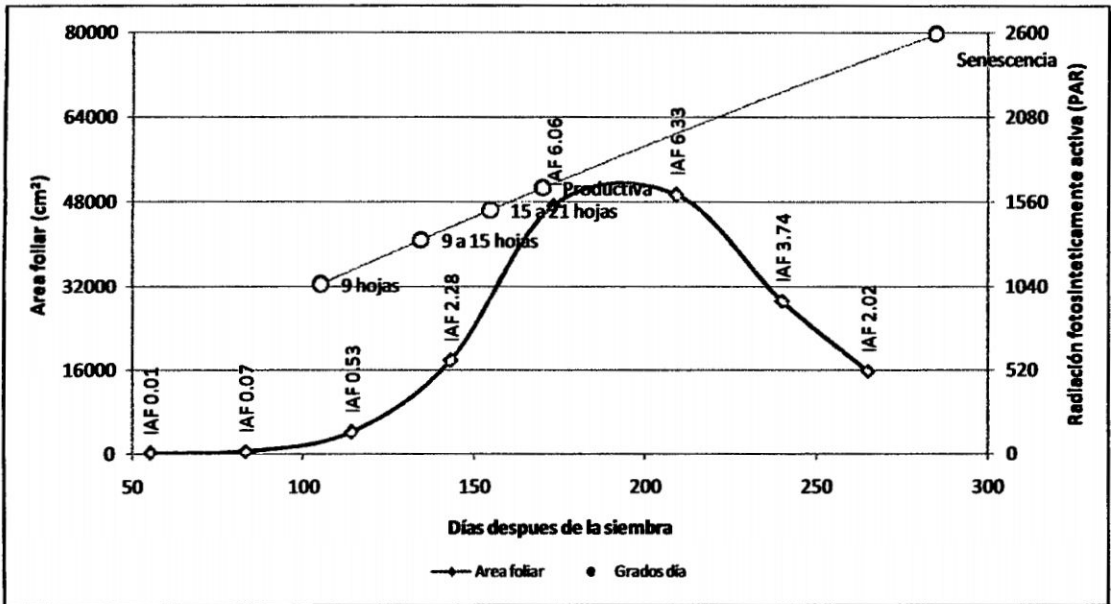


Figura 3.22. Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Lorca, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

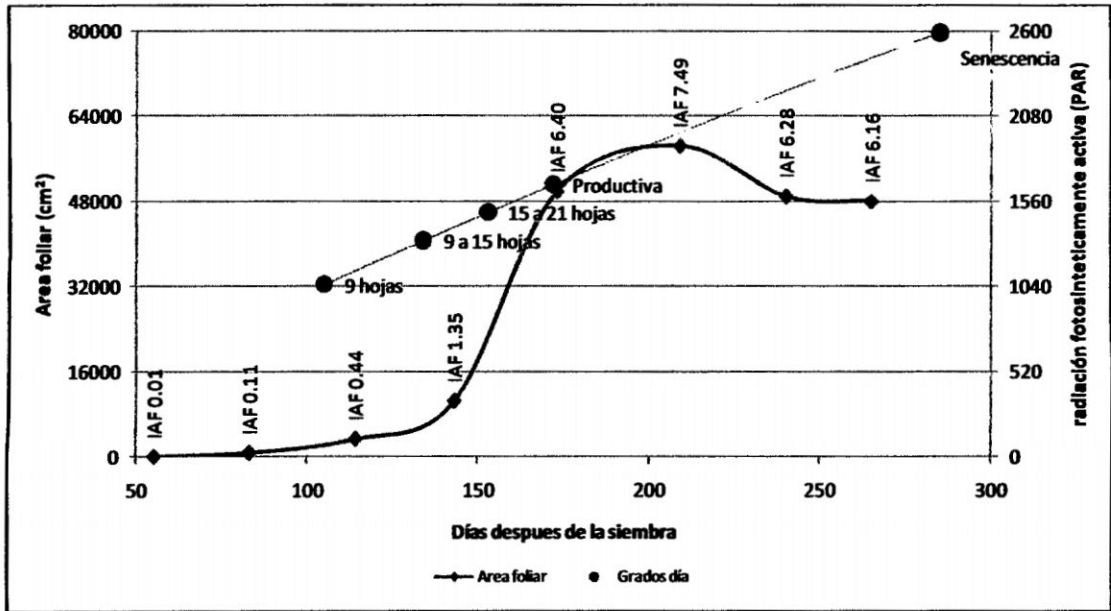


Figura 3.23. Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Imperial Star, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

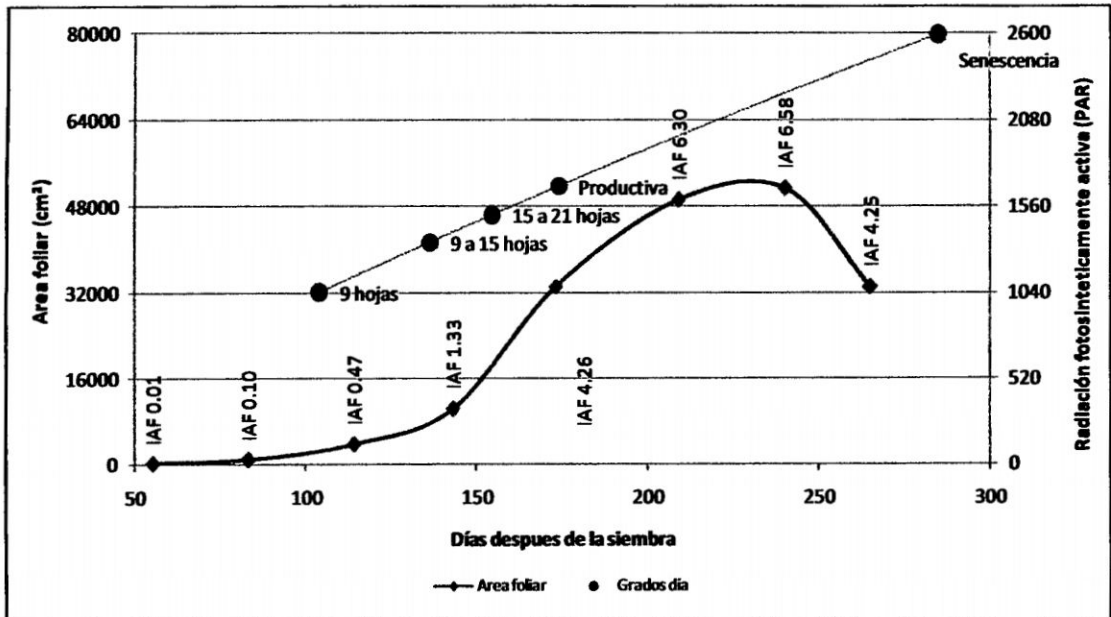


Figura 3.24. Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Tavor, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

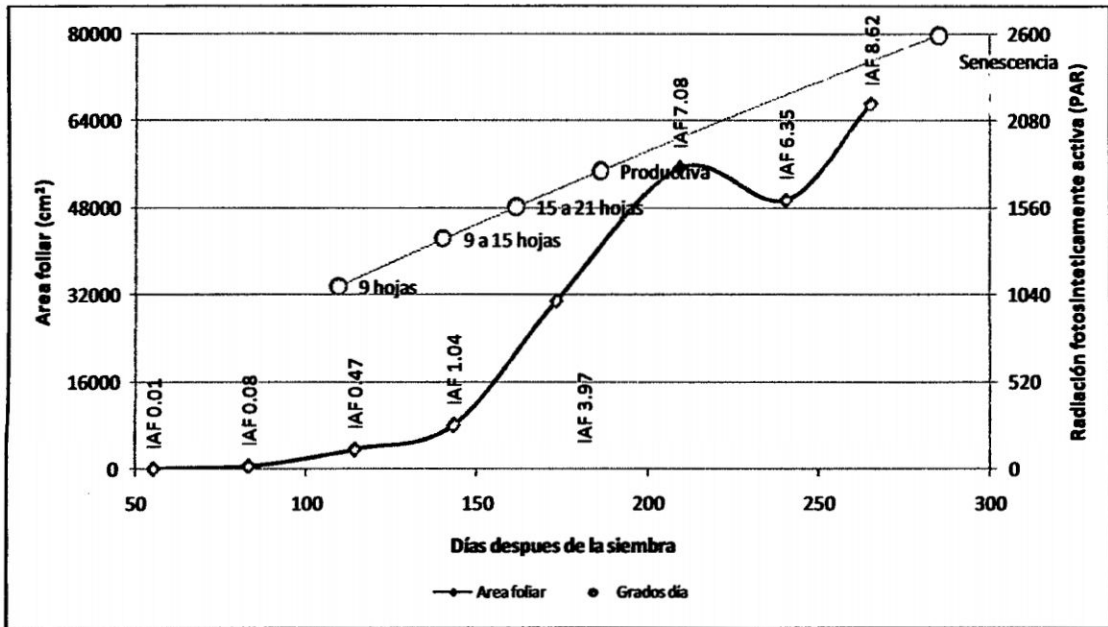


Figura 3.25. Estados fenológicos, área foliar e índice de área foliar del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Arad, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3,368 msnm

En las figuras 3.21, 3.22, 3.23, 3.24 y 3.25 se presentan los estados fenológicos y la tendencia del Área Foliar y el Índice de Área Foliar asociada a la acumulación de PAR para cada una de las cinco variedades evaluadas en el experimento.

En la variedad A – 110 (Figura 3.21), se observa que la tendencia del Área Foliar se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 76169.00 cm², un IAF de 9.77 y con una acumulación de 2231.9 MJ.m⁻² de PAR lo cual ocurre a los 240 DDS en el estado fenológico de producción, a partir de este punto disminuye el Área Foliar hasta 56485.60 cm², un IAF de 7.24 y una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR a los 265 DDS.

En la variedad Lorca (Figura 3.22), se observa que la tendencia del Área Foliar se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 49337.65 cm², un

IAF de 6.33 y una acumulación de 1984.2 MJ.m⁻² de PAR lo cual ocurre a los 209 DDS en el estado fenológico de producción, a partir de este punto disminuye el Área Foliar hasta 15755.65 cm², un IAF de 2.02 y una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR a los 265 DDS.

En la variedad Imperial Star (Figura 3.23) se observa que la tendencia del Área Foliar se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 58414.17 cm², un IAF de 7.49 y una acumulación de 1984.2 MJ.m⁻² de PAR lo cual ocurre a los 209 DDS en el estado fenológico de producción, a partir de este punto el Área Foliar hasta 48081.88 cm², un IAF de 6.16 y una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR a los 265 DDS.

En la variedad Tavor (Figura 3.24) se observa que la tendencia del Área Foliar se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 51289.16 cm², un IAF de 6.58 y una acumulación de 2231.9 MJ.m⁻² de PAR lo cual ocurre a los 240 DDS en el estado fenológico de producción, a partir de este punto disminuye el Área Foliar hasta 33119.08 cm², un IAF de 4.25 y una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR a los 265 DDS.

En la variedad Arad (Figura 3.25) se observa que la tendencia del Área Foliar se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 55261.20 cm², un IAF de 7.08 y una acumulación de 1984.2 MJ.m⁻² de PAR lo cual ocurre a los 209 días en el estado fenológico de producción, a partir de este punto disminuye el Área Foliar hasta 49492.19 cm², un IAF de 6.35 y con acumulación de 2231.9 MJ.m⁻² de PAR a los 240 DDS y finalmente se incrementa en la última evaluación hasta tener un Área Foliar de 67253.37

cm², un IAF de 8.62 y una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR a los 265 DDS.

De acuerdo a los resultados del Área Foliar podemos observar que la variedad A - 110 es la que presenta un mayor Área Foliar e IAF, seguida por las variedades Arad, Imperial Star, Tavor y Lorca.

b.4. Altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta asociado a la radiación

En el cuadro 3.8 se muestra los coeficientes de correlación entre el tiempo, PAR, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta de las cinco variedades del cultivo de alcachofa, donde se observa que para las cinco variedades estudiadas existe alta significación estadística en todos los parámetros evaluados. Estos resultados demuestran:

El diámetro de planta, la profundidad de raíz, la altura de planta y la acumulación de PAR se incrementan con el tiempo debido a la cual existe una acumulación.

Cuadro 3.8. Coeficientes de correlación entre tiempo, radiación solar fotosintéticamente activa, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta en 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*): Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Diámetro de planta	cm	P10	0.80 **
Profundidad de raíz	cm	P9	0.91 **
Altura de planta	cm	P8	0.78 **
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² ·día	G	1.00 **
Tiempo	dds	T	1.00
			R
			P8
			P9
			P10
Variedad: Arad			

Diámetro de planta	cm	P10	0.84 **
Profundidad de raíz	cm	P9	0.88 **
Altura de planta	cm	P8	0.84 **
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² ·día	G	1.00 **
Tiempo	dds	T	1.00
			R
			P8
			P9
			P10
Variedad: Imperial Star			
Diámetro de planta	cm	P10	0.83 **
Profundidad de raíz	cm	P9	0.88 **
Altura de planta	cm	P8	0.84 **
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² ·día	G	1.00 **
Tiempo	dds	T	1.00
			R
			P8
			P9
			P10
Variedad: Tavor			

Diámetro de planta	cm	P10	0.92 **
Profundidad de raíz	cm	P9	0.75 **
Altura de planta	cm	P8	0.91 **
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² ·día	G	1.00 **
Tiempo	dds	T	1.00
			R
			P8
			P9
			P10
Variedad: A-110			
Diámetro de planta	cm	P10	0.84 **
Profundidad de raíz	cm	P9	0.93 **
Altura de planta	cm	P8	0.95 **
Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	MJ/m ² ·día	G	1.00 **
Tiempo	dds	T	1.00
			R
			P8
			P9
			P10
Variedad: Lorca			

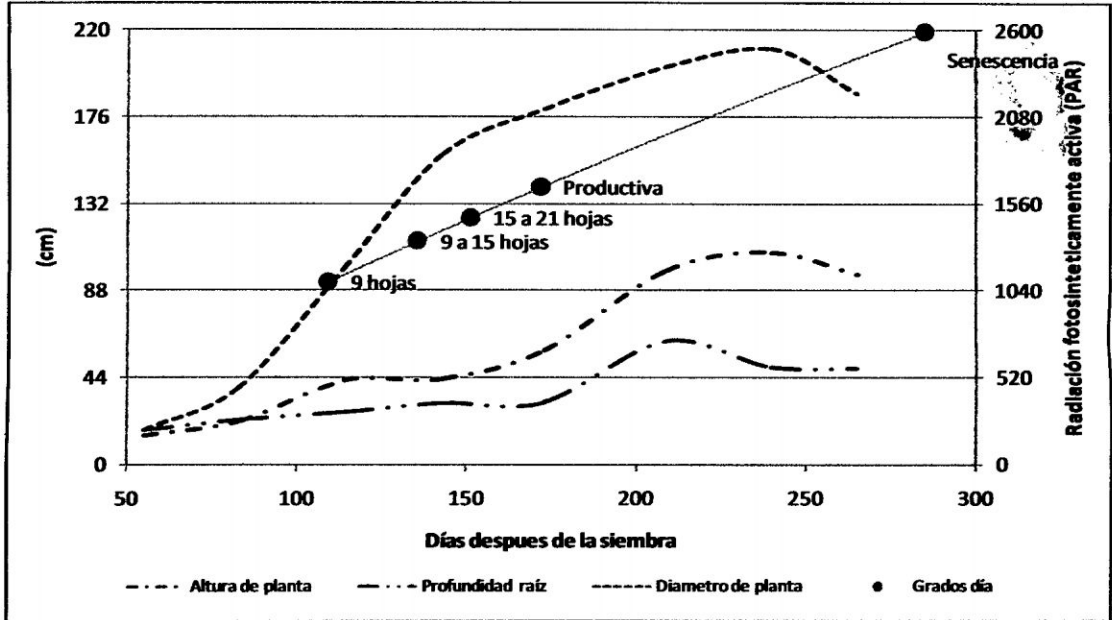


Figura 3.26. Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad A - 110, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

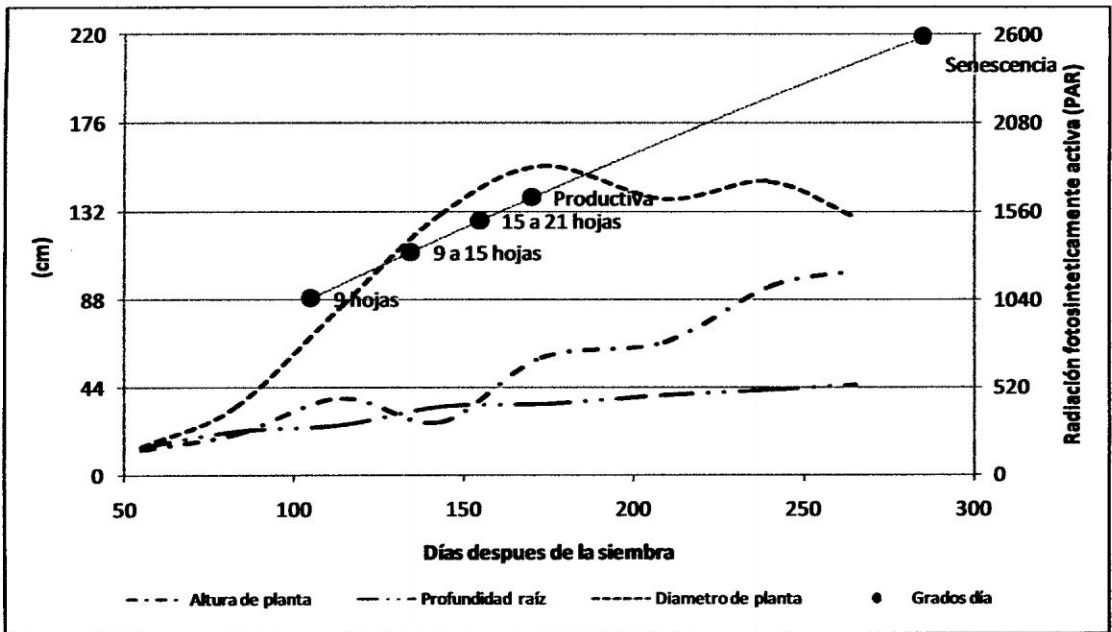


Figura 3.27. Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Lorca, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

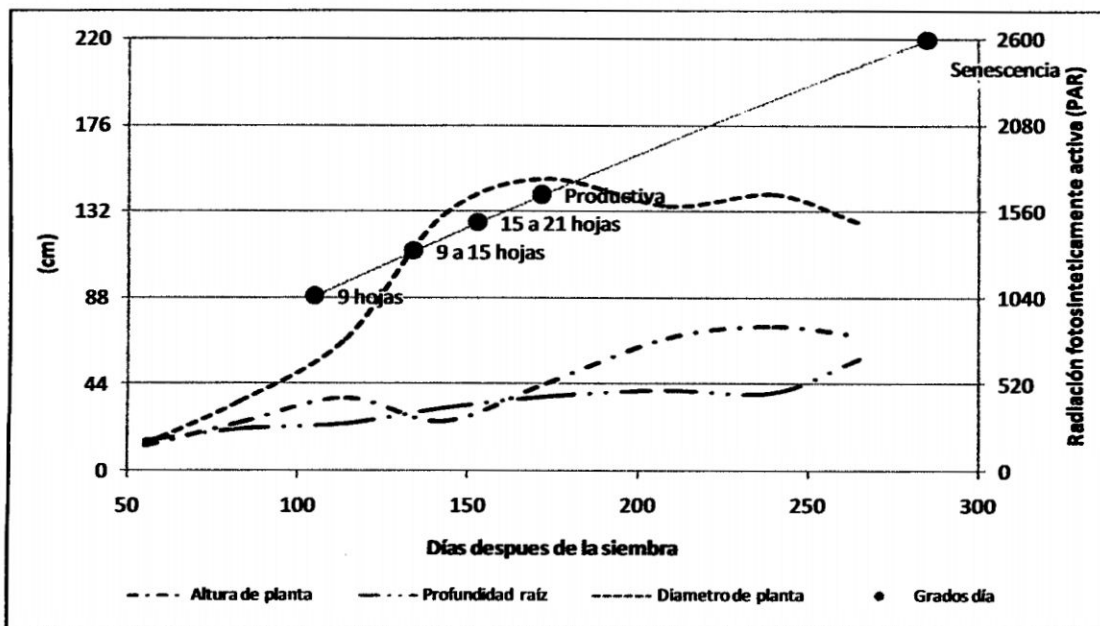


Figura 3.28. Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Imperial Star, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

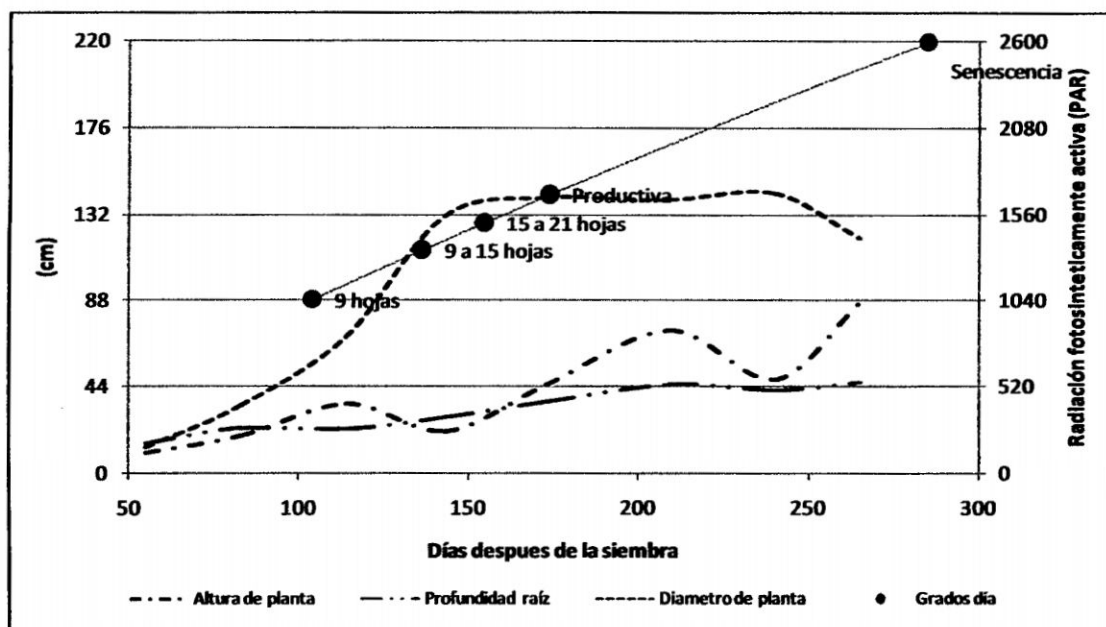


Figura 3.29. Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Tavor, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

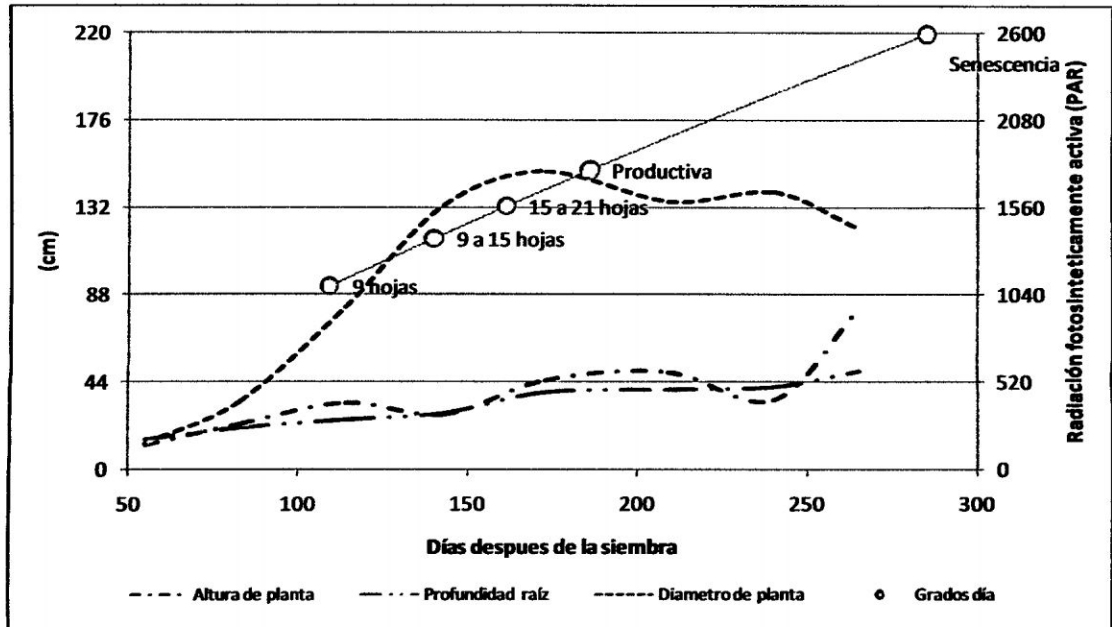


Figura 3.30. Estados fenológicos, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) variedad Arad, asociada a la radiación solar fotosintéticamente activa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

En las figuras 3.26, 3.27, 3.28, 3.29 y 3.30 se muestran la ocurrencia de los diferentes estados fenológicos del cultivo de alcachofa y la tendencia de la altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta, estas asociadas a la acumulación de PAR para cada una de las cinco variedades evaluadas en el experimento.

En la variedad A – 110 (Figura 3.26) se observa que la tendencia de la altura de planta se da en forma creciente hasta llegar a una altura máxima de 107.20 cm que ocurre a los 240 DDS con una acumulación de 2231.9 MJ.m⁻² de PAR, a partir del cual comienza a descender hasta una altura de 95.93 cm. con una acumulación de 2056.3 GDD, hasta llegar a los 265 DDS. La tendencia de la profundidad de la raíz se presenta en forma creciente hasta llegar a un valor de 62.37 cm de profundidad que se da a los 209 DDS con

una acumulación de 1984.2 MJ.m⁻² de PAR, a partir del cual comienza a descender hasta un valor de 48.67 cm. con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR a los 265 DDS. La tendencia del diámetro de planta se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 210.33 cm. que se da a los 240 DDS con una acumulación de 2231.9 MJ.m⁻² de PAR, a partir del cual comienza a descender hasta llegar a los 265 DDS.

En la variedad Lorca (Figura 3.27) se observa que la tendencia de la altura de planta se da en forma creciente hasta llegar a una altura máxima de 102.87 cm. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR. La tendencia de la profundidad de la raíz se presenta en forma creciente hasta llegar a un valor de 45.33 cm de profundidad que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR. La tendencia del diámetro de planta se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 154.87 cm. que se da a los 173 DDS con una acumulación de 1669.5 MJ.m⁻² de PAR, a partir del cual desciende hasta llegar a los 209 DDS, nuevamente crece y finalmente desciende hasta llegar a los 265 DDS.

En la variedad Imperial Star (Figura 3.28) se observa que la tendencia de la altura de planta se da en forma creciente hasta llegar a una altura de 37.33 cm. que se da a los 114 DDS, de ahí desciende hasta los 143 DDS con una altura de 25.33 y nuevamente crece hasta llegar a una altura máxima de 75.53 cm. que se da a los 240 DDS con una acumulación de 2231.9 MJ.m⁻² de PAR, a partir del cual comienza a descender hasta llegar a los 265 DDS. La tendencia de la profundidad de la raíz se presenta en forma creciente hasta llegar a un valor de 41.0 cm de profundidad, desde este punto

desciende hasta un valor de 40.1 que se da a los 240 DDS y nuevamente crece hasta un valor de 56.77 cm. que es su valor máximo que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR. La tendencia del diámetro de planta se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 148.80 cm. que se da a los 173 DDS con una acumulación de 1669.5 MJ.m⁻² de PAR, a partir de este punto se ven fluctuaciones en el crecimiento hasta los 265 DDS.

En la variedad Tavor (Figura 3.29) se observa que la tendencia de la altura de planta se da en forma ondulada con incrementos y disminuciones de acuerdo a las evaluaciones realizadas, obteniendo un valor máximo de 86.87 cm. que se da los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR. La tendencia de la profundidad de la raíz se presenta en forma creciente hasta llegar a un valor de 45.73 cm de profundidad que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR. La tendencia del diámetro de planta se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 142.53 cm. que se da a los 240 DDS con una acumulación de 2231.9 MJ.m⁻² de PAR, a partir de este punto comienza a descender hasta llegar a los 265 DDS.

En la variedad Arad (Figura 3.30) se observa que la tendencia de la altura de planta se da en forma ondulada con incrementos y disminuciones de acuerdo a las evaluaciones realizadas, obteniendo un valor máximo de 81.03 cm. que se da los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR. La tendencia de la profundidad de la raíz se presenta en forma creciente hasta llegar a un valor máximo de 49.43 cm. que se da a los 265 DDS con una acumulación de 2435.3 MJ.m⁻² de PAR. La tendencia del diámetro de

planta se da en forma creciente hasta llegar a un valor de 150.27 cm. que se da a los 173 DDS con una acumulación de 1669.5 MJ.m⁻² de PAR, a partir de este punto comienza a descender hasta llegar a los 265 DDS

De acuerdo a los resultados de la altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta podemos observar que la variedad A - 110 es la que presenta mayor altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta.

c. Evapotranspiración potencial del cultivo

En el cuadro 3.10 se puede observar los resultados de la determinación de la ETo por el método Penman - Monteith modificado por la FAO estimado a base de datos meteorológicos obtenidos en la estación meteorológica instalada en el lugar del experimento. Esta ETo nos servirá como base para el cálculo de la ETc del cultivo de alcachofa.

Cuadro 3.10. Evapotranspiración potencial. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Mes	Nº Días	Término de advección (mm/día)			Término de radiación		Factor de ajuste (c)	Eto	
		(1-w)	f(u)	(ea-ed)	(w)	(Rn)		mm/día	mm/mes
Oct	24	0.22	0.83	5.67	0.78	7.81	0.85	5.49	131.76
Nov	30	0.24	0.71	4.68	0.76	8.15	0.78	5.43	162.85
Dic	31	0.25	0.72	3.54	0.75	7.81	0.76	4.90	151.82
Ene	31	0.29	0.67	2.84	0.71	7.82	0.69	4.19	129.83
Feb	28	0.23	0.69	3.43	0.77	7.86	0.71	4.64	130.02
Mar	31	0.24	0.73	3.41	0.76	7.73	0.78	5.01	155.29
Abr	30	0.24	0.72	4.29	0.76	7.34	0.71	4.48	134.51
May	31	0.28	0.74	5.15	0.72	6.96	0.70	4.28	132.79
Jun	30	0.31	0.76	5.49	0.69	6.97	0.75	4.56	136.80
Jul	20	0.31	0.77	6.41	0.69	7.09	0.77	4.98	99.53

c.1. Cálculo del coeficiente del cultivo (Kc)

En el cuadro 3.11 se muestra la variación de los valores del coeficiente de evapotranspiración del cultivo de alcachofa (variedad A – 110) durante las fases de crecimiento y desarrollo, determinado por el método de Penman – Monteith modificado por la FAO. Para la primera fase se utilizó el anexo 24 y se calculó el Kc interpolando la frecuencia de riego de 7 días y la ETo de 5.49 mm.día para el mes de octubre.

Cuadro 3.11. Valores de coeficiente Kc del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*)

FASES	ALCACHOFA	
	Nº días	Kc (FAO)
Inicial o establecimiento	40	0,3
Rápido desarrollo	40	0,65
Mediados	163	1
Final o maduración	30	0,95
Total periodo vegetativo	273	

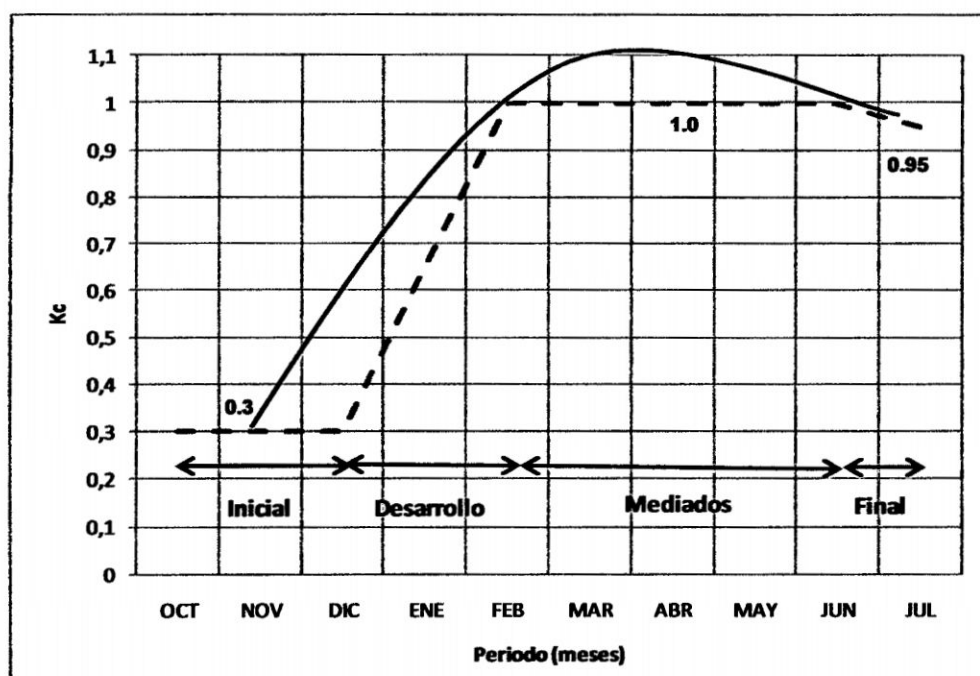


Figura 3.31. Curva del coeficiente de evapotranspiración del cultivo de alcachofa (Kc)

En la figura 3.31 se ilustran las curvas típicas del coeficiente de cultivo de la alcachofa (K_c) (mm/fase). Los valores de K_c expresan la variación de la capacidad que tiene la planta para extraer agua del suelo durante el ciclo vegetativo y que esta determinado por el volumen foliar de los cultivos.

De manera general en todos los cultivos presenta en la primera fase o de establecimiento del cultivo la extracción de agua por las raíces, esta es en mínima cantidad porque las raíces y el área foliar están poco desarrollados lo cual repercute en el valor de K_c mínimo. Llegándose a la máxima extracción en los mediados del cultivo cuando la raíz de la planta presenta su máxima exploración en el perfil del suelo y ocupa un área foliar mayor donde el K_c presenta su máximo valor. En la fase final esta extracción va a disminuir porque fisiológicamente la planta requiere menor cantidad de agua.

El coeficiente de cultivo (K_c) para la alcachofa (variedad A – 110) en el Distrito de Churcampa, fue de 0.3 en la fase de prendimiento, incrementándose a 0.65 en la fase vegetativa y alcanzando su valor máximo de 1.0 en la fase productiva; reduciéndose a 0.95 en la fase de senescencia.

d. Uso consuntivo del cultivo de alcachofa (ET_c)

En el cuadro 3.12 se observa los resultados de la determinación de la Evapotranspiración de la alcachofa (ET_c), a través del método del lisímetro obtenido a través de la lectura directa en el lisímetro instalado en el lugar del experimento, dando lugar a obtener resultados netamente de la zona. Comparados con los resultados de ET_c obtenidos por el método de Penman

– Monteith modificado por la FAO elaborados a través de los datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica.

Los valores obtenidos por el método lisimétrico medidos experimentalmente, reportan valores menores en los primeros seis meses y mayores en los cuatro últimos meses comparativamente con el método de Penman – Monteith modificado por la FAO. Esto debido a que las condiciones locales del Distrito de Churcampa (suelo, humedad, fertilización, prácticas agrícolas, condiciones climáticas) influyen en la tasa de crecimiento y evapotranspiración del cultivo de alcachofa, dando lugar a obtener resultados netamente de la zona. Para todo el periodo agrícola el consumo total de agua del cultivo de alcachofa (variedad A - 110) fue de 861.36 mm.

El método de Penman – Monteith modificado por la FAO se calcula empleando fórmulas y tablas indicadas basadas en experimentos realizados en otras condiciones edáficas y climáticas que no se ajustan a las condiciones reales del Distrito de Churcampa. Para todo el periodo agrícola la evapotranspiración total del cultivo de referencia fue de 1102.28 mm.

Cuadro 3.12. Comparativo de la evapotranspiración del cultivo de alcachofa (ETc) entre el método Penman - Monteith y el lisímetro

Mes	Nº Días	ETc (lisímetro)		ETc (Penman - Monteith)	
		mm/mes	mm/día	mm/mes	mm/día
Oct	12	9,86	0,82	39,53	1,65
Nov	30	29,14	0,97	48,86	1,63
Dic	31	22,32	0,72	45,54	1,47
Ene	31	31,64	1,02	84,39	2,72
Feb	28	73,77	2,63	130,02	4,64
Mar	31	89,24	2,88	155,29	5,01
Abr	30	145,40	4,85	134,51	4,48
May	31	170,89	5,51	132,79	4,28
Jun	30	182,24	6,07	136,80	4,56
Jul	20	106,86	5,34	94,56	4,73

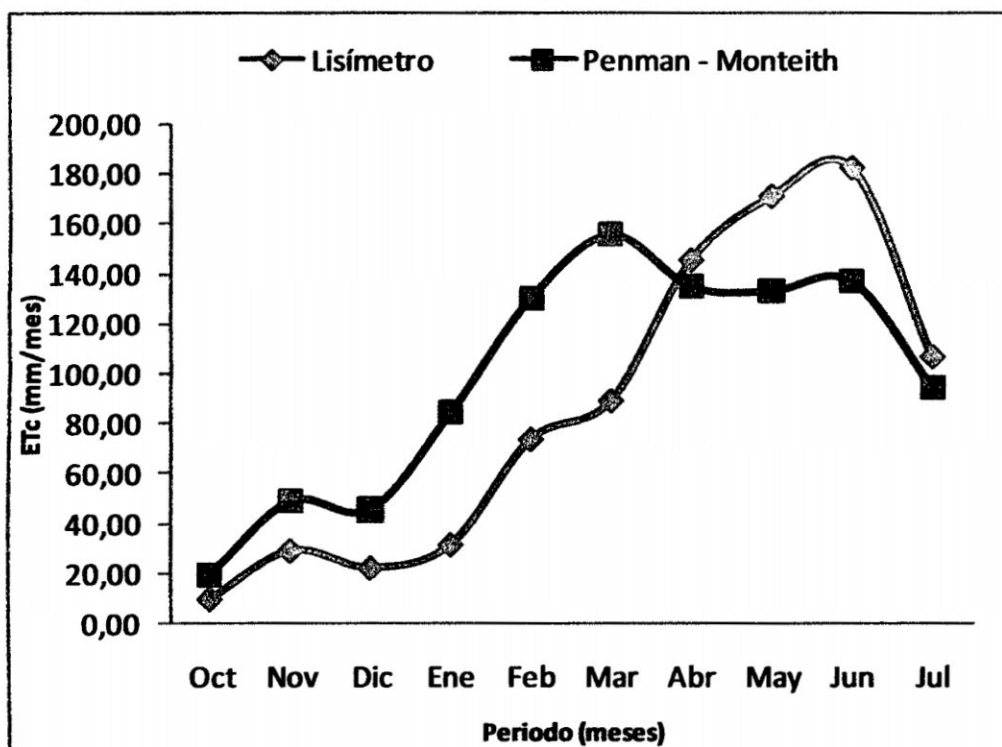


Figura 3.32. Comparativo de la evapotranspiración del cultivo de alcachofa (ETc) por el método de Penman – Monteith y el lisímetro.

En la figura 3.32 se observa la variación de la evapotranspiración del cultivo (mm/mes) determinado por el método de Penman – Monteith modificado por la FAO comparativamente con el método lisimétrico.

La ETc obtenida por el método de Penman – Monteith en las primeras fases del cultivo fue superior al consumo de agua de la alcachofa determinado por el método del lisímetro, luego, a partir de la etapa de botón floral, el consumo de alcachofa obtenida por el lisímetro superó a la evapotranspiración del cultivo de referencia determinada por el método de Penman – Monteith.

En la tendencia determinada por el método del lisímetro, se puede ver claramente el proceso de consumo de agua de la alcachofa (variedad A – 110), en la primera fase de su desarrollo presenta un consumo mínimo que

va a ir incrementándose progresivamente hasta alcanzar un consumo máximo cuando la alcachofa llega a cubrir un 80 a 90% del suelo lo cual ocurre al inicio de producción; y disminuye hacia la senescencia.

En la tendencia determinada por el método de Penman – Monteith como se puede observar, no refleja el comportamiento de consumo que se da en el proceso de crecimiento y desarrollo de la alcachofa, esto debido a que este método para calcular el requerimiento de agua utiliza tablas y figuras representativas obtenidas en otras realidades muy distintas a nuestra zona.

3.2. DEL CULTIVO

a. Factores de precocidad

- **Días al prendimiento**, la evaluación del prendimiento se realizó el 14 de octubre del 2009, una semana después del trasplante donde se observó que un 50 % de plantines no prendieron principalmente en la variedad Arad. El recalce se realizó el 28 de octubre del 2009, los resultados se muestran en el cuadro 3.13.

Cuadro 3.13. Evaluación del prendimiento del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Variedad	Nº Plantas prendidas	Porcentaje (%)
A-110	87	90.2
Lorca	69	83.1
Imperial Star	84	82.0
Tavor	72	81.5
Arad	61	62.3

➤ **Días a la formación de hojas verdaderas, capítulos y madurez fisiológica.**

En el cuadro 3.14 se muestra el rango de los días en los que sucede el cambio de un estado fenológico a otro de las cinco variedades de alcachofa evaluadas en el experimento.

Para poder alcanzar el Estado 1 (formación de 9 hojas), las variedades Lorca, Imperial Star y Tavor necesitan tener entre 103 y 106 DDS; mientras que las variedades A – 110 y Arad necesitan entre 106 y 111 DDS

Durante el Estado 2 (formación de 9 a 15 hojas), la variedad A – 110 necesita tener entre 133 y 139 DDS, la variedad Lorca entre 133 y 135 DDS, la variedad Imperial Star entre 130 y 139 DDS, la variedad Tavor entre 135 y 139 DDS y la variedad Arad entre 139 y 142 DDS.

En el Estado 3 (formación de 15 a 21 hojas), la variedad A – 110 necesita tener entre 148 y 153 DDS, las variedades Lorca y Tavor entre 153 y 158 DDS, la variedad Imperial Star entre 148 y 158 DDS y la variedad Arad entre 158 y 163 DDS, donde observamos que la variedad A – 110 e Imperial Star alcanzan el menor número de DDS y la variedad Arad requiere mayor número de DDS para alcanzar el tercer estado fenológico.

Para alcanzar el Estado 4 (productiva), las variedades A – 110, Lorca e Imperial Star necesitan tener entre 168 y 174 DDS, la variedad Tavor necesita 174 DDS; mientras que en la variedad Arad necesita entre 168 y 193 DDS. La variedad Arad viene a ser la más tardía.

Cuadro 3.14. Días a la formación de hojas verdaderas, formación de capítulos y madurez fisiológica del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Variedad	Días a la formación de hojas verdaderas		Días a la formación de capítulos	Días a la madurez fisiológica
	9 hojas	9 a 15 hojas	15 a 21 hojas	Productiva
A - 110	106 - 111	133 - 139	148 - 153	168 - 174
Lorca	103 - 106	133 - 135	153 - 158	168 - 174
I. Star	103 - 106	130 - 139	148 - 158	168 - 174
Tavor	103 - 106	135 - 139	153 - 158	174
Arad	106 - 111	139 - 142	158 - 163	168 - 193

INIA (2001), reporta el ciclo biológico de la alcachofa en la sierra central (Valle del Mantaro), donde indica que para alcanzar el desarrollo vegetativo (9 a 15 hojas) oscila entre los 130 - 180 DDS. Para la etapa reproductiva (inicio de inflorescencia) oscila entre los 180 - 220 DDS. Para la maduración (inicio de cosecha) oscila entre los 210 - 245 DDS. En el cuadro 3.14 se observa que con las 05 variedades de alcachofa evaluadas se obtiene un menor número de días para el cambio de un estado fenológico a otro.

➤ **Días a la cosecha,**

Este parámetro mide los días después de la siembra en los que se realizaron las cosechas. En total se realizaron 7 cosechas durante el desarrollo del experimento.

El cuadro 3.15 nos muestra que la primera cosecha se realizó a los 187 días después del trasplante; Portugal (2005), reporta que la primera cosecha se produce a los 4 meses luego del trasplante en la sierra.

Cuadro 3.15. Número de cosechas realizadas y días después de la siembra del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus*) . Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Nº Cosecha	Fecha de cosecha	Días después de la siembra
1	12/04/2010	187
2	24/04/2010	199
3	10/05/2010	215
4	31/05/2010	236
5	18/06/2010	254
6	30/06/2010	266
7	07/07/2010	273

b. Factores de rendimiento

En el cuadro 3.16 se muestra los cuadrados medios del análisis de variancia de los siguientes parámetros: Número de hojas, longitud de hojas, altura de planta, diámetro de planta, área foliar y peso seco total evaluados en el cultivo de alcachofa durante el desarrollo del experimento.

En el parámetro de número de hojas, se observa que no existe significación estadística, lo que nos indica que las 5 variedades presentan la misma cantidad de hojas durante su crecimiento y desarrollo.

En los parámetros de longitud de hoja y peso seco total observamos que existe significación estadística para variedades, excepto para los parámetros de altura de planta, ancho de planta y Área Foliar donde existe una alta significación estadística para variedades con un C.V que oscila entre 2.7 a 29.6 %. Estas diferencias nos muestran que los parámetros varían de acuerdo a la ubicación en los bloques y a las características de cada una de las variedades.

En el Cuadro 3.17 observamos la prueba de tukey realizado a los factores de rendimiento donde se encontró significación estadística y alta significación estadística.

En el parámetro de longitud de hojas observamos que la variedad A – 110, es similar a las variedades Tavor e Imperial Star; y es mayor que las variedades Lorca y Arad; mientras que las variedades Tavor, Imperial Star, Lorca y Arad son similares. Este parámetro oscila entre 70.7 y 90.2 cm para las variedades Arad y A – 110 respectivamente. Huamaní (2002), reporta que en Seccelambras 3436 msnm para la variedad Lorca, obtuvo una longitud de hojas que oscila entre 55.08 y 42.48 cm.

En el parámetro de altura de planta observamos que la variedad A – 110 es similar a la variedad Lorca e Imperial Star y se diferencia de las variedades Tavor y Arad. La variedad Imperial Star es similar a la variedad Tavor y la variedad Tavor es similar a la variedad Arad. Este parámetro oscila entre 34.7 y 107.2 cm para las variedades Arad y A – 110 respectivamente. Huamaní (2002), reporta que en Seccelambras 3436 msnm para la variedad Lorca, obtuvo una altura de planta que oscila entre 39.97 y 58.73 cm.

En el parámetro de ancho de planta observamos que la variedad A – 110 se diferencia de las variedades Lorca, Arad, Imperial Star y Tavor las cuales se presentan similares. Este parámetro oscila entre 98.7 y 136.5 cm para las variedades Tavor y A – 110 respectivamente.

En el parámetro de área foliar observamos que la variedad A – 110 es similar a las variedades Arad, Lorca e Imperial Star y se diferencia de la

variedad Tavor; mientras que las variedades Lorca, Imperial Star y Tavor son similares. Este parámetro oscila entre 15755.6 cm² y 67253.4 cm² para las variedades Tavor y A – 110 respectivamente.

En el peso seco total observamos que la variedad A – 110 es similar a la variedad Arad y Lorca y se diferencia de las variedades Imperial Star y Tavor; mientras que las variedades Lorca, Imperial Star y Tavor son similares. Este parámetro oscila entre 403 y 688.1 gr para las variedades Tavor y A – 110 respectivamente.

Cuadro 3.17. Prueba de Tukey para los promedios de los factores de rendimiento de 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*) por categorías. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Longitud de hojas: cm

Variedad	Promedio	ALS (T) 0.05
A-110	90.2	a
Tavor	76.6	a
Imperial Star	75.8	a
Lorca	73.5	b
Arad	70.7	b

Área foliar: cm²

Variedad	Promedio	ALS (T) 0.05
A-110	67253.4	a
Arad	56485.6	a
Lorca	48081.9	a
Imperial Star	33119.1	a
Tavor	15755.6	b

Altura de planta: cm

Variedad	Promedio	ALS (T) 0.05
A-110	107.2	a
Lorca	95.0	a
Imperial Star	73.5	a
Tavor	47.3	b
Arad	34.7	c

Peso seco total: gr.

Variedad	Promedio	ALS (T) 0.05
A-110	688.1	a
Arad	541.6	a
Lorca	483.8	a
Imperial Star	436.6	b
Tavor	403.0	b

Ancho de planta cm

Variedad	Promedio	ALS (T) 0.05
A-110	136.5	a
Lorca	104.2	b
Arad	101.1	b
Imperial Star	99.4	b
Tavor	98.7	b

c. Determinación del rendimiento

Rendimiento de capítulos

El cuadro 3.18 se muestra los cuadrados medios del análisis de variancia del rendimiento de capítulos seleccionados por categorías (primera, segunda, tercera, cuarta y descarte) de las cosechas realizadas durante el desarrollo del experimento.

Se observa que para las categorías primera, tercera y descarte existe significación estadística en variedades, excepto para las categorías segunda y peso total de capítulos donde existe alta significación estadística en variedades con un C.V que oscila entre 23.1 y 40.0 %. Estas diferencias nos muestran que las 5 variedades de alcachofa estudiadas presentan distintos rendimientos de acuerdo a las características de cada variedad.

Para la categoría cuarta, se observa que no existe significación lo cual nos indica que para esta categoría todas las variedades presentan similar rendimiento.

Cuadro 3.18. Cuadrados medios del análisis de variancia del rendimiento de capítulos de 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Fuente de variación	Grados de libertad	Capítulos Primera	Capítulos Segunda	Capítulos Tercera	Capítulos Cuarta	Capítulos Descarte	Peso total de capítulos
Bloque	2	4012740.8	1533851.1	608672.2	341135.0	65626.4	12432835.4
Variedad	4	15792425.7 *	2603000.4 **	1198377.2 *	442625.5	455536.1 *	34696680.3 **
Error	8	7067694.7	358179.8	220980.2	192036.0	86724.6	3180969.1
Total	14	26872861.2	1167510.2	555621.1	284932.9	189085.3	13507153.2
Promedio		2469.4	2050.8	1604.3	849.8	737.1	7711.3
CV (%)		38.1	29.2	29.3	51.6	40.0	23.1

En el Cuadro 3.19 observamos la prueba de tukey realizado para el rendimiento de capítulos seleccionados por categorías donde encontramos significación o alta significación estadística de las cosechas realizadas durante el desarrollo del experimento excepto para la categoría cuarta donde no existe significación estadística.

Para la categoría primera observamos que la variedad A – 110 presenta similar rendimiento a las variedades Lorca, Imperial Star y Tavor y se diferencia de la variedad Arad; mientras que las variedades Lorca, Imperial Star, Tavor y Arad presentan similares rendimientos. Esta categoría oscila entre 724.6 y 3714.3 kg.ha⁻¹ para las variedades Arad y A – 110 respectivamente.

Para la categoría segunda observamos que la variedad Lorca presenta similar rendimiento que las variedades A – 110, Imperial Star y Tavor y se diferencia de la variedad Arad; mientras que la variedad Tavor presenta similar rendimiento que la variedad Arad. Esta categoría oscila entre 501.1 y 2817.2 kg.ha⁻¹ para las variedades Arad y Lorca respectivamente.

Para la categoría tercera observamos que la variedad A - 110 presenta similar rendimiento que las variedades Lorca, Imperial Star y Tavor y se diferencia de la variedad Arad; mientras que la variedad Tavor presenta similar rendimiento a la variedad Arad. Esta categoría oscila entre 497.9 y 1979.8 kg.ha⁻¹ para las variedades Arad y A – 110 respectivamente.

Para la categoría descarte observamos que la variedad A – 110 presenta similar rendimiento que las variedades Tavor, Lorca e Imperial Star y se

diferencia de la variedad Arad; mientras que las variedades Lorca, Imperial Star y Arad presentan similar rendimiento. Esta categoría oscila entre 86.6 y 1118.8 kg.ha⁻¹ para las variedades Arad y A – 110 respectivamente.

En el rendimiento total observamos que la variedad A – 110 presenta similar rendimiento que las variedades Lorca, imperial Star y Tavor y estas se diferencian de la variedad Arad.

Cuadro 3.19. Prueba de Tukey para los promedios del rendimiento de capítulos de 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*) por categorías. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Primera: Kg.ha⁻¹

Variedad	Promedio	ALS (T) 0.05
A-110	3714.3	a
Lorca	3234.5	a b
Imperial Star	2494.2	a b
Tavor	2179.3	a b
Arad	724.6	b

Descarte: Kg.ha⁻¹

Variedad	Promedio	ALS (T) 0.05
A-110	1118.8	a
Tavor	923.1	a
Lorca	794.5	a
Imperial Star	762.4	a
Arad	86.6	b

Segunda: Kg.ha⁻¹

Variedad	Promedio	ALS (T) 0.05
Lorca	2817.2	a
A-110	2696.7	a
Imperial Star	2285.3	a
Tavor	1953.5	a b
Arad	501.1	b

Total: Kg.ha⁻¹

Variedad	Promedio	ALS (T) 0.05
A-110	10717.2	a
Lorca	9736.5	a
Imperial Star	8511.4	a
Tavor	7578.3	a
Arad	2013.3	b

Tercera: Kg.ha⁻¹

Variedad	Promedio	ALS (T) 0.05
A-110	1979.8	a
Lorca	1958.4	a
Imperial Star	1927.7	a
Tavor	1657.7	a b
Arad	497.9	b

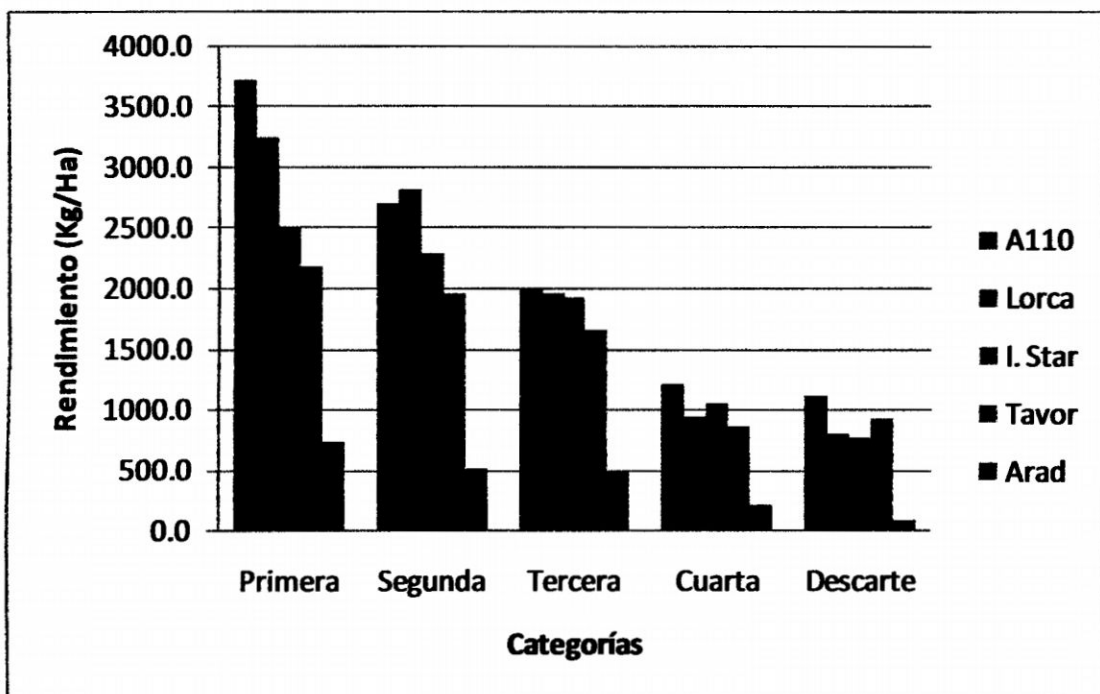


Figura 3.33. Promedio de rendimientos de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*) por categoría. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.

La figura 3.33 nos muestra el gráfico de los rendimientos de las 5 variedades de alcachofa categorizadas, donde observamos que la variedad A – 110 es la que presenta mayor rendimiento en la categoría primera, tercera, cuarta y descarte: mientras que la variedad Lorca es la que presenta mayor rendimiento en la categoría segunda comparadas las 5 variedades.

La variedad Arad es la que presenta los menores rendimientos en todas las categorías, lo cual nos indica que presenta una baja producción.

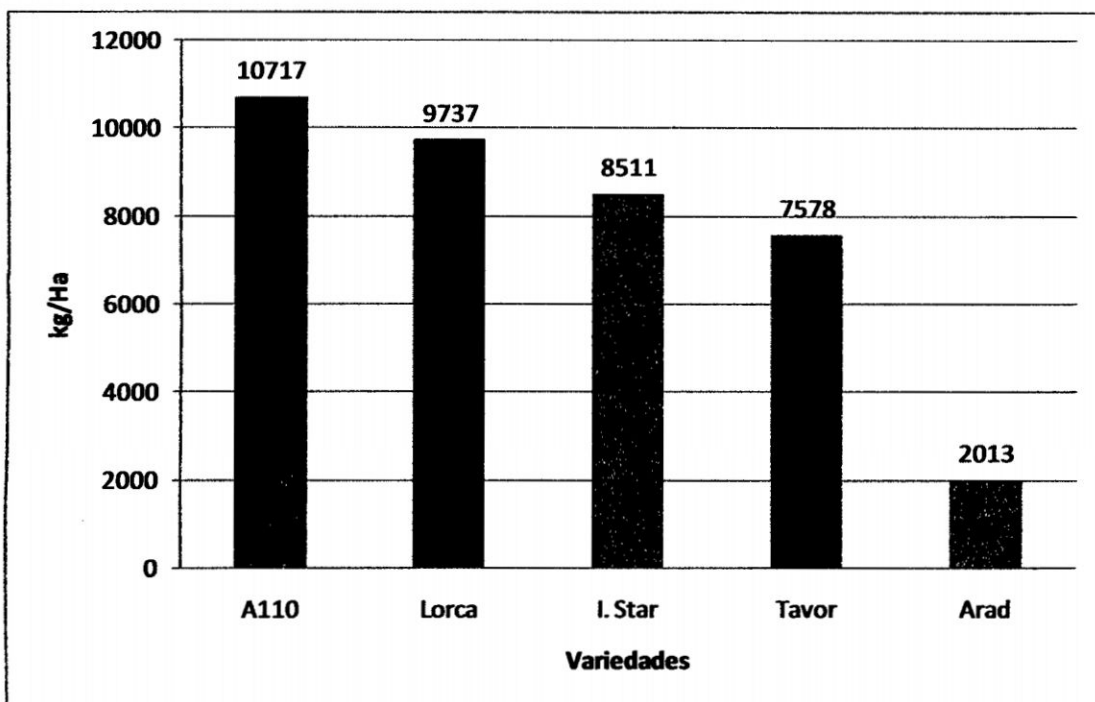


Figura 3.34. Rendimiento de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*).
Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.

En la figura 3.34 se observa el gráfico de los rendimientos obtenidos de las 5 variedades de alcachofa estudiadas, donde encontramos que la variedad A – 110 es la que presenta mayor rendimiento con 10 717.2 Kg.ha⁻¹ en promedio, seguida por las variedades Lorca, Imperial Star, Tavor y Arad con 9 736.5; 8 511.4; 7 578.3 y 2 013.3 Kg.ha⁻¹ respectivamente. Esto se debe a que las variedades A – 110, Lorca, Imperial Star y Tavor responden óptimamente a las condiciones climáticas de Churcampa; mientras que la variedad Arad no progresa en este tipo de condiciones climáticas. Huamani (2002), reporta que en Seccelambras 3436 msnm para la variedad Lorca, obtuvo rendimientos fluctuantes entre 14 970 – 16 280 kg.ha⁻¹, los cuales son mayores al obtenido en el experimento para la variedad Lorca, lo cual dependió de la fertilización y abonamiento aplicado en la parcela.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, permite señalar las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.1. CONCLUSIONES

1. Para alcanzar el estado 4 (productiva y madurez fisiológica) el cultivo de alcachofa necesita como promedio acumular 1398 GDD y 1684.2 de PAR; siendo la variedad Lorca la más precoz con 1360 GDD y 1642 de PAR, seguida por las variedades A – 110, Imperial Star, Tavor y Arad con 1376 y 1660; 1376 y 1660; 1392 y 1678 y 1486 y 1781 de GDD y PAR respectivamente.
2. La mayor acumulación de materia seca en las hojas se obtuvo con la variedad A – 110 con 783.83 gr; en el tallo la variedad Lorca obtuvo la mayor acumulación de materia seca con 469.27 gr e inicia la producción de capítulos a los 143 DDS al igual que la variedad Imperial Star siendo las más precoces; en la raíz la variedad Arad obtuvo mayor acumulación de materia seca con 473.67 gr.
3. El mayor índice de área foliar, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta se obtuvo con la variedad A – 110 con 9.77, 107.2 cm, 62.37 cm y 210.33 cm respectivamente.

4. El consumo total de agua por la alcachofa (variedad A – 110) fue de 861.36 mm durante todo su ciclo vegetativo. El coeficiente de cultivo (Kc) fue de 0.3 en la fase de prendimiento, 1.0 en la fase productiva y 0.95 en la senescencia.
5. El mayor rendimiento de capítulos de alcachofa se obtuvo con la variedad A – 110 con 10,717 Kg.ha⁻¹, seguida por las variedades Lorca, Imperial Star, Tavor y Arad con 9736; 8511; 7578 y 2013 Kg.ha⁻¹ respectivamente.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Sembrar la alcachofa variedad A – 110 por haber reportado el mayor rendimiento de capítulos en las condiciones climáticas del Distrito de Churcampa.
2. Repetir el experimento en otras condiciones climáticas, en varias campañas secano y bajo riego para tener una información mas confiable y reportar un óptimo requerimiento hídrico de la alcachofa en el Perú, para incentivar una mayor siembra de la alcachofa en nuestra región por presentar condiciones adecuadas para su crecimiento y desarrollo, además de proporcionarle al agricultor una alternativa en las pocas posibilidades de producción dentro de un sistema de rotación de cultivos.

RESUMEN

Con la finalidad de determinar la productividad y respuesta fenológica, mediante el análisis de la influencia de la radiación solar y temperatura en cinco variedades del cultivo de alcachofa, se desarrolló el presente trabajo de investigación en el Distrito y Provincia de Churcampa y Departamento de Huancavelica a una altitud de 3,368 m.s.n.m. El ensayo fue conducido desde el 07 de Octubre del 2009 que corresponde a la fecha de trasplante hasta el 20 de julio del 2010, fecha de chapoda del cultivo. La estructura de los tratamientos corresponde al DBCA (diseño bloque completo al Azar), el mismo que permitió una serie de análisis estadísticos con la finalidad de explicar el efecto del factor en estudio.

Se efectuaron siete cosechas con intervalos de dos semanas y ocho muestreos con intervalos de un mes a lo largo del periodo de crecimiento del cultivo. En cada uno de los muestreos se extrajeron una planta de alcachofa de cada tratamiento de los cuales se separaron los diferentes órganos de la planta (raíz, tallo, hojas, capítulos) y se determinaron los pesos secos y el área foliar.

Se concluye que:

Para alcanzar el estado 4 (productiva y madurez fisiológica) el cultivo de alcachofa necesita como promedio acumular 1398 GDD y 1684.2 de PAR; siendo la variedad Lorca la más precoz con 1360 GDD y 1642 de PAR, seguida por las variedades A – 110, Imperial Star, Tavor y Arad con 1376 y

1660; 1376 y 1660; 1392 y 1678 y 1486 y 1781 de GDD y PAR respectivamente.

La mayor acumulación de materia seca en las hojas se obtuvo con la variedad A – 110 con 783.83 gr; en el tallo la variedad Lorca obtuvo la mayor acumulación de materia seca con 469.27 gr e inicia la producción de capítulos a los 143 DDS al igual que la variedad Imperial Star siendo las más precoces; en la raíz la variedad Arad obtuvo mayor acumulación de materia seca con 473.67 gr.

El mayor índice de área foliar, altura de planta, profundidad de raíz y diámetro de planta se obtuvo con la variedad A – 110 con 9.77, 107.2 cm, 62.37 cm y 210.33 cm respectivamente.

El consumo total de agua por la alcachofa (variedad A – 110) fue de 861.36 mm durante todo su ciclo vegetativo. El coeficiente de cultivo (K_c) fue de 0.3 en la fase de prendimiento, 1.0 en la fase productiva y 0.95 en la senescencia.

El mayor rendimiento de capítulos de alcachofa se obtuvo con la variedad A – 110 con $10,717 \text{ Kg.ha}^{-1}$, seguida por las variedades Lorca, Imperial Star, Tavor y Arad con 9736; 8511; 7578 y 2013 Kg.ha^{-1} respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARGUISSAIN, G.G. 1990. Productividad de maíz en Balcarce. Tesis Magister Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
2. BASNIZKI Y ZOHARY 1987. Breeding of Seed – Planted Artichoke Department of Evolution, Systematics and Ecology. The Hebrew University, Jerusalem , Israel.
3. CARITAS - HUANUCO. 2002. Producción de alcachofa sin espinas para la exportación en la región Huánuco, Perú.
4. CASTILLO, J. 2003. Manejo integrado de plagas y enfermedades UNALM. Lima, Perú.
5. CATACTORA, E. 2002. Almacigos y métodos de propagación en alcachofa - INIA - Donoso Huaraz, Perú.
6. CERRON, V. 2005. Origen, importancia económica, distribución geográfica, taxonomía y morfología en el cultivo de alcachofa y espárrago. UNCP - Huancayo, Perú.
7. CROSS, H. Z. & M.S. ZUBER, 1972 Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. Agron. J.
8. CUNHA G., G. DALMAGO, V. ESTEFANEL, A. PASINATO Y M. MOREIRA. 2001. El niño scilación do Sul e seus impactos sobre a cultura de cevada no Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia. V.

9. DERIEUX, M., & R. BONHOMME. 1982 Heat unit requirements for maize hybrids in Europe. Results of the European FAO sub-network. I. Sowing-silking period. *Maydica*.
10. ELLIS, R. H., R. J. SUMMERFIELD, G. O. EDMEADES, & E. H. ROBERTS, 1992. Photoperiod, temperature, and the interval from sowing to tassel initiation in diverse cultivars of maize. *Crop Sci*.
11. FAO. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de requerimientos de agua de los cultivos. Serie Riego y Drenaje N° 56.
12. FERNÁNDEZ E. Y F. CAMACHO. 2005. Eficiencia en el uso del agua. Viveros. *Revista Extra* 2005.
13. FONTANA, D.C. BERLATO M.A. 1996. Relação entre El Nino Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento de milho no Estado de Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*. Porto Alegre.
14. GARCÍA J. 1990. Agrometeorología. Energía y Agua en la Agricultura. Edic. UNALM. 175 págs.
15. GARDNER, B. R, B. PERACE Y R. L. MITCHEL. 1985. *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press. USA.
16. GUROVICH, L. 1999. Riego tecnificado superficial. 2^{da} Edición. Edit. Alfa Omega. Edic. Universidad Católica de Chile.
17. HUAMANI CH. M. 2002. Influencia de niveles de fertilización mineral y gallinaza en el rendimiento de alcachofa (*Cynara scolymus* L.)

- Seccelambras, 3430 msnm Ayacucho. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho - Perú.
18. IDESI - HUANUCO, PROYECTO PRA. 2004. Producción de alcachofa sin espinas y selección para la exportación. Huánuco, Perú.
 19. INIA 2001. Cultivo de Alcachofa sin espinas. Lima, Perú.
 20. IZARRA, T. W. 2009. Evaluación del efecto del clima en la producción y productividad del maíz amarillo duro en la costa central del Perú. Edit. Inversiones TRONIC S.R.L. Lima, Perú.
 21. MAROTO, J. V., MIGUEL, A., BARTUAL, R., BAIXAULI, R., LÓPEZ, M., IRANZO, B. y LÓPEZ-GALARZA, S. 1997. Estrategias productivas en alcachofas con cultivares multiplicados por semillas. Agrícola Vergel 181.
 22. MOK, V. 2003. Medidas fitosanitarias para el comercio internacional de alcachofa y espárrago – SENASA, Perú.
 23. MONTEITH, J.L. Y UNSWORTH, M.H. 1990. Principles of environmental physics. Arnol, London.
 24. NEILD, R. Y M.W. SEELEY. 1987. Applications of growing degree days in field corn production. In: Agrometeorology of the maize crop. WMO N° 481. p. 426-436. Geneva, Switzerland.
 25. PAITAMALA, O 2002. Manejo agronómico de alcachofas sin espinas. FONCODES. Huancayo, Perú.

26. PORTUGAL, M 2005. Comercio internacional de alcachofa – ADEX. Perú.
27. RITCHIE, T. & D. S. NESMITH, 1991. Temperature and crop development. En: J. Hanks y J. T. Ritchie (eds.). Modeling plant and soil systems. ASA-CSSA-SSSA. Madison, Wisconsin. Agronomy Monograph.
28. ROBLES, F. 2001. Nuevas alternativas para la agricultura peruana y manejo de fertilizantes. PROMPEX, Perú.
29. ROEL A. Y W. BAETHGEN. 2005. El Niño y el arroz-Efectos en la producción Uruguaya. INIA Revista El País Uruguayo. Enero 2005.
30. RYDER, E.J. DE VOS, N.F. BARY, A.M. 1983. The globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) Amer. Soc. Hor. Sci.
31. SELLERS, P.J; et.al 1997. Modelling the Exchanges of Energy, Water, and Carbon Between Continents and the Atmosphere. Science.
32. TOLLENAR M, T. DAYNARD, & R. HUNTER, 1979. Effect of temperature on rate of leaf appearance and flowering date in maize. Crop Sci.
33. VAVILOV 1980. Centro de origen de alcachofa. Asia. Africa.
34. WANG, J. A. 1960. Critique of the heat unit approach to plant response studies. Ecology, Brooklin.
35. WARRINGTON, I. J. & E. KANEMASU, 1983. Corn growth response to temperature and photoperiod. I. Seedling emergence, tassel initiation, and anthesis. Agron.

ANEXOS

Anexo 01: Datos promedios del cultivo obtenidos de acuerdo a cada muestreo de plantas de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Variedad	Fecha	Tiempo (DDS)	Altura de planta (cm)	Profundidad de raíz (cm)	Diámetro de planta (cm)	Area foliar (cm ² /planta)	IAF
A - 110	02/12/09	55	14.43	17.43	17.33	63.99	0.01
A - 110	30/12/09	83	22.17	22.63	38.67	1131.02	0.15
A - 110	30/01/10	114	42.33	26.67	99.20	4230.35	0.54
A - 110	28/02/10	143	43.00	31.00	157.27	14909.51	1.91
A - 110	30/03/10	173	57.67	31.33	180.13	52308.85	6.71
A - 110	05/05/10	209	98.07	62.37	201.27	60053.97	7.70
A - 110	05/06/10	240	107.20	49.40	210.33	76169.00	9.77
A - 110	30/06/10	265	95.93	48.67	187.90	56485.60	7.24
Lorca	02/12/09	55	12.73	14.30	14.03	70.22	0.01
Lorca	30/12/09	83	20.73	22.00	34.17	513.55	0.07
Lorca	30/01/10	114	38.67	25.00	85.23	4159.30	0.53
Lorca	28/02/10	143	26.67	34.33	130.73	17771.76	2.28
Lorca	30/03/10	173	59.00	35.67	154.87	47280.98	6.06
Lorca	05/05/10	209	66.97	40.07	138.20	49337.65	6.33
Lorca	05/06/10	240	95.00	43.03	147.07	29186.02	3.74
Lorca	30/06/10	265	102.87	45.33	129.33	15755.65	2.02
I. Star	02/12/09	55	12.67	15.47	13.40	94.02	0.01
I. Star	30/12/09	83	24.40	21.17	35.03	835.63	0.11
I. Star	30/01/10	114	37.33	24.33	66.60	3400.81	0.44
I. Star	28/02/10	143	25.33	32.00	130.07	10555.57	1.35
I. Star	30/03/10	173	44.67	37.67	148.80	49903.09	6.40
I. Star	05/05/10	209	67.73	41.00	134.60	58414.17	7.49
I. Star	05/06/10	240	73.53	40.10	140.87	48983.00	6.28
I. Star	30/06/10	265	68.53	56.77	126.07	48081.88	6.16
Tavor	02/12/09	55	10.23	14.97	12.90	86.43	0.01
Tavor	30/12/09	83	18.80	22.53	33.77	749.29	0.10
Tavor	30/01/10	114	34.67	22.33	69.17	3684.54	0.47
Tavor	28/02/10	143	21.00	28.00	131.13	10351.74	1.33
Tavor	30/03/10	173	44.33	36.00	140.60	33225.09	4.26
Tavor	05/05/10	209	72.47	44.83	139.40	49160.92	6.30
Tavor	05/06/10	240	47.33	42.07	142.53	51289.16	6.58
Tavor	30/06/10	265	86.87	45.73	119.80	33119.08	4.25
Arad	02/12/09	55	12.30	15.43	13.13	68.05	0.01
Arad	30/12/09	83	23.13	20.97	34.40	624.00	0.08
Arad	30/01/10	114	33.67	25.00	81.73	3660.29	0.47
Arad	28/02/10	143	27.67	28.67	132.87	8092.45	1.04
Arad	30/03/10	173	45.00	38.67	150.27	30946.19	3.97
Arad	05/05/10	209	48.87	39.93	135.00	55261.20	7.08
Arad	05/06/10	240	34.73	41.53	139.60	49492.19	6.35
Arad	30/06/10	265	81.03	49.43	121.43	67253.37	8.62

Anexo 02: Datos promedios del cultivo obtenidos de acuerdo a cada muestreo de plantas de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368

Variedad	Fecha	Tiempo (DDS)	Peso seco hojas (gr/pl)	Peso seco tallo (gr/pl)	Peso seco raíz (gr/pl)	Peso seco capítulos (gr/pl)	Peso seco total (gr/pl)
A - 110	02/12/09	55	2.87	0.00	0.63	0.00	3.50
A - 110	30/12/09	83	14.23	0.63	2.63	0.00	17.50
A - 110	30/01/10	114	48.43	2.60	9.10	0.00	60.13
A - 110	28/02/10	143	377.53	49.90	64.20	0.00	491.63
A - 110	30/03/10	173	783.83	162.93	93.00	8.07	1047.83
A - 110	05/05/10	209	624.60	383.93	274.13	52.13	1334.80
A - 110	05/06/10	240	607.10	336.87	295.03	30.77	1269.77
A - 110	30/06/10	265	613.37	343.60	293.70	28.67	1279.33
Lorca	02/12/09	55	2.23	0.00	0.37	0.00	2.60
Lorca	30/12/09	83	6.90	0.20	1.23	0.00	8.33
Lorca	30/01/10	114	50.23	3.63	9.53	0.00	63.40
Lorca	28/02/10	143	238.17	20.50	37.50	1.43	297.60
Lorca	30/03/10	173	524.67	114.30	47.53	11.67	698.17
Lorca	05/05/10	209	434.67	243.30	116.73	81.87	876.57
Lorca	05/06/10	240	273.37	428.90	246.60	48.87	997.73
Lorca	30/06/10	265	230.13	469.27	169.33	57.27	926.00
I. Star	02/12/09	55	2.27	0.00	0.43	0.00	2.70
I. Star	30/12/09	83	11.40	0.37	1.93	0.00	13.70
I. Star	30/01/10	114	41.10	2.67	6.93	0.00	50.70
I. Star	28/02/10	143	131.60	10.97	34.47	1.03	178.07
I. Star	30/03/10	173	458.57	75.97	81.73	4.67	620.93
I. Star	05/05/10	209	295.77	235.80	157.60	72.13	761.30
I. Star	05/06/10	240	360.80	201.83	175.27	21.10	759.00
I. Star	30/06/10	265	487.27	357.90	192.40	68.43	1106.00
Tavor	02/12/09	55	2.33	0.00	0.80	0.00	3.13
Tavor	30/12/09	83	10.00	0.23	1.77	0.00	12.00
Tavor	30/01/10	114	44.90	1.90	7.27	0.00	54.07
Tavor	28/02/10	143	105.03	6.60	20.97	0.00	132.60
Tavor	30/03/10	173	390.33	66.23	115.87	9.00	581.43
Tavor	05/05/10	209	303.50	214.13	129.87	100.07	747.57
Tavor	05/06/10	240	384.33	156.00	149.23	25.27	714.83
Tavor	30/06/10	265	391.67	309.23	204.87	72.20	977.97
Arad	02/12/09	55	2.83	0.00	0.83	0.00	3.67
Arad	30/12/09	83	8.60	0.53	4.10	0.00	13.23
Arad	30/01/10	114	33.00	1.60	11.50	0.00	46.10
Arad	28/02/10	143	141.23	11.97	67.70	0.00	220.90
Arad	30/03/10	173	402.23	26.80	112.00	0.97	542.00
Arad	05/05/10	209	669.27	174.23	265.27	44.50	1153.27
Arad	05/06/10	240	396.73	114.47	432.70	11.07	954.97
Arad	30/06/10	265	630.27	268.63	473.67	25.97	1398.53

Anexo 03: Datos promedios del cultivo obtenidos de acuerdo a cada muestreo de plantas de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Variedad	Fecha	Tiempo (DDS)	GDD por etapa (°C)	GDD (°C)	PAR por etapa (MJ/m ² *día)	PAR (MJ/m ² *día)
A - 110	02/12/09	55	462.3	462.3	568.5	568.5
A - 110	30/12/09	83	219.3	681.6	273.7	842.2
A - 110	30/01/10	114	225.4	907.0	294.8	1137.0
A - 110	28/02/10	143	237.4	1144.4	258.6	1395.6
A - 110	30/03/10	173	239.0	1383.4	273.9	1669.5
A - 110	05/05/10	209	283.8	1667.1	314.8	1984.2
A - 110	05/06/10	240	219.5	1886.6	247.7	2231.9
A - 110	30/06/10	265	169.7	2056.3	203.4	2435.3
Lorca	02/12/09	55	462.3	462.3	568.5	568.5
Lorca	30/12/09	83	219.3	681.6	273.7	842.2
Lorca	30/01/10	114	225.4	907.0	294.8	1137.0
Lorca	28/02/10	143	237.4	1144.4	258.6	1395.6
Lorca	30/03/10	173	239.0	1383.4	273.9	1669.5
Lorca	05/05/10	209	283.8	1667.1	314.8	1984.2
Lorca	05/06/10	240	219.5	1886.6	247.7	2231.9
Lorca	30/06/10	265	169.7	2056.3	203.4	2435.3
I. Star	02/12/09	55	462.3	462.3	568.5	568.5
I. Star	30/12/09	83	219.3	681.6	273.7	842.2
I. Star	30/01/10	114	225.4	907.0	294.8	1137.0
I. Star	28/02/10	143	237.4	1144.4	258.6	1395.6
I. Star	30/03/10	173	239.0	1383.4	273.9	1669.5
I. Star	05/05/10	209	283.8	1667.1	314.8	1984.2
I. Star	05/06/10	240	219.5	1886.6	247.7	2231.9
I. Star	30/06/10	265	169.7	2056.3	203.4	2435.3
Tavor	02/12/09	55	462.3	462.3	568.5	568.5
Tavor	30/12/09	83	219.3	681.6	273.7	842.2
Tavor	30/01/10	114	225.4	907.0	294.8	1137.0
Tavor	28/02/10	143	237.4	1144.4	258.6	1395.6
Tavor	30/03/10	173	239.0	1383.4	273.9	1669.5
Tavor	05/05/10	209	283.8	1667.1	314.8	1984.2
Tavor	05/06/10	240	219.5	1886.6	247.7	2231.9
Tavor	30/06/10	265	169.7	2056.3	203.4	2435.3
Arad	02/12/09	55	462.3	462.3	568.5	568.5
Arad	30/12/09	83	219.3	681.6	273.7	842.2
Arad	30/01/10	114	225.4	907.0	294.8	1137.0
Arad	28/02/10	143	237.4	1144.4	258.6	1395.6
Arad	30/03/10	173	239.0	1383.4	273.9	1669.5
Arad	05/05/10	209	283.8	1667.1	314.8	1984.2
Arad	05/06/10	240	219.5	1886.6	247.7	2231.9
Arad	30/06/10	265	169.7	2056.3	203.4	2435.3

Anexo 04: Datos promedios de GDR y Radiación Residual de acuerdo a la cambio de estado fenológico en las 5 variedades de alcachofa. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

Variedad	Estado fenológico	Fecha	Tiempo	GDD (°C)	PAR (MJ/m2*día)
A - 110	9 hojas	25/01/10	109	877	1091
A - 110	9 a 15 hojas	20/02/10	136	1086	1335
A - 110	15 a 21 hojas	08/03/10	151	1212	1477
A - 110	Productiva	29/03/10	172	1376	1660
A - 110	Senescencia	20/07/10	285	2178	2591
Lorca	9 hojas	21/01/10	105	842	1051
Lorca	9 a 15 hojas	19/02/10	134	1076	1323
Lorca	15 a 21 hojas	11/03/10	155	1238	1506
Lorca	Productiva	27/03/10	170	1360	1642
Lorca	Senescencia	20/07/10	285	2178	2591
I. Star	9 hojas	21/01/10	105	842	1051
I. Star	9 a 15 hojas	19/02/10	134	1073	1320
I. Star	15 a 21 hojas	10/03/10	153	1225	1491
I. Star	Productiva	29/03/10	172	1376	1660
I. Star	Senescencia	20/07/10	285	2178	2591
Tavor	9 hojas	20/01/10	104	835	1041
Tavor	9 a 15 hojas	21/02/10	136	1092	1341
Tavor	15 a 21 hojas	11/03/10	155	1238	1506
Tavor	Productiva	31/03/10	174	1392	1678
Tavor	Senescencia	20/07/10	285	2178	2591
Arad	9 hojas	25/01/10	109	877	1091
Arad	9 a 15 hojas	25/02/10	140	1121	1374
Arad	15 a 21 hojas	18/03/10	161	1292	1566
Arad	Productiva	12/04/10	186	1486	1781
Arad	Senescencia	20/07/10	285	2178	2591

Anexo 05: Promedios de los parámetros climáticos mensuales utilizados para el cálculo de la ETo por el Método de Penman - Monteith modificado por la FAO. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

MES	T° Media	T° Máxima	T° Mínima	HR Media	Velocidad del viento media	PP Total	Radiación total
	° C	° C	° C	%	m/seg	mm	cal/cm2*día
Octubre	12.63	18.9	8.1	61.52	2.42	1.18	456.50
Noviembre	12.3	17.8	8.5	67.44	1.88	4.00	476.60
Diciembre	12.09	17.14	8.43	74.90	1.92	6.34	456.70
Enero	11.49	16.27	8.24	79.25	1.73	5.40	457.46
Febrero	12.39	17.51	8.90	76.30	1.78	2.90	459.61
Marzo	12.24	17.21	8.64	76.11	1.99	3.14	452.14
Abril	12.33	18.20	7.68	70.15	1.91	0.63	429.13
Mayo	11.74	17.68	6.72	62.37	2.00	0.24	406.93
Junio	11.13	17.45	6.01	58.61	2.12	0.00	407.70
Julio	11.15	17.98	6.05	51.73	2.16	0.00	414.73

Anexo 06: Correlaciones de los parámetros evaluados en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymu*) variedad A - 110. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

	T	G	R	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
T	1	1.00 **	1.00 **	0.77 **	0.84 **	0.79 **	0.70 **	0.84 **	0.80 **	0.80 **	0.91 **	0.75 **	0.92 **
G		1	1.000 **	0.772 **	0.848 **	0.793 **	0.710 **	0.848 **	0.807 **	0.807 **	0.911 **	0.757 **	0.924 **
R			1	0.772 **	0.843 **	0.788 **	0.704 **	0.845 **	0.803 **	0.803 **	0.909 **	0.754 **	0.928 **
P1				1	0.792 **	0.801 **	0.627 **	0.951 **	0.912 **	0.912 **	0.644 **	0.581 **	0.848 **
P2					1	0.910 **	0.875 **	0.933 **	0.857 **	0.857 **	0.861 **	0.806 **	0.785 **
P3						1	0.811 **	0.932 **	0.896 **	0.896 **	0.731 **	0.708 **	0.719 **
P4							1	0.793 **	0.724 **	0.724 **	0.714 **	0.644 **	0.657 **
P5								1	0.948 **	0.948 **	0.769 **	0.714 **	0.851 **
P6									1	1 **	0.743 **	0.683 **	0.802 **
P7										1	0.743 **	0.683 **	0.802 **
P8											1	0.851 **	0.855 **
P9												1	0.719 **
P10													1

Anexo 07: Correlaciones de los parámetros evaluados en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymu*) variedad Lorca. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

	T	G	R	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
T	1	1.00 **	1.00 **	0.60 **	0.88 **	0.76 **	0.78 **	0.90 **	0.58 **	0.58 **	0.95 **	0.93 **	0.84 **
G		1	1.00 **	0.61 **	0.88 **	0.75 **	0.79 **	0.90 **	0.59 **	0.59 **	0.95 **	0.94 **	0.84 **
R			1	0.61 **	0.87 **	0.75 **	0.78 **	0.90 **	0.59 **	0.59 **	0.94 **	0.94 **	0.85 **
P1				1	0.41 *	0.41 *	0.50 *	0.77 **	0.93 **	0.93 **	0.53 **	0.64 **	0.79 **
P2					1	0.83 **	0.80 **	0.88 **	0.42 **	0.42 **	0.93 **	0.78 **	0.57 **
P3						1	0.70 **	0.84 **	0.45 **	0.45 **	0.82 **	0.72 **	0.53 **
P4							1	0.82 **	0.56 **	0.56 **	0.77 **	0.76 **	0.53 **
P5								1	0.76 **	0.76 **	0.90 **	0.86 **	0.78 **
P6									1	1 **	0.51 **	0.57 **	0.76 **
P7										1	0.51 **	0.57 **	0.76 **
P8											1	0.86 **	0.71 **
P9												1	0.86 **
P10													1

Anexo 08: Correlaciones de los parámetros evaluados en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymu*) variedad Imperial Star. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

	T	G	R	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
T	1	1.00 **	1.00 **	0.80 **	0.84 **	0.92 **	0.74 **	0.91 **	0.70 **	0.70 **	0.84 **	0.88 **	0.84 **
G		1	1.00 **	0.80 **	0.84 **	0.92 **	0.75 **	0.91 **	0.71 **	0.71 **	0.84 **	0.88 **	0.85 **
R			1	0.80 **	0.83 **	0.91 **	0.74 **	0.90 **	0.71 **	0.71 **	0.84 **	0.88 **	0.85 **
P1				1	0.68 **	0.81 **	0.60 **	0.93 **	0.84 **	0.84 **	0.62 **	0.69 **	0.72 **
P2					1	0.86 **	0.84 **	0.90 **	0.55 **	0.55 **	0.87 **	0.78 **	0.56 **
P3						1	0.82 **	0.94 **	0.81 **	0.81 **	0.79 **	0.75 **	0.71 **
P4							1	0.81 **	0.64 **	0.64 **	0.68 **	0.69 **	0.46 **
P5								1	0.80 **	0.80 **	0.80 **	0.80 **	0.72 **
P6									1	1 **	0.48 **	0.51 **	0.65 **
P7										1	0.48 **	0.51 **	0.65 **
P8											1	0.74 **	0.66 **
P9												1	0.74 **
P10													1

Anexo 09: Correlaciones de los parámetros evaluados en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymu*) variedad Tavor. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

	T	G	R	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
T	1	1.00 **	1.00 **	0.89 **	0.83 **	0.87 **	0.60 **	0.93 **	0.84 **	0.84 **	0.84 **	0.88 **	0.83 **	
G		1	1.00 **	0.89 **	0.83 **	0.87 **	0.61 **	0.93 **	0.85 **	0.85 **	0.83 **	0.89 **	0.84 **	
R			1	0.89 **	0.82 **	0.86 **	0.60 **	0.93 **	0.85 **	0.85 **	0.83 **	0.89 **	0.84 **	
P1				1	0.68 **	0.88 **	0.50 **	0.92 **	0.88 **	0.88 **	0.69 **	0.85 **	0.79 **	
P2					1	0.80 **	0.84 **	0.90 **	0.69 **	0.69 **	0.90 **	0.78 **	0.53 **	
P3						1	0.59 **	0.94 **	0.78 **	0.78 **	0.76 **	0.83 **	0.65 **	
P4							1	0.74 **	0.60 **	0.60 **	0.74 **	0.62 **	0.41 **	
P5								1	0.86 **	0.86 **	0.85 **	0.89 **	0.72 **	
P6									1	1.00 **	0.63 **	0.83 **	0.76 **	
P7											1	0.83 **	0.76 **	
P8												1	0.62 **	
P9													0.78 **	
P10														1

Anexo 010: Correlaciones de los parámetros evaluados en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymu*) variedad Arad. Churcampa - Huancavelica 3368 msnm

	T	G	R	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
T	1	1.00 **	1.00 **	0.79 **	0.76 **	0.79 **	0.54 **	0.84 **	0.87 **	0.87 **	0.78 **	0.91 **	0.80 **
G		1	1.00 **	0.79 **	0.76 **	0.79 **	0.54 **	0.84 **	0.87 **	0.87 **	0.77 **	0.91 **	0.81 **
R			1	0.79 **	0.75 **	0.78 **	0.54 **	0.83 **	0.86 **	0.86 **	0.77 **	0.91 **	0.81 **
P1				1	0.80 **	0.81 **	0.53 **	0.95 **	0.93 **	0.93 **	0.76 **	0.83 **	0.60 **
P2					1	0.86 **	0.68 **	0.92 **	0.87 **	0.87 **	0.80 **	0.82 **	0.40 **
P3						1	0.38 **	0.93 **	0.85 **	0.85 **	0.64 **	0.82 **	0.46 **
P4							1	0.56 **	0.60 **	0.60 **	0.44 **	0.57 **	0.35 **
P5								1	0.95 **	0.95 **	0.77 **	0.88 **	0.55 **
P6									1	1	0.78 **	0.85 **	0.61 **
P7										1	0.78 **	0.85 **	0.61 **
P8											1	0.75 **	0.55 **
P9												1	0.72 **
P10													1

Significado de las denotaciones para los anexos 06, 07, 08, 09 y 10

T	Tiempo (DDS)
G	Grados Días Residual (°C)
R	Radiación Residual (MJ/m ² *día)
P1	Peso seco de hojas (gr/planta)
P2	Peso seco de tallo (gr/planta)
P3	Peso seco de raíz (gr/planta)
P4	Peso seco de capítulos (gr/planta)
P5	Peso seco total (gr/planta)
P6	Área foliar (cm ² /planta)
P7	IAF
P8	Altura de planta (cm)
P9	Profundidad de raíz (cm)
P10	Diámetro de planta (cm)

Anexo 11: Análisis de variancia del número de hojas de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	4.1	2.07	0.7	4.46, 8.65 NS
Tratamiento	4	10.7	2.67	0.9	3.84, 7.01 NS
Error	8	22.5	2.82		
Total	14	37.3	2.67		

CV = 6.3 %

Anexo 12: Análisis de variancia de la longitud de hoja de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	347.6	173.79	5.5	4.46, 8.65 *
Tratamiento	4	680.1	170.03	5.4	3.84, 7.01 *
Error	8	252.2	31.52		
Total	14	1279.9	91.42		

CV = 7.3 %

Anexo 13: Análisis de variancia de altura de planta de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	338.1	169.06	1.2	4.46, 8.65
Tratamiento	4	11300.0	2825.00	19.5	3.84, 7.01 **
Error	8	1161.0	145.12		
Total	14	12799.1	914.22		

CV = 16.8 %

Anexo 14: Análisis de variancia de ancho de planta de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	92.3	46.14	5.4	4.46, 8.65 *
Tratamiento	4	3108.8	777.19	90.9	3.84,7.01 **
Error	8	68.4	8.55		
Total	14	3269.4	233.53		

CV = 2.7 %

Anexo 15: Análisis de variancia del Área Foliar de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	2822940719	1411470360	8.3	4.46, 8.65 **
Tratamiento	4	4887936401	1221984100	7.2	3.84,7.01 **
Error	8	1362189687	170273711		
Total	14	9073066808	648076201		

CV = 29.6 %

Anexo 16: Análisis de variancia del peso seco total de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	988.5	494.26	0.1	4.46, 8.65
Tratamiento	4	150729.2	37682.30	5.0	3.84,7.01 *
Error	8	60742.8	7592.85		
Total	14	212460.5	15175.75		

CV = 17.1 %

Anexo 17: Análisis de variancia del rendimiento de la categoría primera de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	4012741	2006370	2.3	4.46, 8.65
Tratamiento	4	15792426	3948106	4.5	3.84,7.01 *
Error	8	7067695	883462		
Total	14	26872861	1919490		

CV = 38.1 %

Anexo 18: Análisis de variancia del rendimiento de la categoría segunda de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	3067702	1533851	4.3	4.46, 8.65
Tratamiento	4	10412002	2603000	7.3	3.84, 7.01 **
Error	8	2865438	358180		
Total	14	16345142	1167510		

CV = 29.2 %

Anexo 19: Análisis de variancia del rendimiento de la categoría tercera de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	1217344	608672	2.8	4.46, 8.65
Tratamiento	4	4793509	1198377	5.4	3.84, 7.01 *
Error	8	1767842	220980		
Total	14	7778695	555621		

CV = 29.3 %

Anexo 20: Análisis de variancia del rendimiento de la categoría cuarta de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	682270	341135	1.8	4.46, 8.65
Tratamiento	4	1770502	442625	2.3	3.84, 7.01 NS
Error	8	1536288	192036		
Total	14	3989060	284933		

CV = 51.6 %

Anexo 21: Análisis de variancia del rendimiento de la categoría descarte de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	131252.8	65626.4	0.8	4.46, 8.65
Tratamiento	4	1822144.2	455536.1	5.3	3.84, 7.01 *
Error	8	693796.6	86724.6		
Total	14	2647193.6	189085.3		

CV = 40.0 %

Anexo 22: Análisis de variancia del rendimiento total de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

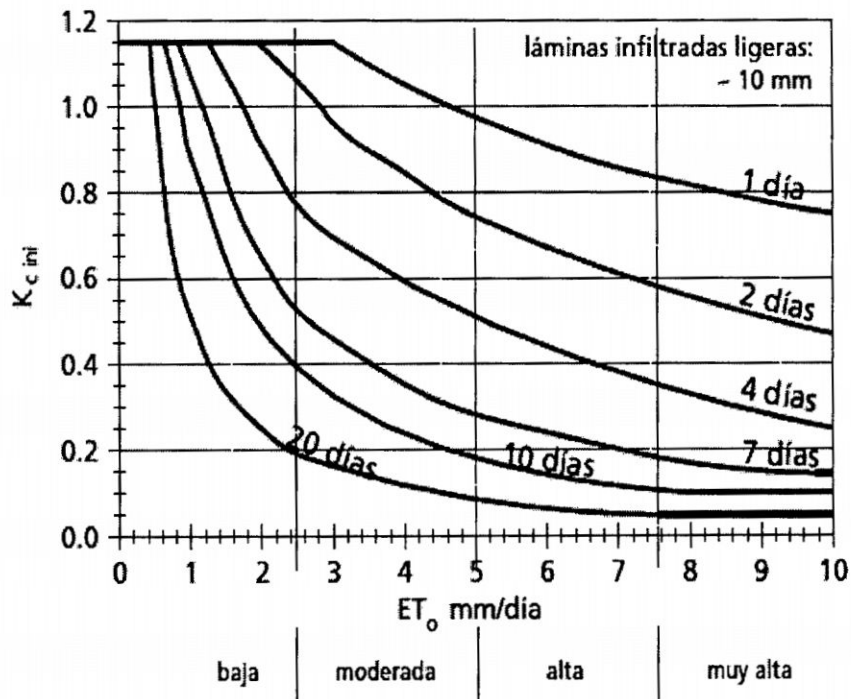
FDV	GL	SC	CM	Fc	Ft
Bloque	2	24865671	12432835	3.9	4.46, 8.65
Tratamiento	4	138786721	34696680	10.9	3.84, 7.01 **
Error	8	25447753	3180969		
Total	14	189100145	13507153		

CV = 23.1 %

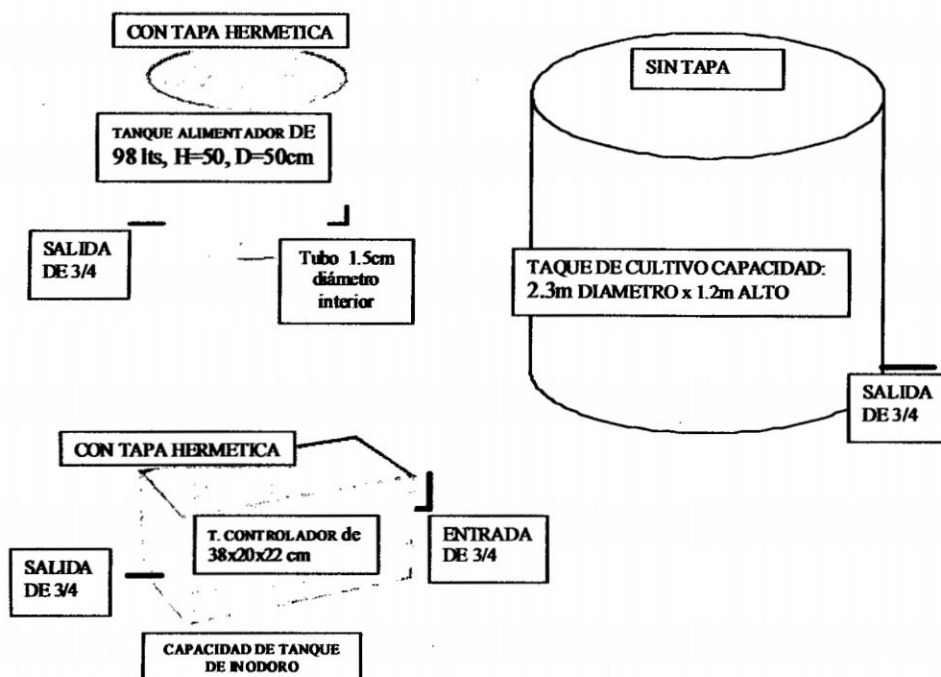
Anexo 23: Promedio de los rendimientos categorizados de las 5 variedades de alcachofa (*Cynara scolymus*). Churcampa - Huancavelica 3368 msnm.

Tratamiento	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Descarte	Total
A - 110	3714.3	2696.7	1979.8	1207.6	1118.8	10717.2
Lorca	3234.5	2817.2	1958.4	931.9	794.5	9736.5
I. Star	2494.2	2285.3	1927.7	1041.8	762.4	8511.4
Tavor	2179.3	1953.5	1657.7	864.7	923.1	7578.3
Arad	724.6	501.1	497.9	203.0	86.6	2013.3

Anexo 24: Valor promedio de Kc inicial relacionado con el nivel de ETo y el intervalo entre riegos o lluvias significativas durante la etapa inicial del crecimiento.



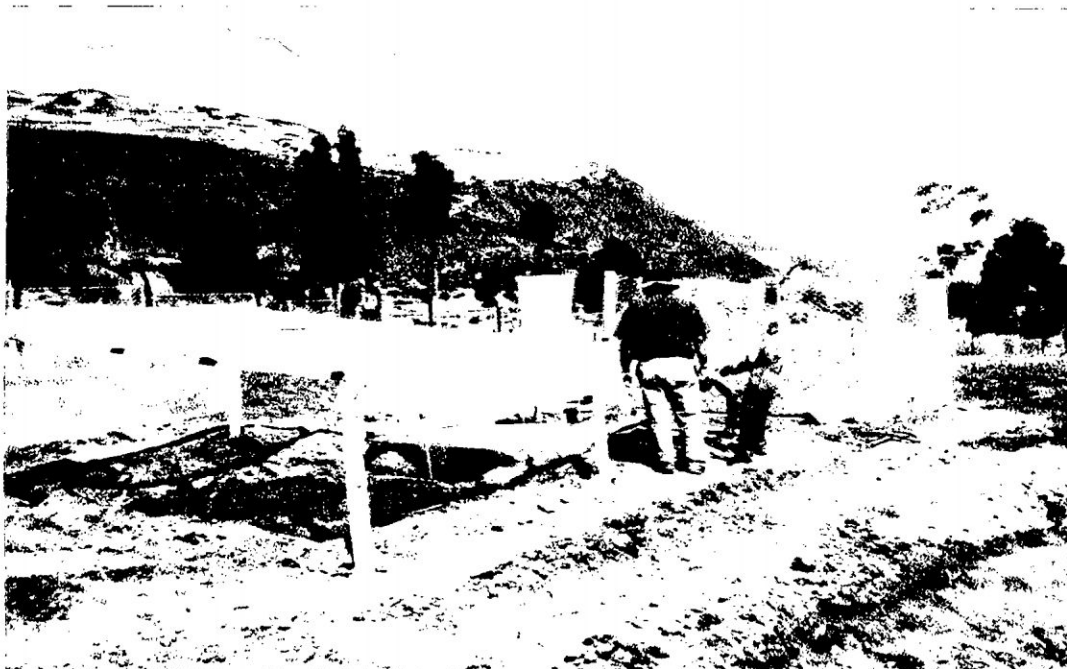
Anexo 25: Detalles de los tanques para el equipo de lisímetro utilizado en el experimento. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.



Anexo 26: Demarcación de bloques y parcelas. Trasplante del cultivo de alcachofa. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.



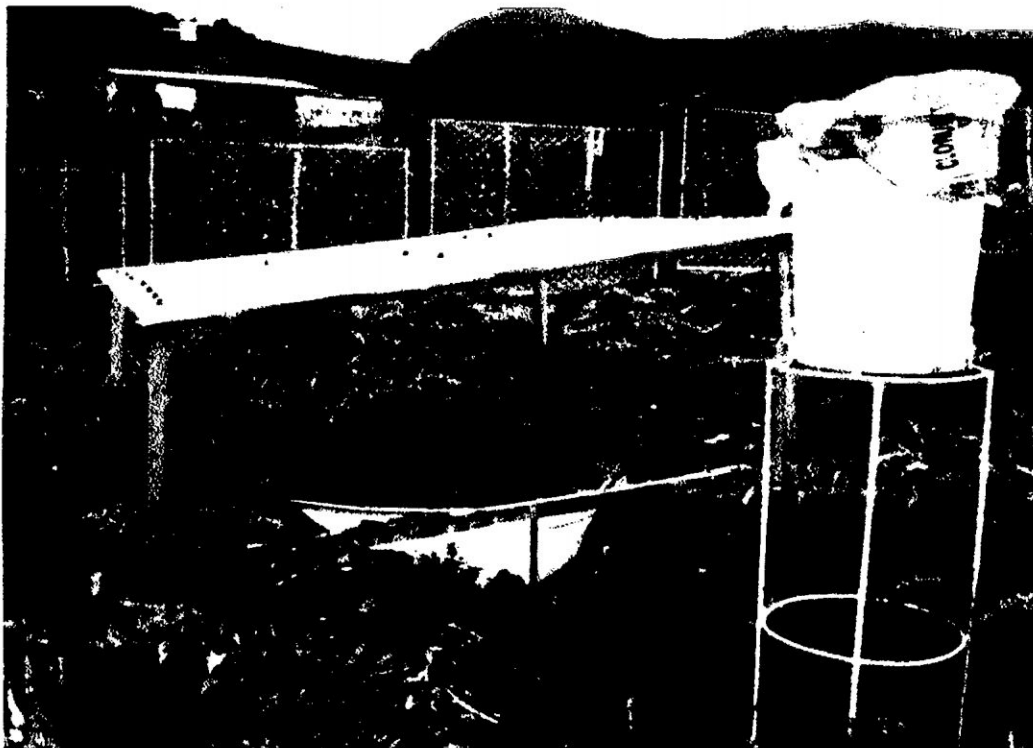
Anexo 27: Vista panorámica del lisímetro y la estación meteorológica instalada en la parcela experimental. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.



Anexo 28: Vista panorámica del cultivo de alcachofa. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.



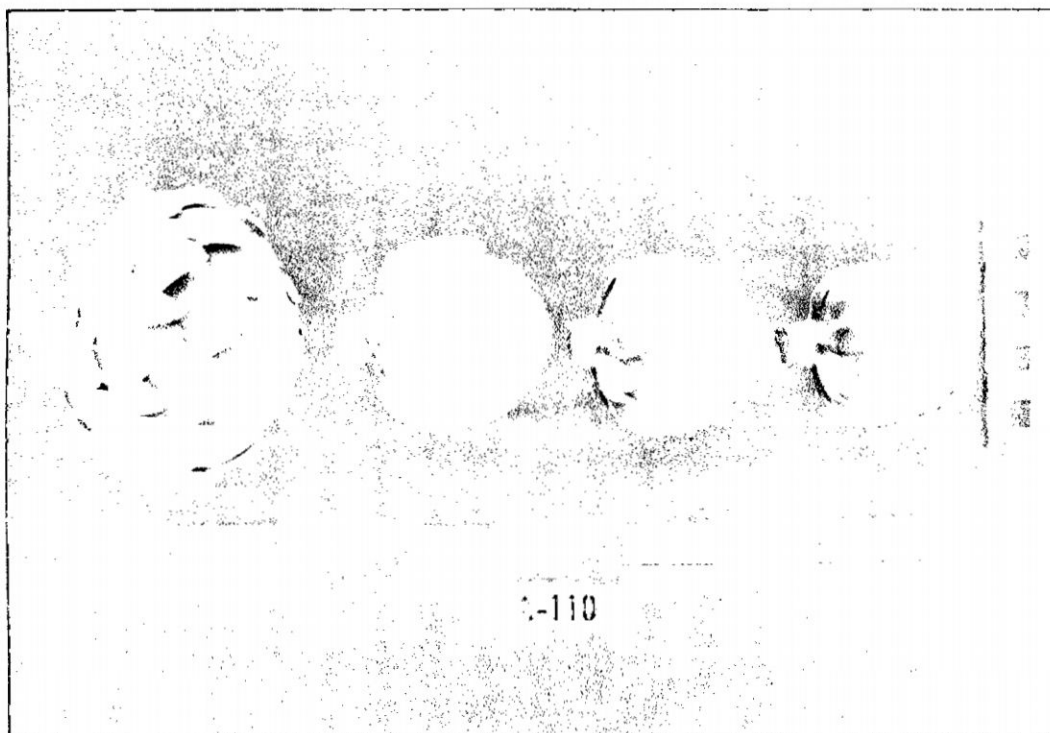
Anexo 29: Vista panorámica del lisímetro en pleno crecimiento del cultivo de alcachofa. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.



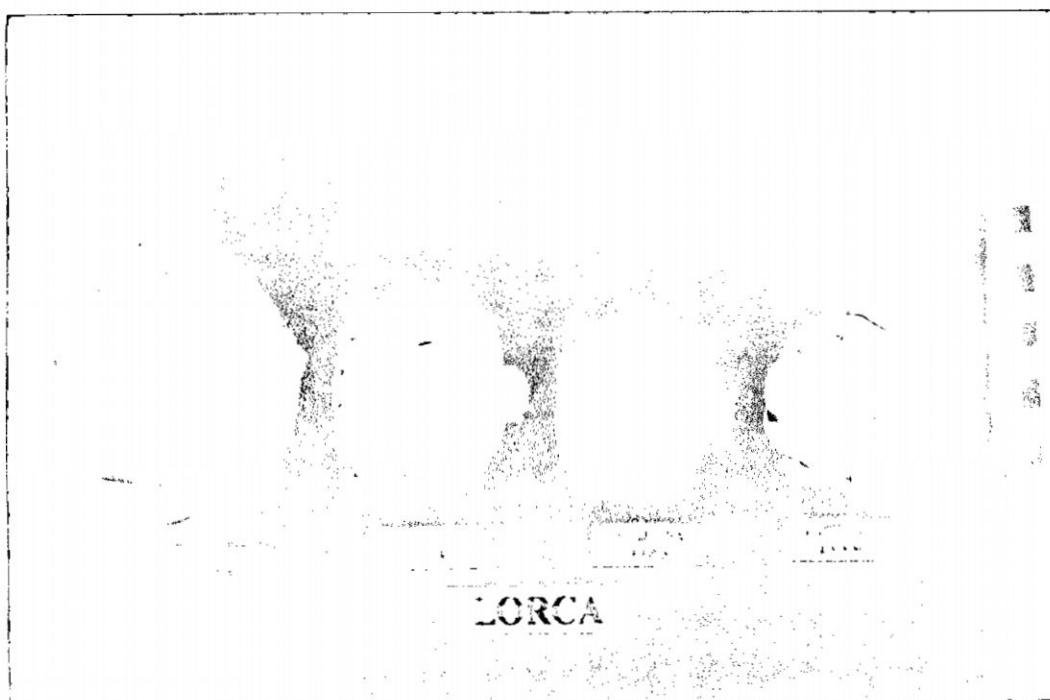
Anexo 30: Vista panorámica del cultivo en plena producción, variedad A – 110. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm



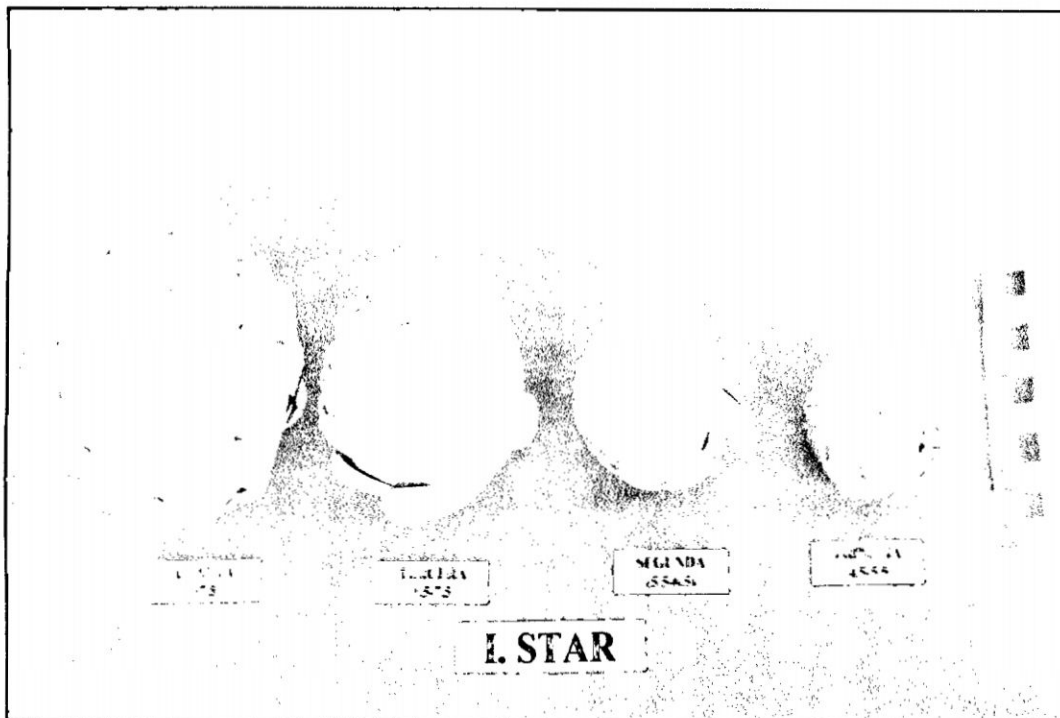
Anexo 31: Categorías de cosecha de la variedad A – 110. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.



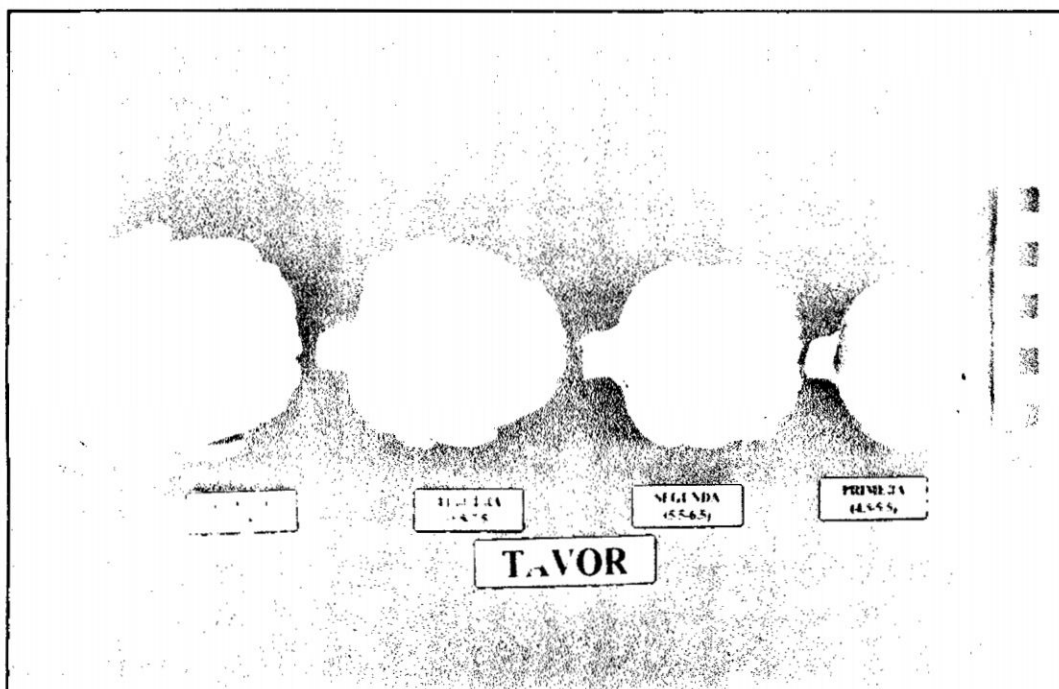
Anexo 32: Categorías de cosecha de la variedad Lorca. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.



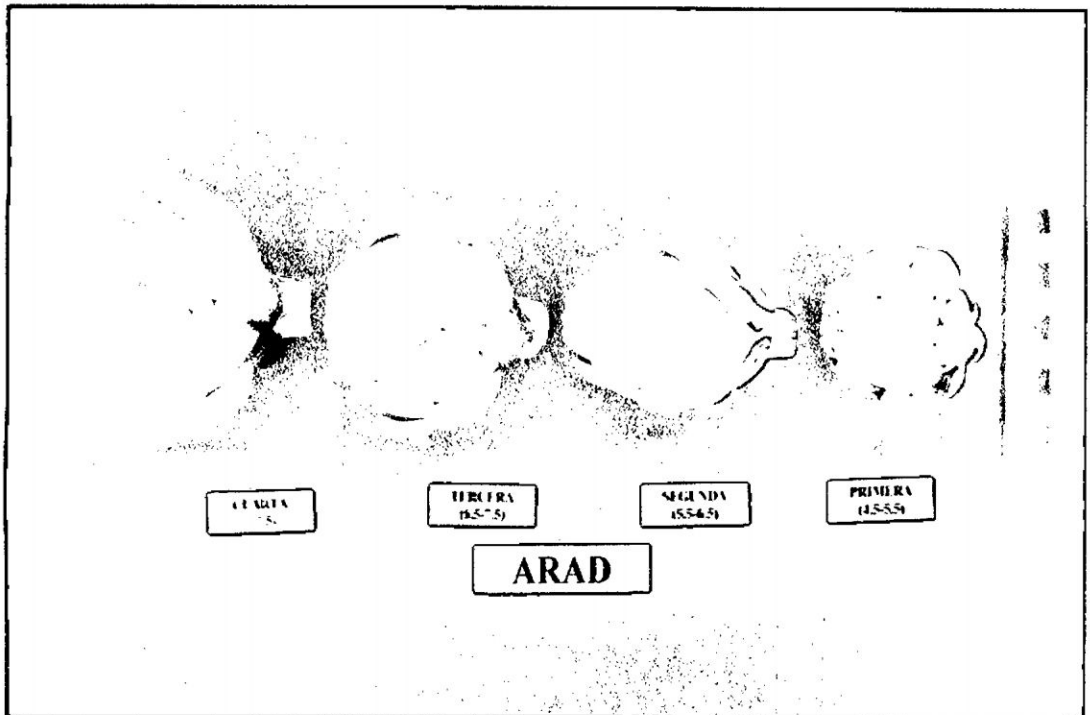
Anexo 33: Categorías de cosecha de la variedad Imperial Star. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.



Anexo 34: Categorías de cosecha de la variedad Tavor. Churcampa – Huancavelica 3368 msnm.



**Anexo 35: Categorías de cosecha de la variedad Arad. Churcampa –
Huancavelica 3368 msnm.**



BIBLIOTECA E INFORMACIÓN
CULTURAL
U.N.S.C.H.