

**FENOLOGÍA Y PROFUNDIDAD RADICAL DEL CULTIVO DE GIRASOL
(*Helianthus annuus*) var. Sunbright EN EL SECTOR QUEROCHACA, CANTÓN
CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**

CELIA MARÍA TENESACA QUITO

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**



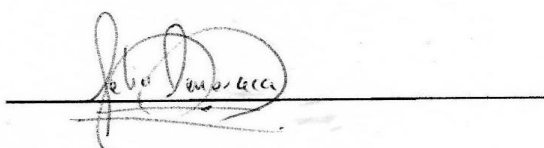
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

AMBATO - ECUADOR

2015

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **CELIA MARÍA TENESACA QUITO**, portadora de la cédula de identidad número: 1104732068, en honor a la verdad, declaro que el trabajo de investigación titulado **FENOLOGÍA Y PROFUNDIDAD RADICAL DEL CULTIVO DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) var. Sunbright EN EL SECTOR QUEROCHACA, CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA** es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Celia María Tenesaca', is written over a horizontal line.

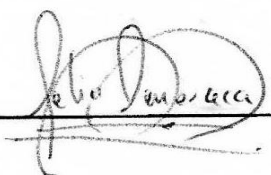
Celia María Tenesaca Quito

DERECHO DE AUTOR

Al presentar esta tesis como uno de los requisitos previos para la obtención del título de Tercer Nivel en la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que haga de esta tesis un documento disponible para su lectura, según las normas de la universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de esta tesis dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de esta tesis, o de parte de ella.



Celia María Tenesaca Quito

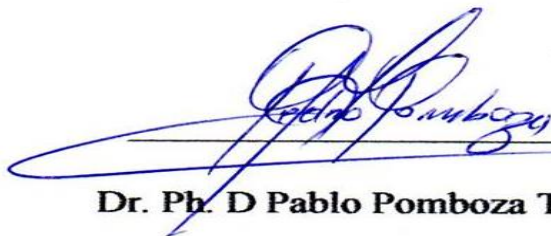
**FENOLOGÍA Y PROFUNDIDAD RADICAL DEL CULTIVO DE GIRASOL
(*Helianthus annuus*) var. Sunbright EN EL SECTOR QUEROCHACA, CANTÓN
CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.**

APROBADO POR:



Ing. Mg. Alberto Gutiérrez A.

TUTOR



Dr. Ph. D Pablo Pomboza Tamaquiza

ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:



26-03-2015

Ing. Mg. Hernán Zurita

Presidente del Tribunal



26-03-2015

Ing. Mg. Marco Pérez



26-03-2015

Ing. Mg. Olguer León

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo cariño y amor:

A Dios por darme las fuerzas necesarias para poder seguir adelante en un proceso largo y lleno de esfuerzos como ha sido la vida universitaria.

A mis queridos padres Jorge Tenesaca y Marina Quito, gracias a sus enseñanzas he podido seguir adelante con mis estudios siempre velando por mi bienestar y su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis abuelitos Celia Carrión, Napoleón Tenesaca, Antonio Quito y Anita Soto, quienes han sido mi inspiración para cumplir esta meta.

A mí querido hermano Jorge Tenesaca y a una persona muy importante mi novio Jorge Pacheco por acompañarme en cada paso y apoyarme en mis decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por acogerme en sus aulas y darme los conocimientos para poder desempeñarme en el campo profesional.

Un agradecimiento a todos los ingenieros quienes fueron mis maestros y me ayudaron a formar mi carrera con sus conocimientos y enseñanzas emprendidas, un agradecimiento muy especial al Ing. Alberto Gutiérrez quien con sus acertados consejos, permitió desarrollar y llevar a un feliz término el presente trabajo de investigación y por ser un gran amigo y consejero.

El agradecimiento indeleble por sus excelentes asesorías a los Ing. Segundo Curay, Asesor de Redacción Técnica; Dr. Ph. D. Pablo Pomboza Tamaquiza, Asesor de Biometría.

Al Ing. Marco Pérez por las sugerencias durante la redacción de este trabajo de investigación.

Índice de contenido

CAPÍTULO I.....	- 1 -
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	- 1 -
1. TEMA DE INVESTIGACIÓN	- 1 -
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	- 1 -
1.2 ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA.....	- 2 -
1.3 JUSTIFICACIÓN	- 3 -
1.4 OBJETIVOS	- 4 -
1.4.1 General.....	- 4 -
1.4.2 Específicos.....	- 4 -
CAPÍTULO II.....	- 5 -
MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	- 5 -
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	- 5 -
2.2 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	- 6 -
2.2.1 ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO	- 6 -
2.2.2 PROFUNDIDAD RADICAL	- 7 -
2.2.3 CULTIVO DE GIRASOL	- 7 -
2.2.3.1 ORIGEN.....	- 7 -
2.2.3.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	- 8 -
2.2.3.3 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA.....	- 8 -
- 2.2.3.3.1 RAÍZ	- 8 -
- 2.2.3.3.2 TALLO	- 10 -
- 2.2.3.3.3 HOJAS	- 10 -
- 2.2.3.3.4 INFLORESCENCIA.....	- 11 -
- 2.2.3.3.5 FECUNDACIÓN.....	- 14 -
- 2.2.3.3.6 POLINIZACIÓN	- 14 -
- 2.2.3.3.7 FRUTO	- 14 -
- 2.2.3.3.8 SEMILLA	- 15 -
2.2.3.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS.....	- 15 -
- 2.2.3.4.1 SUELO.....	- 15 -

- 2.2.3.4.2 pH.....	- 16 -
- 2.2.3.4.3 TEMPERATURA.....	- 16 -
- 2.2.3.4.4 FOTOPERÍODO Y LUZ.....	- 17 -
- 2.2.3.4.5 HUMEDAD.....	- 17 -
2.2.3.5 MANEJO DEL CULTIVO.....	- 18 -
- 2.2.3.5.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	- 18 -
- 2.2.3.5.2 SIEMBRA Y TIEMPO DE SIEMBRA.....	- 19 -
- 2.2.3.5.3 DENSIDAD DE SIEMBRA.....	- 19 -
- 2.2.3.5.4 RIEGO.....	- 20 -
- 2.2.3.5.5 FERTILIZACIÓN.....	- 20 -
- 2.2.3.5.6 LABORES CULTURALES.....	- 21 -
- 2.2.3.5.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	- 21 -
- 2.2.3.5.8 PUNTO DE CORTE.....	- 22 -
- 2.2.3.5.9 TRATAMIENTOS DE POSTCOSECHA.....	- 23 -
- 2.2.3.5.10 EMPAQUE Y VIDA ÚTIL.....	- 23 -
2.2.4 LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS CULTIVOS.....	- 23 -
2.2.4.1 La Evapotranspiración del Cultivo de Referencia- ETo.....	- 24 -
2.2.4.2 La Evapotranspiración Real – ETr.....	- 24 -
2.2.4.3 Coeficiente de Cultivo – Kc.....	- 25 -
2.3 HIPÓTESIS.....	- 25 -
2.4 VARIABLE DE LA HIPÓTESIS.....	- 26 -
2.4.1. Variable independiente:.....	- 26 -
2.4.2. Variable dependiente:.....	- 26 -
2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	- 26 -
2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	- 26 -
2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	- 27 -
CAPÍTULO III.....	- 28 -
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 28 -
3.1 ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 28 -
3.1.1 Enfoque.....	- 28 -
3.1.2 Nivel o Tipo de investigación.....	- 28 -
3.1.3 Modalidad.....	- 28 -
3.2 UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	- 29 -

3.3 MATERIALES	- 29 -
3.3.1 Equipos y materiales	- 29 -
3.3.2 Servicios básicos	- 30 -
3.4 CARACTERIZACIÓN DE LUGAR	- 31 -
3.4.1 Clima.....	- 31 -
3.4.2 Suelo	- 31 -
3.4.3 Agua.....	- 31 -
3.4.4 Zona de vida.....	- 32 -
3.5 FACTORES DE ESTUDIO	- 32 -
3.6 DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO.....	- 33 -
3.6.1 Características de la Unidad Experimental	- 33 -
3.7 DATOS TOMADOS	- 34 -
3.7.1 DATOS CLIMÁTICOS A REGISTRAR.....	- 35 -
3.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA	- 36 -
3.9 MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	- 36 -
3.9.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO	- 37 -
3.9.2 SIEMBRA Y TIEMPO DE SIEMBRA.....	- 37 -
3.9.3 RIEGO	- 37 -
3.9.4 FERTILIZACIÓN	- 37 -
3.9.5 CONTROL DE MALEZAS	- 38 -
3.9.6 CONTROL FITOSANITARIO.....	- 38 -
3.9.7 REGISTRO DE DATOS	- 39 -
CAPÍTULO IV	- 40 -
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	- 40 -
4.1 RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN.....	- 40 -
4.1.1 DURACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE GIRASOL (<i>Helianthus annuus</i>) var. Sunbright.....	- 40 -
4.1.1.1 ETAPA INICIAL	- 40 -
4.1.1.2 ETAPA DE DESARROLLO.....	- 41 -
4.1.1.3 ETAPA INTERMEDIA	- 41 -
4.1.1.4 ETAPA FINAL.....	- 42 -
4.1.2 COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc) DE GIRASOL (<i>Helianthus annuus</i>) var. Sunbright.	- 45 -
4.1.2.1 ETAPA INICIAL	- 45 -

4.1.2.2	ETAPA DE DESARROLLO.....	- 45 -
4.1.2.3	ETAPA INTERMEDIA	- 46 -
4.1.2.4	ETAPA FINAL.....	- 46 -
4.1.3	PROFUNDIDAD RADICAL DEL CULTIVO DE GIRASOL (<i>Helianthus annuus</i>) var. Sunbrigh.....	- 48 -
4.1.3.1	ETAPA INICIAL	- 48 -
4.1.3.2	ETAPA DE DESARROLLO	- 49 -
4.1.3.3	ETAPA INTERMEDIA	- 49 -
4.1.3.4	ETAPA FINAL.....	- 49 -
4.1.4	ANÁLISIS DE LA PROFUNDIDAD RADICAL Y ALTURA DE LA PLANTA	- 51 -
4.1.4.1	ETAPA INICIAL	- 52 -
4.1.4.2	ETAPA DE DESARROLLO	- 53 -
4.1.4.3	ETAPA INTERMEDIA	- 54 -
4.1.4.4	ETAPA FINAL	- 54 -
4.2	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	- 55 -
	CAPÍTULO V	- 56 -
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 56 -
5.1	CONCLUSIONES.....	- 56 -
5.2	RECOMENDACIONES	- 58 -
	CAPÍTULO VI.....	- 60 -
	PROPUESTA	- 60 -
	BIBLIOGRAFÍA	- 72 -
	ANEXOS	- 75 -

Índice de tablas

TABLA 1. ETAPAS FENOLÓGICAS SEGÚN UTAH	- 6 -
TABLA 2. REQUERIMIENTOS DEL GIRASOL	- 21 -
TABLA 3. VARIABLE INDEPENDIENTE CULTIVO DE GIRASOL	- 26 -
TABLA 4. VARIABLE DEPENDIENTE ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO.....	- 27 -
TABLA 5. VARIABLE DEPENDIENTE PROFUNDIDAD RADICULAR	- 27 -
TABLA 6. RESULTADOS DE LA DURACIÓN DE CADA UNA DE LAS CUATRO ETAPAS FENOLÓGICAS	- 42 -
TABLA 7. PARÁMETROS CLIMÁTICOS EN LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE GIRASOL (<i>Helianthus annuus</i>) var. sunbright.....	- 43 -
TABLA 8. RELACIÓN DE PROFUNDIDAD RADICAL Y ALTURA DEL CULTIVO DE GIRASOL (<i>Helianthus annuus</i>) var. Sunbrigh.....	- 51 -

Índice de gráficos

Figura 1. Esquema de campo.....	- 33 -
Figura 2. Construcción de la curva del coeficiente del cultivo (Kc) para el cultivo de Girasol (<i>Helianthus annuus</i>) var. Sunbrigh.....	- 47 -
Figura 3. Desarrollo radicular (cm) del cultivo de girasol (<i>Helianthus annuus</i>) var. sunbrigh.	- 48 -
Figura 4. Altura del cultivo de girasol (<i>Helianthus annuus</i>) var. Sunbrigh.	- 50 -
Figura 5. Relación profundidad radical y altura de la planta de girasol (<i>Helianthus annuus</i>) var. Sunbrigh.....	- 52 -

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación titulado “Fenología y profundidad radical del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright en el sector Querochaca, Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua.” se realizó en la Granja Experimental Docente “Querochaca” propiedad de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 01° 21´ de latitud Sur y 78° 36´ de longitud Oeste, a la altitud de 2865 msnm.

En la provincia de Tungurahua se desconoce el tiempo de duración de las etapas fenológicas las cuales influye directamente en los requerimientos hídricos de los cultivos. El objetivo general fue establecer parámetros locales de la duración de la fenología y desarrollo radical, con fines de riego para aplicar al cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright para ello se trabajó en determinar la duración de cada una de las etapas fenológicas del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright., construir la curva del coeficiente (Kc) de cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright, determinar la profundidad radical en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright y obtener una relación altura, profundidad radical del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright.

El ciclo de cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright fue de 118 días, con una duración de 29 días en la etapa inicial, 34 días la etapa de desarrollo, 26 días la etapa intermedia y finalmente con 29 días la etapa final.

La curva del coeficiente de cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright, en la etapa inicial empieza con 0,4. En la etapa de desarrollo los valores de coeficiente de cultivo (Kc) van desde 0,43 hasta 1,15. A la Etapa Intermedia el coeficiente del cultivo (Kc) permanece desde 1,15 hasta 1,15 esto quiere decir que se mantiene en los 26 días y

en la etapa final el coeficiente del cultivo (K_c) va decreciendo desde 1,15 hasta 0,35 durante los 29 días de duración de esta etapa.

En la etapa fenológica inicial la planta presenta una altura de 5,33 cm y profundidad radical de 5,7 cm. En la etapa fenológica de desarrollo se presentó una altura total de 56,8 cm, y una profundidad de 17,2 cm. En la etapa fenológica intermedia la planta alcanzó una altura total de 112,2 cm y una profundidad radical de 26,1 cm y en la etapa fenológica final la planta presentó una altura total de 113,1 cm y una profundidad radical de 30,2 cm.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

FENOLOGÍA Y PROFUNDIDAD RADICAL DEL CULTIVO DE GIRASOL (*HELIANTHUS ANNUUS*) var. Sunbright EN EL SECTOR QUEROCHACA, CANTÓN CEVALLOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actividad agrícola, existe un desconocimiento de la duración de cada una de las etapas fenológicas de los cultivos a nivel local y nacional, por parte de los agricultores y de técnicos, lo que dificulta calcular las necesidades hídricas de los cultivos a aplicarse mediante el riego, en consecuencia se hace indispensable conocer la duración de las etapas fenológicas que son propias para los cultivos bajo condiciones agroecológicas presentes en las áreas de investigación o estudio. Este desconocimiento del tiempo de duración de cada una de las etapas fenológicas influye directamente en los requerimientos hídricos en cada uno de los cultivos. Debido a la importancia que tiene la fenología en el manejo productivo, sorprende la escasa cantidad de trabajos disponibles a nivel nacional y la poca presencia de

investigaciones, por ende los estudios y manejos técnicos que se utilizan son de distintas zonas y de otros países.

Las necesidades hídricas de los cultivos están relacionadas directamente entre la edad de la planta, el desarrollo tanto de la parte y la profundidad radicular parámetros que al desconocerse no permiten programar las cosechas. Por otro lado no se consigue máximos rendimientos por cuanto la aplicación del agua es deficiente o está en demasía, e inclusive perdiendo importantes recursos económicos cuando se maneja la fertirrigación.

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

El problema central de la investigación es el desconocimiento de la duración de las etapas fenológicas y de la profundidad radicular del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) en la zona de investigación, entre las causas principales se encuentra la ausencia de programación para comercializar el producto debido al carente conocimiento de los indicadores o parámetros para determinar las necesidades hídricas del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*). La influencia del clima es un factor importante en el ciclo de cultivo, especialmente la temperatura ambiental ya que de ella depende la duración del ciclo de cultivo y por ende la duración de las etapas fenológicas, por lo tanto para el cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos especialmente para el coeficiente de cultivo que se encuentra en función del desarrollo de las etapas fenológicas se toman datos referenciales de otros países y de regiones distintas a nuestras condiciones climáticas debido a falta de investigaciones nacionales y locales sobre la fenología los diferentes cultivos.

Debido a todas estas causas tenemos bajos precios, sobre oferta, costos elevados para la producción del cultivo, el bajo rendimiento y mala calidad del producto la cual influye en los ingresos del productor.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En el transcurso de la historia, el hombre ha utilizado su conocimiento sobre los eventos fenológicos en la agricultura. La fenología, la cual fue una parte integral de las antiguas prácticas agrícolas, aún mantiene una muy cercana relación con la agricultura moderna a través de sus valiosas contribuciones.

La presente investigación trata sobre la fenología del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright la cual se basa en el estudio de las reacciones de este organismo vivo, frente a factores climáticos: heliofanía, velocidad de viento, humedad relativa, precipitaciones, temperatura, etc. Las principales variables que controlan la fenología de un cultivo son: fecha de siembra, duración del día, temperatura, suministro de humedad, componente genético, y manejo de la planta. La importancia de conocer el ciclo del cultivo, las fechas de disponibilidad del corte de la flor es establecer un calendario de producción dependiendo de las condiciones climáticas de la región.

El interés científico de la investigación, es dar apertura a nuevas investigaciones a partir de este proyecto, la información obtenida servirá de base para la planificación de cultivos comerciales, tanto de técnicos como de productores. El establecimiento de nuevos cultivos como el girasol ornamental es una opción más para los productores locales, ya que alternativas novedosas de producción podrán solucionar problemas de sobreproducción en los mercados nacionales.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. General

- Establecer parámetros locales de la duración de la fenología y desarrollo radicular, con fines de riego para aplicar al cultivo de girasol. (*Helianthus annuus*) var. Sunbright.

1.4.2. Específicos

- Determinar la duración de cada una de las etapas fenológicas del cultivo de girasol. (*Helianthus annuus*) var. Sunbright.
- Construir la curva del coeficiente (Kc) de cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright.
- Determinar la profundidad radicular en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright.
- Obtener la relación altura - profundidad radicular del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Existen datos sobre la duración del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) en varios trabajos de investigación pero en diferentes regiones como del Mediterráneo California en Estados Unidos, España, Venezuela, Argentina, por lo que en nuestro país es indispensable investigaciones que nos indiquen la variabilidad del desarrollo de cada una de las etapas fenológicas en función de la diversidad de climas existentes en cada una de las regiones. Según la publicación realizada por Trápani (2 004), en el sudoeste de Buenos Aires existe: etapa de siembra-emergencia (S-VE), etapa de emergencia- iniciación floral (VE-V6), etapa de iniciación floral- floración (V6-R5) y etapa de floración-madurez fisiológica (R5-R9).

Mientras Díaz (2 003), manifiesta que el ciclo promedio de girasol (*Helianthus annuus*) comprende entre 100 y 150 días según genotipos, fechas de siembra, latitud y disponibilidad de agua y nutrientes. El desarrollo está controlado genéticamente en interacción con factores del ambiente: la temperatura afecta la duración de todas las etapas de desarrollo y el fotoperiodo sólo modifica algunas de ellas. En la que se determinó las siguientes etapas Siembra – emergencia, Emergencia – iniciación floral, Iniciación floral – floración y Floración – madurez fisiológica.

Allen (2 006), registró datos de investigaciones que se llevaron a cabo en la Universidad del Estado de UTAH y determinó que:

TABLA 1. ETAPAS FENOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE UTAH

Cultivo	Inicio	Desarrollo	Intermedio	Final	Total
Girasol	25 Días	35 Días	45 Días	25 Días	130 Días

Fuente: Allen (2 006)

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

El crecimiento de la planta de girasol (*Helianthus annuus*) presenta algunas particularidades, lo que posibilita el conocimiento de las etapas fenológicas y la profundidad radicular con el objeto de aumentar la producción.

2.2.1. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO

Yzarra (2 014), manifiesta que la fenología es la descripción de cada una de las etapas de la vida de la planta. Estas etapas deben ser conocidas y distinguidas, porque cada una representa distintas funciones metabólicas, requerimientos de agua, cantidad de nutrientes y balance de los mismos.

Por otra parte Infoagro (2 009), señala que el periodo entre dos distintas etapas es llamado etapa fenológica. La designación de eventos fenológicos significativos varía con el tipo de planta en observación. Se debe considerar que un cultivo puede no desarrollar todas sus etapas fenológicas (aparición de nueva hoja, floración, inicio de desarrollo del fruto, fin de

desarrollo del fruto y madurez del fruto), si crece en condiciones climatológicas diferentes a su región de origen.

2.2.2. PROFUNDIDAD RADICULAR

Román (2 001), señala que sin raíces no hay planta. Las raíces son el órgano oficial de absorción de agua y nutrientes desde el suelo. Es el órgano que durante millones de años se adaptó y evolucionó biológica, física, química y fisiológicamente para absorber nutrientes y agua. Cuenta con todos los sistemas enzimáticos, estructuras físicas y coordinación con los sistemas de transporte para realizar su misión. Un sistema radical abundante, vigoroso y sano permite la absorción eficiente de nutrientes y agua desde el suelo.

Chapman (1 976), indica que la profundidad radical, es la distancia desde su superficie hasta una zona en la que las raíces ya no pueden crecer, zona que puede ser grava, una capa pesada y dura o capa arcillosa, un lecho rocoso o agua.

2.2.3. CULTIVO DE GIRASOL

2.2.3.1. ORIGEN

De acuerdo a Infoagro (2 014) el origen del girasol se remonta a 3.000 años a.c en el norte de México y Oeste de Estados Unidos, ya que fue cultivado por las tribus indígenas de Nuevo México y Arizona. El girasol era uno de los principales productos agrícolas empleados en la alimentación por muchas comunidades americanas antes del descubrimiento. La semilla de girasol fue introducida en España por los colonizadores y después se extendió al resto de Europa. El girasol fue cultivado durante más de dos siglos

en España y en el resto de Europa por su valor ornamental, debido al porte y sobre todo a la belleza de sus inflorescencias. Fue durante el siglo XIX cuando comenzó la explotación industrial de su aceite destinada a la alimentación.

2.2.3.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Villar (2 014), indica la siguiente clasificación botánica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: Helianthus

Especie: Annuus L.

Nombre científico: *Helianthus annuus L.*

2.2.3.3. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

Viorel (1 997), manifiesta que el girasol es una planta anual con un desarrollo vigoroso en todos sus órganos.

2.2.3.3.1. RAÍZ

Viorel (1 997) y Robles (1 985), coinciden en afirmar que el sistema radicular ha sido objeto de numerosos estudios que pusieron de manifiesto la gran capacidad de adaptación

del mismo a los recursos hídricos de los distintos niveles del suelo. Al comienzo del desarrollo, la raíz principal crece más rápidamente que la parte aérea de la planta. Durante el estado cotiledonal, tiene de 4-8 cm de largo con 6-10 raicillas, y durante la fase de desarrollo llega a una profundidad de 50-70 cm, llegando al máximo de crecimiento en la floración. Normalmente la longitud de la raíz principal sobrepasa la altura del tallo, en girasol de semilla.

En la zona engrosada de la raíz principal, cerca del cuello, se forman un gran número de raíces laterales. Una parte de las mismas crecen al principio paralelamente a la superficie del suelo, hasta una distancia de 10-40 cm de la raíz principal y luego comienza a hundirse en el mismo formando en sentido vertical numerosas raicillas finas. Otra parte de las raíces laterales se extienden horizontalmente en la capa superficial del suelo, a una profundidad de 5-30 cm, ramificándose muy fuertemente y formándose una red muy espesa de pelos radicales. La profundidad en la cual se desarrolla esta red, depende de las condiciones climáticas; si hay sequia el desarrollo es a más profundidad, si hay humedad se acercan a la superficie del suelo.

Pizarro (2 009), manifiesta que el sistema radical del girasol está formado, por una raíz pivotante que puede llegar hasta los 2 metros de profundidad, y cuando tropieza con obstáculos naturales o suelos de labor desvía su trayectoria vertical y deja de explorar las capas profundas del suelo, crece más rápido que la parte aérea de la planta, por un sistema de raíces secundarias y terciarias que crecen en sentido horizontal y vertical, se desarrollan entre los 5 y 30 cm de profundidad; la máxima profundidad coincide con la floración.

Infoagro (2 014), expresa que la efectividad en la captura de agua y nutrientes con las raíces depende tanto de su densidad y profundidad en el suelo, como de su funcionalidad. El sistema radical crece en profundidad de la germinación hasta alrededor de la floración. El ritmo de la absorción de agua depende del ritmo transpiratorio de las plantas. El tipo de suelo (limitado por pisos de laboreo, tosca u otros impedimentos) afecta el crecimiento de las raíces y su capacidad de captación de agua y nutrientes. En suelos sin impedancias físicas se observa mayor desarrollo de raíces que en suelos pesados o compactados.

2.2.3.3.2. TALLO

Viorel (1 977), indica que el tallo es erecto, vigoroso y cilíndrico, teniendo en su interior macizo. La superficie exterior es rugosa, asurca y vellosa, aunque en su parte basal la vellosidad es escasa o falta totalmente. En la mayoría de los casos el tallo es recto solamente en la madurez se inclina en la parte terminal, bajo el peso del capítulo. No obstante, existe una gran variabilidad en cuanto a la inclinación del tallo, dada por el grado de desarrollo de sus tejidos mecánicos.

Duarte (2 004), señala que el tallo es cilíndrico, recto, vertical, de consistencia semileñosa, áspero y vellosa, tanto el diámetro como la altura varían según cultivares. Al llegar la madurez, el tallo se arquea en su extremo debido al peso, el capítulo floral se vuelve hacia el suelo en mayor o menor grado. El diámetro varía entre 2 a 6 cm, y una altura hasta el capítulo entre 40 cm para ornamentales y 2 m. para semilla, en la madurez el tallo se inclina en la parte terminal debido al peso del capítulo.

Guerrero (1 984), expresa que en la madurez, el tallo se inclina en su parte terminal, debajo del capítulo. En algunas líneas consanguíneas el tallo se dobla casi por la mitad, colgando el capítulo de forma que queda muy bajo de altura. En otros casos, el tallo erecto, duro, apenas se inclina bajo la cabezuela. Entre esos extremos se notan numerosas formas intermedias. El hecho de que los capítulos cuelgan es una característica de interés, ya que se disminuye notablemente el perjuicio ocasionado por los pájaros.

2.2.3.3.3. HOJAS

Viorel (1 997), establece que las hojas son alternas, grandes, trinervadas, largamente pecioladas, de formas variables, acuminadas, dentadas y de áspera vellosidad en ambas caras. La forma cambia en función de su posición en el tallo. Las primeras hojas que se forman (las cotiledonales) son carnosas y ovaladas, de un tamaño de 2 a 3 cm. El primer par de hojas verdaderas, que se forma inmediatamente después de los cotiledones, se

caracteriza por un desarrollo más fuerte del limbo foliar, en comparación con el peciolo, teniendo en la mayoría de los casos una forma romboidal o algunas veces levemente lanceolada. El borde del primer par de hojas es entero, raras veces levemente aserrado.

Las hojas del segundo par son siempre lanceoladas, ensanchándose hacia el peciolo, el cual se desarrolla más a partir de esta posición. El borde de estas hojas es aserrado y raras veces dentado. Las hojas del tercer par son generalmente triangulares y raras veces levemente acorazonadas, con el borde dentado o débilmente festoneado. Las hojas siguientes adquieren la forma típica acorazonadas hasta el octavo o noveno, donde se nota de nuevo un cambio en la forma. En las hojas terminales, la longitud del peciolo y del limbo empieza a disminuir, y se vuelven más bien reniformes que cordiformes, y luego triangulares, parecidas en cuanto a la forma del tercer par. Las últimas hojas se convierten en brácteas involucrales. El número de las hojas varía entre 12 y 40, en función de las condiciones de cultivo, así como de las peculiaridades individuales y de la variedad. El color de las hojas es también variable y va desde verde oscuro a verde amarillento.

Aunque las hojas tienen el limbo muy grande, se adapta fácilmente al viento, debido al peciolo largo y elástico. En la parte superior, el peciolo tiene una especie de canal a través del cual el agua de lluvia recogida por las hojas es dirigida hacia el tallo, y de este hacia la raíz. Las hojas sombrean el suelo y lo protegen contra la caída directa de las gotas de lluvia. Son bastante grandes, sus dimensiones pueden estar en torno a 30 cm de ancho por 40 cm de largo y adheridos al tallo mediante un peciolo bastante ancho. De todas las hojas las que más fotosíntesis realizan son las centrales pues las últimas se aprovechan de las centrales y las últimas se secan. Viorel (1 997)

2.2.3.3.4. INFLORESCENCIA

Viorel (1 977), expresa que la inflorescencia (denominada capítulo, calatidio o antodio) es compuesta y está formada por numerosas flores situadas en un receptáculo discoidal. El capítulo es solitario y rotatorio, rodeado por brácteas involucrales imbricadas, alargado-

ovaladas, largo-acumuladas, herbáceas y áspero-vellosas. El receptáculo es aplanado, cóncavo o convexo y paleáceo. El diámetro del capítulo varía entre 10 y 40 cm, en función de la variedad y de las condiciones de crecimiento. Los capítulos en desarrollo efectúan en movimientos de rotación, de modo que la superficie discoidal forma un ángulo recto en la dirección de caída de los rayos solares. Durante la noche, el disco queda, por breve tiempo, en una posición horizontal. El heliotropismo de los capítulos jóvenes cesa a partir del momento en el cual desarrollan las flores, orientándose con posterioridad en una sola dirección, aquella de donde sale el sol, que es la que tienen en la floración, aunque hay también algunas excepciones.

En el receptáculo hay dos tipos de flores: liguladas y tubulosas:

a) **Flores liguladas**, Aguilar (2 010), manifiesta que las flores liguladas se encuentran en el verticilo o anillo exterior del capítulo, está formado normalmente por una o dos filas de flores liguladas estériles, el color de estas lígulas suele ser amarillo dorado, amarillo claro o amarillo anaranjado, las lígulas son lanceoladas, con una función de exhibición y atracción visual para los insectos polinizadores.

Según Viorel (1 977), las flores liguladas son de 30 a 70, están dispuestas radialmente, en 1-2 filas, son asexuadas y raras veces unisexuadas femeninas. Las lígulas tienen una longitud de 6 – 10 cm y una anchura de 2 -3 cm; tienen forma lanceolada, con la parte superior aterciopelada y parte inferior finalmente ciliada.

b) **Flores tubulares** , Aguilar (2 010), indica que las flores tubulares situadas en el interior del capítulo, son las flores propiamente dichas, ya que contienen los órganos reproductores, son sésiles, hermafroditas, y de cada flor se obtendrá una semilla; forman círculos espirales desde el centro hasta el anillo de flores liguladas que lo rodea. En la mayoría de los cultivares para flor cortada, que suelen ser híbridos, las flores tubulares son estériles, no forman polen, ni producen semilla.

Viorel (1 997), agrega que las flores tubulosas son las flores propiamente dichas, hermafroditas, que llevan los órganos de reproducción. Estas flores están dispuestas en

arcos espirales que parten desde el centro del disco. Están separados entre ellas por la pálea, que tienen 2 -3 lóbulos amarillo-verdosos, sobrepasando el más largo la flor cerrada. Durante el estado vegetativo este lóbulo está doblado hacia el centro del capítulo con el fin de proteger por arriba el tubo, que está formándose. Esta protección está aumentada también por la excreción de un líquido pegajoso, similar a la resina. En la maduración, las páleas se ponen duras y aristadas, formando una estructura alveolar que mantiene las semillas del capítulo.

El cáliz se compone de dos sépalos muy reducidos que se caen fácilmente. La corola es actinomorfa, gamopétala, con cinco pequeños dientes, y tiene la forma de tubo. El extremo inferior de la misma se estrecha en cierta medida, formando una tuberosidad en forma de anillo, en cuya parte inferior están las células nectaríferas. El color de la corola es amarillo en el exterior y amarillo-anaranjado, rojo- oscuro, rojo- ceniciento e incluso negro en el interior.

Los estambres son cinco y tiene sus filamentos libres y de color blanquecino. Las anteras son alargadas, unidas entre ellas a través de una cutícula fina y elástica, de color oscuro hasta negro.

El polen es relativamente grande, de 34-45 μ , tiene forma esférica y algo aplastada. La exina que es de color amarillo con excrescencias en forma de espinas, tienen tres poros simétricos de apertura. En ambiente húmedo el grano se hincha y al lado de cada uno de los poros brota una prominencia en forma de botón convexo. El pistilo se compone de dos carpelos. El ovario es ínfero, unilocular y con un solo ovulo anátropo. El estilo es de color blanquecino y se encuentra en el interior del tubo formado por las anteras; lleva un estigma bifurcado, cubierto en la parte superior de los estigmas es el mismo que el de la parte interior de la flor tubulosa. A veces se constata que los estigmas, o solamente los bordes de los mismos, tienen el color rojo, aunque el interior del tubo de la flor es amarillo-anaranjado. El estigma madura más tarde que las anteras (protandria). Viorel (1 997)

2.2.3.3.5. FECUNDACIÓN

Calero (1 995), manifiesta que la apertura de la flor se produce de la siguiente manera: en las primeras horas del día emergen los estambres y por la tarde los estilos; desarrollándose estos últimos completamente al día siguiente, con el desplegamiento de los estigmas en forma de dos lenguetas para recibir los granos de polen. Las primeras flores en abrirse son las de la parte externa del capítulo y cada día (durante 5 a 10) se abren entre uno a cuatro anillos de flores.

2.2.3.3.6. POLINIZACIÓN

La polinización es alógama o cruzada; de tal manera que es necesario la presencia de insectos polinizadores (abejas y abejorros), para que se produzca la fecundación. Luego los estambres y los estigmas se marchitan, al igual que las flores liguladas.

2.2.3.3.7. FRUTO

Viorel (1 997), señala que el fruto es un aquenio comprimido que tiene 7,5 – 17 mm de largo, 3,5 -9 milímetros de ancho y 2,5 -2, mm de espesor. Es ligeramente aterciopelado – veloso, con el pericarpio duro y fibroso. En el lenguaje vulgar los aquenios son denominados impropriamente semilla.

Ortegón (1 993), indica que el fruto es un aquenio de tamaño comprendido entre 3 – 20 mm de largo y 2- 13 mm de ancho. Se le denomina aquenio (pipa) y es fruto seco. Lo importante de la semilla no es la cascara sino la almendra o grano, porque es la que tiene el contenido en aceite y la cascara es la fibra considerando en la almendra 80% del peso y cascara 20%.

2.2.3.3.8. SEMILLA

Ortegón (1 993), manifiesta que una vez fecundada la flor, el ovario se transforma en fruto y el óvulo en semilla. El fruto es seco e indehisciente y recibe el nombre de aquenio, el mismo que está compuesto por el pericarpio (capa envolvente), y la semilla (en la parte interna). El tamaño, dependiendo de la ubicación, dentro del capítulo, oscila entre 8-17 mm de largo por 4-8 mm de ancho y 2,5-5 mm de espesor; los grandes están localizados en la periferia y los pequeños en la parte central del mismo. El pericarpio, vulgarmente denominado cáscara, puede ser de color blanco, blanco estriado, negro, pardo, rojizo, café, etc. Los más comunes son los negros y los estriados (blanco y negro). El espesor del mismo depende de la variedad, en algunos casos puede llegar a representar entre el 20 y 40% del peso del fruto; de ahí la importancia de utilizar variedades con la menor relación porcentual cascara: semilla (20:80). La cáscara contiene una epidermis cubierta de una capa cerosa de cutícula; una hipodermis con dos o tres filas de células; una capa carbonógena (masa negra de células); un tejido fibroso, que da la dureza al fruto; y, un parénquima interior. En la semilla, la membrana seminal crece con el endospermo formando una película fina que cubre al embrión. Esta membrana queda adherida al pericarpio (menos en las aristas), y se quiebra en el descascarado, quedando por una parte la “cáscara” y por otra la semilla. El endospermo está constituido por una o dos filas de células y contiene gránulos de alebrona. El embrión está compuesto por dos cotiledones, la plúmula y la radícula.

2.2.3.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS

2.2.3.4.1. SUELO

Aguilar (2 010), publica que el girasol (*Helianthus annuus*) explora muy bien el terreno, aprovechando los elementos nutritivos disponibles, extrayendo cantidades relativamente importantes de nitrógeno, fósforo y potasio y agotando en muchos casos suelos bien provistos. No es una planta muy exigente en cuanto a calidad del suelo se refiere. Crece

bien en la mayoría de texturas, aunque prefiere terrenos arcillo - arenosos. Además no requiere una fertilidad tan alta como otros cultivos. Sí necesita, sin embargo un buen drenaje.

Calero (1 995), expresa que el girasol (*Helianthus annuus*) requiere suelos profundos sin impedimentos para el desarrollo de las raíces, ya que la raíz pivotante que posee tiene gran capacidad exploratoria pero es muy sensible a impedancias del suelo tanto genéticas como generadas por las labores. Los suelos arcillo-arenoso son considerados como los más convenientes; en cambio los arenosos, por tener poca capacidad de retención de humedad, no lo son.

2.2.3.4.2. pH

Pizarro (2 009), publica que el girasol (*Helianthus annuus*) no es una planta muy sensible a variaciones del pH en el suelo, tolera suelos con pH que van desde 5,8 hasta más de 8.

2.2.3.4.3. TEMPERATURA

Viorel (1 997), indica que el girasol (*Helianthus annuus*) es una planta que necesita al menos 5 ° C, durante 24 horas, para poder germinar, cuanto más alta es la temperatura, más rápidamente germinará. Si la temperatura es menor de 4 ° C no llegará a hacerlo. Una vez que ha germinado, se adapta a un amplio margen de temperaturas, que van desde 25 -30 ° C como máxima y mínima entre 13 -17 ° C, en este último caso la floración sufre retraso. El margen óptimo de temperaturas oscila entre 21 y 24° C. En periodos de corta duración, puede resistir temperaturas de hasta 6 u 8 ° C bajas temperaturas pueden dañar el ápice de la planta y ello puede provocar la ramificación de los tallos.

2.2.3.4.4. FOTOPERÍODO Y LUZ

Calero (1 995), publica que las diferencias en cuanto a la aparición de hojas, fecha de floración y a la duración de las fases de crecimiento y desarrollo son atribuidas al fotoperiodo. Durante la fase reproductiva el fotoperiodo deja de tener influencia y comienza a tener importancia la intensidad y la calidad de la luz, por lo tanto un sombreo en plantas jóvenes produce un alargamiento del tallo y reduce la superficie foliar. La luz (radiación solar), constituye un factor energético en la producción. El girasol (*Helianthus annuus*) está clasificado dentro del grupo de plantas con metabolismo C3.

Guerrero (1 984), indica que la influencia de la duración del día cambia a lo largo del desarrollo vegetativo. Al comienzo del desarrollo, en la fase de formación de las hojas, la duración del día actúa como factor fotoperiódico, acelerando o demorando el ritmo del desarrollo. Después de empezar la diferenciación del receptáculo, la duración del día deja de funcionar como factor fotoperiódico, teniendo en cambio gran importancia la intensidad y la cantidad de luz recibida por las plantas. Es una planta aficionada a la luz.

2.2.3.4.5. HUMEDAD

Saumell (2 004), explica que durante la época de crecimiento activo y sobre todo en el proceso de formación y llenado de las semillas el girasol (*Helianthus annuus*) consume importantes cantidades de agua. El consumo de agua será máximo durante el periodo de formación del capítulo, ya que toma casi la mitad de la cantidad total de agua necesaria. La secreción de néctar está influida por la humedad atmosférica durante la floración.

Viorel (1 997), indica que el girasol (*Helianthus annuus*) consume importantes cantidades de agua. Su coeficiente de transpiración es bastante alto, variando de 470 a 765 mm. En la

primera parte del período de vegetación, desde la germinación hasta la formación del capítulo, las plantas consumen aproximadamente un quinto de la cantidad total del agua, utilizando todos los recursos de agua existentes en el suelo en la profundidad de 0,60 cm. El más intenso consumo de agua tiene lugar en la época de la formación del capítulo hasta finales de la floración, tomando las plantas casi la mitad de la cantidad total de agua necesaria, de una profundidad de 60-120 cm.

2.2.3.5. MANEJO DEL CULTIVO

2.2.3.5.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Guzmán (2 005), expresa que si bien el girasol (*Helianthus annuus*) es un cultivo que se caracteriza por presentar cierta rusticidad, requiere suelos fértiles profundos y con buen drenaje para su mejor desarrollo y mejor rendimiento. Para lograr una cama de siembra adecuada se recomienda una arada y dos a tres pases de rastra.

Ávila (2 009), manifiesta que una buena preparación de la tierra, es aquella que le proporciona a la semilla una óptima cama para su germinación y un adecuado anclaje de las raíces para el total desarrollo. La tolerancia del cultivo a la sequía se basa en el desarrollo de un sistema de raíces que profundiza y explora un gran volumen de suelo. Para que esto ocurra, se deben romper las capas compactadas que se han producido por el tránsito de los implementos de labranza utilizados en la preparación previa del suelo para la siembra. En terrenos que van a ser cultivados por primera vez, luego de limpiarse bien los desechos dejados por la deforestación, se debe dar un pase de arado o big-rome para fracturar los restos de raíces. Posteriormente se recomienda dar dos pases de rastra y finalmente un tercero que corresponde a la presiembra o siembra. Se debe tener por norma evitar el sobre laboreo del terreno, ya que el mismo favorece la pérdida de materia orgánica

Para realizar la preparación del suelo para la siembra, se debe considerar la humedad del mismo, ya que si éste es preparado cuando posee mucha humedad, quedarán grandes terrones, causando problemas en la uniformidad de la emergencia de la plántula de girasol, además de ocasionar a las plántulas, daños mecánicos y problemas de estrés hídrico (más acentuados en suelos pesados), ya que quedan grietas en el terreno por donde circula el aire produciéndose una evaporación del agua que se encuentra en los poros del suelo. En suelos cultivados, se recomienda un pase profundo de arado o big-rome a 25-30 centímetros (considerando la textura del suelo); luego, dos o tres pases de rastra para desmenuzar los terrones y finalmente el pase de siembra. Estas labores deben iniciarse 40 días antes de la siembra, para permitir que se descompongan los restos vegetales de maleza o del cultivo anterior. Ávila (2 009)

2.2.3.5.2. SIEMBRA Y TIEMPO DE SIEMBRA

Viorel (1 997), manifiesta que en cuanto a la época de siembra, se lo puede hacer a campo abierto en cualquier época del año, o se puede coincidir con el establecimiento de las lluvias. La profundidad de siembra recomendada para el cultivo de girasol ornamental es de 2 a 3 cm.

2.2.3.5.3. DENSIDAD DE SIEMBRA

Guzmán (2 005), señala que la densidad de siembra, como factor determinante de los rendimientos de aquenio, altura de la planta, diámetro de capítulo y densidad de plantas a cosecha, no podía dejar de formar parte del proceso de investigación en el campo agrícola, en lo que respecta al cultivo. La densidad de plantación depende de las precipitaciones, la fertilidad y de los híbridos cultivados. Por cuanto los híbridos actuales, que tienen plantas de menor porte que los antiguos, necesitan una mayor densidad para cubrir correctamente el

suelo en floración. Los beneficios de las densidades de siembra van direccionados, al aprovechar el espacio de terreno. Dependiendo del tamaño de la cabeza floral que se desee producir, se utilizan las densidades de siembra. El espaciamiento ideal es 10 x 12 centímetros. Una plantación densa ayuda a reducir el crecimiento de ramas laterales y produce una flor de buen tamaño (12 cm de diámetro).

2.2.3.5.4. RIEGO

Infoagro (2 014), publica que para alcanzar un normal desarrollo y una producción rentable, requiere un mínimo de 300 a 500 mm. Se trata de una planta que aprovecha el agua de forma mucho más eficiente en condiciones de escasez, su sistema radicular extrae el agua del suelo a una profundidad a la que otras especies no pueden acceder. Requiere poca agua hasta unos diez días después de la aparición del capítulo donde se aplicará 50-60 litros por metro cuadrado. A partir de este momento las necesidades hídricas aumentan considerablemente y se mantienen hasta unos 25-30 días después de la floración aportando un segundo riego de 60-80 litros por metro cuadrado en plena floración

2.2.3.5.5. FERTILIZACIÓN

Infoagro (2 014), señala que debido a la elevada capacidad del sistema radical para extraer nutrientes, este no es muy exigente en cuanto ha abonado. Las dosis de abono se ajustarán en función de los elementos nutritivos del suelo y del régimen de precipitaciones y de riegos. La absorción de nutrientes se concentra en los primeros estadios de desarrollo de la planta. Es un cultivo muy sensible a la toxicidad por aluminio, dificultando su desarrollo radicular y como consecuencia en la parte aérea aparecen síntomas de estrés hídrico o carencia de otros nutrientes como fósforo o magnesio.

Duarte (2 004), publica los siguientes requerimientos de fertilización en Kg/ha para el cultivo de girasol:

TABLA 2. REQUERIMIENTOS DEL GIRASOL kg/ha

N	P₂O₅	K₂O	B	Mo
80	30	100	0,5	0,05

Fuente: Duarte (2 004)

2.2.3.5.6. LABORES CULTURALES

Sánchez (1 988), manifiesta que cuando las plantas tengan de 20 a 25 cm de altura con hojas, debe hacerse la primera deshierba. Luego se hace el aclareo dejando las plantas más vigorosas. Cuando las plantas tengan de 40 a 50 cm, se hace una segunda deshierba evitando acumular demasiada tierra en la base de los tallos a fin de prevenir pudriciones.

2.2.3.5.7. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Viorel (1 997) y Sánchez (1 988) señalan las siguientes plagas y enfermedades:

1) Plagas

Las plagas más importantes que atacan al girasol (*Helianthus annuus*) son:

Nombre Vulgar	Nombre Científico
Gusano Alambre	<i>Agriotes lineatus</i>
Gusanos Grises	<i>Agriotes sp</i>
Gusanos Blancos	<i>Melolontha melolonta</i>
Polilla del Girasol	<i>Homoeosoma nebulella</i>
Gorgojo de las Hojas	<i>Tanymecus polliatus</i>

Mosca Blanca	<i>Trialeurodes sp</i>
Araña Roja	<i>Tetranychus talarius</i>
Picudo del Tallo	<i>Rhynchites mexicanus</i>
Grillo de Campo	<i>Acheta assimilis</i>
Pájaros	
Ratas de campo	

2) Enfermedades

Las enfermedades más importantes del girasol (*Helianthus annuus*) son:

Nombre Vulgar	Nombre Científico
Mildiú	<i>Plasmopora helianthi</i>
Alternaria	<i>Alternaria helianthi</i>
Podredumbre Blanca	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Manchado de las Hojas	<i>Septoria helianthi</i>
Botrytis	<i>Botrytis cinerea</i>
Roya	<i>Puccinia helianthi</i>

2.2.3.5.8. PUNTO DE CORTE

Hill (1 998), indica que la cosecha de las flores se realiza cuando éstas se encuentren abiertas en una cuarta parte, y los pétalos se encuentren en posición perpendicular al disco central. Teniendo en cuenta que las flores muy maduras durarán menos en el florero.

2.2.3.5.9. TRATAMIENTOS DE POSTCOSECHA

Pizarro (2 009), manifiesta que debe tenerse siempre en mente que al igual que el crisantemo, el girasol (*Helianthus annuus*) no es sensible al etileno, por lo que los tratamientos con sustancias inhibidoras de éste compuesto no traerán ningún beneficio real. El amarillamiento de las hojas y la desecación por agua insuficiente influyen más sobre la vida útil que los problemas inherentes a la misma flor. Los problemas por estrés hídrico son bastantes comunes y bastante visibles sobre todo en las variedades de flor grande en consideración al peso de las mismas. Para asegurar un buen balance hídrico utilice un agente hidratante, corte los tallos bajo el agua o coloque los tallos en agua tibia. El amarillamiento de las hojas es mucho más difícil de prevenir y no existe en la actualidad un tratamiento que sea realmente eficiente. La adición de ácido cítrico a la solución de hidratación hasta lograr un pH de 3,8 evita el crecimiento de bacterias que puede obstruir los vasos del tallo.

2.2.3.5.10. EMPAQUE Y VIDA ÚTIL

Hill (1 998), señala que lo usual es armar ramos de 5 flores cada una colocando una malla elástica alrededor de cada capullo, de manera que se protejan los pétalos durante el transporte. Cada ramo debe ir a su vez protegido por un capuchón. Se empacan 20 ramos por caja de cartón del tipo “tabaco” o media caja, es decir 100 tallos por caja. Siempre y cuando el manejo de las flores haya sido adecuado, el consumidor podrá esperar una vida en florero de entre 6 y 12 días.

2.2.4. LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS CULTIVOS

Avidan (2 002), manifiesta que la evapotranspiración de los cultivos o uso consuntivo, representa la suma de la transpiración y de la evaporación. Por el proceso de la

transpiración, el agua absorbida por las raíces de las plantas es emitida por las hojas en forma de vapor de agua y reintegrada a la atmósfera. La evaporación representa el agua evaporada de la superficie del suelo y del follaje (las gotas de rocío y las que la lluvia deposita sobre las hojas de las plantas).

El uso consuntivo del cultivo se expresa mediante la tasa de evaporación, ET_c (mm/día) o (mm/mes), la cual depende, además de los factores del clima que afectan a la evaporación (la temperatura y la humedad del aire, el régimen de viento y la intensidad de la radiación solar), de las características fisiológicas de la cobertura vegetal y de la disponibilidad de agua en el suelo para satisfacer la demanda hídrica de la planta.

2.2.4.1. La Evapotranspiración del Cultivo de Referencia- ET_o

La evapotranspiración potencial, ET_o (mm/día), de un cultivo estándar o de referencia fue definida por Doorenbos y Pruitt (1975) como:

La tasa de evaporación (mm/día) de una extensa superficie de pasto (grama) verde, de 8 a 15 cm de altura, en crecimiento activo, que sombrea completamente la superficie del suelo y que no sufre de escasez de agua.

2.2.4.2 La Evapotranspiración Real – ET_r

En la práctica, los cultivos se desarrollan en condiciones de humedad muy lejanas de las óptimas. Por este motivo el manejo del riego se ha de basar en la evapotranspiración real – ET_r , la cual toma en consideración al agua disponible en el suelo y las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla un cultivo determinado. Siempre y cuando el cultivo en consideración disponga de agua en abundancia (tras de un riego o una lluvia intensa) y en condiciones de buena aireación del suelo- ET_r (mm/día) equivale a la evapotranspiración, ET_c

En este caso: $E_{Tr} = E_{Tc}$

2.2.4.3 Coeficiente de Cultivo – K_c

El coeficiente de cultivo, K_c , expresa la relación entre el uso consuntivo del cultivo en consideración, E_{Tc} , y la Evapotranspiración del cultivo de Referencia, E_{To} .

$$K_c = \frac{E_{Tc} \text{ (mm/ día)}}{E_{To} \text{ (mm/ día)}}$$

Por lo tanto

$$E_{Tc} \text{ (mm/día)} = E_{To} \text{ (mm/día)} \times K_c$$

E_{Tc} = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

E_{To} = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

K_c = Coeficiente de cultivo

Dichos coeficientes se determinan empíricamente comparando el uso consuntivo del cultivo, E_{Tc} , con el cultivo de referencia, E_{To} , bajo idénticas condiciones, de acuerdo a las características del cultivo y de las fases de su desarrollo. Los valores de K_c presentados en publicaciones de diversa índole, obtenidos bajo condiciones locales específicas de cultivo y clima, pueden ser muy útiles, a condición de que sean empleados siguiendo fielmente al método original con el que fueron estimados.

2.3. HIPÓTESIS

La duración de las etapas fenológicas y la profundidad radicular en la región sierra del Ecuador es igual al que se registra en los países de referencia.

2.4. VARIABLE DE LA HIPÓTESIS

2.4.1. Variable independiente:

- Cultivo de Girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright

2.4.2. Variable dependiente:

- Etapas fenológicas del cultivo.
- Profundidad radicular.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

TABLA 3. CULTIVO DE GIRASOL

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍNDICE
Es una planta ornamental, caracterizada por ser una flor de corte, con color muy vistoso.	Cultivo de girasol	Tiempo	Días

Fuente: Elaboración propia

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

TABLA 4. FENOLÓGICAS DEL CULTIVO

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍNDICE
Desde la siembra hasta el desarrollo de las primeras hojas verdaderas	Etapa inicial	Tiempo	Días
Del desarrollo de las primeras hojas verdaderas hasta el inicio de la floración.	Etapa de desarrollo	Tiempo	Días
Del inicio de la floración hasta comenzar la madurez del cultivo (la apertura de la flor)	Etapa de mediados de temporada	Tiempo	Días
Desde el comienzo de la madurez del cultivo hasta la senescencia del vegetal.	Etapa final	Tiempo	Días

Fuente: Elaboración propia

- Profundidad radical

TABLA 5. PROFUNDIDAD RADICULAR

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	ÍNDICE
La profundidad radical, es la distancia desde su superficie hasta una zona en la que las raíces ya no pueden crecer	Profundidad radical	Longitud	cm

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque

La presente investigación tuvo un enfoque cuali- cuantitativo.

3.1.2. Nivel o Tipo de investigación

Esta investigación fue de carácter de campo y bibliográfico

3.1.3. Modalidad

La modalidad fue netamente de campo y se sustentó en información bibliográfica

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Docente "Querochaca" propiedad de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Sus coordenadas geográficas son 01° 21' de latitud Sur y 78° 36' de longitud Oeste, a la altitud de 2 865 msnm.

3.2.1. MATERIALES

3.2.1.1. Equipos y materiales

a) Equipos

- Bomba de fumigar

b) Materiales de campo

- Semilla de girasol
- Balanza
- Humus
- Azadón
- Rastrillo
- Piola
- Sembrador
- Método de riego por goteo
- Tijeras de podar

- Fertilizantes
- Fungicidas
- Pala
- Brocha
- Flexómetro

c) Materiales de oficina

- Computador
- Impresora
- Cámara digital
- Libreta de campo
- Esfero
- Lápiz

3.2.1.2. Servicios básicos

- Agua de riego

3.3. CARACTERIZACIÓN DE LUGAR

3.3.1. Clima

Según los datos registrados en la estación meteorológica de primer orden de la Granja Experimental Docente Querochaca, el clima está clasificado como templado frío semi-seco. Los valores promedios anuales de la estación meteorológica, de los años 2 010 al 2 012, son los siguientes: temperatura media anual 13,1° C, temperatura máxima anual 19,3 °C, temperatura mínima anual 7,3 °C, precipitación media anual 499,1 mm, humedad relativa 71,5%, nubosidad 7 octavos y velocidad del viento 2,9 m/s. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2 014).

3.3.2. Suelo

El Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos (1 976), indica que el tipo de suelo que predomina en esta zona está clasificado como Typic Vitradepts que se caracteriza por la presencia de materiales amorfos y ceniza volcánica. Suelos con una pendiente del 2 al 8% con un relieve plano, ondulado, profundo (1,5m), textura franco arenoso con contenidos de materia orgánica media, nitrógeno bajo, fósforo medio y muy alto en potasio, la capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases es alta. En conclusión el nivel de fertilidad es moderado en la capa superficial y bajo en la parte profunda del suelo.

3.3.3. Agua

El agua utilizada en la Granja Experimental Docente Querochaca proviene del canal Ambato- Huachi- Pelileo, con un pH de 7,78, una alcalinidad total de 100 mg/l, dureza de 88 mg/l, conductividad eléctrica de 321,5 umhos/cm.

3.3.4. Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida realizada por Holdridge (1979), el sector donde se asienta la Granja Experimental Docente Querochaca, se encuentra en la región estepa. Espinoso Montano Bajo (ee-MB) en transición con el bosque- seco Montano bajo (bs-MB).

3.4. FACTORES DE ESTUDIO

- a. La profundidad radical del cultivo, al finalizar cada una de las etapas fenológicas.
- b. Altura de la planta al finalizar cada de las etapas fenológicas.
- c. Tiempo de duración de cada una de las etapas del cultivo, a partir de la referencia del procedimiento de la FAO, la misma que se describe a continuación:

Etapa inicial: Esta etapa comprende el período de tiempo entre la fecha de siembra y la fecha en que el cultivo cubre aproximadamente un 10% del área cultivada. En esta etapa el proceso predominante es la evaporación proveniente del suelo. El crecimiento de esta etapa depende principalmente del clima, variedad de cultivo y fecha de siembra.

Etapa de desarrollo del cultivo: Esta etapa comprende desde la fecha en que el cultivo cubre el 10% del área, hasta que llegue a su máximo porcentaje de cobertura. En la práctica, la mayoría de cultivos, la máxima cobertura coincide con el inicio de la floración. En cultivos sembrados en hileras, esta etapa está indicada cuando las plantas de líneas contiguas comienzan a solaparse.

Según la FAO nota técnica 56, en esta etapa el cultivo alcanza teóricamente un índice de área foliar igual a tres. Este índice de área foliar representa el cociente obtenido al dividir la suma del área de cada hoja (medida por un solo lado) entre el área de influencia del cultivo.

Etapa intermedia: Esta etapa comienza al producirse el área máxima de cobertura y comenzar la madurez del cultivo.

Etapa final: Etapa comprendida entre el comienzo de la madurez y el final de la cosecha o total senescencia de la planta. En la etapa el valor de Kc (coeficiente de cultivo) refleja en gran parte el manejo que al cultivo cosechado, los cuales son regados frecuentemente.

3.5. DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO

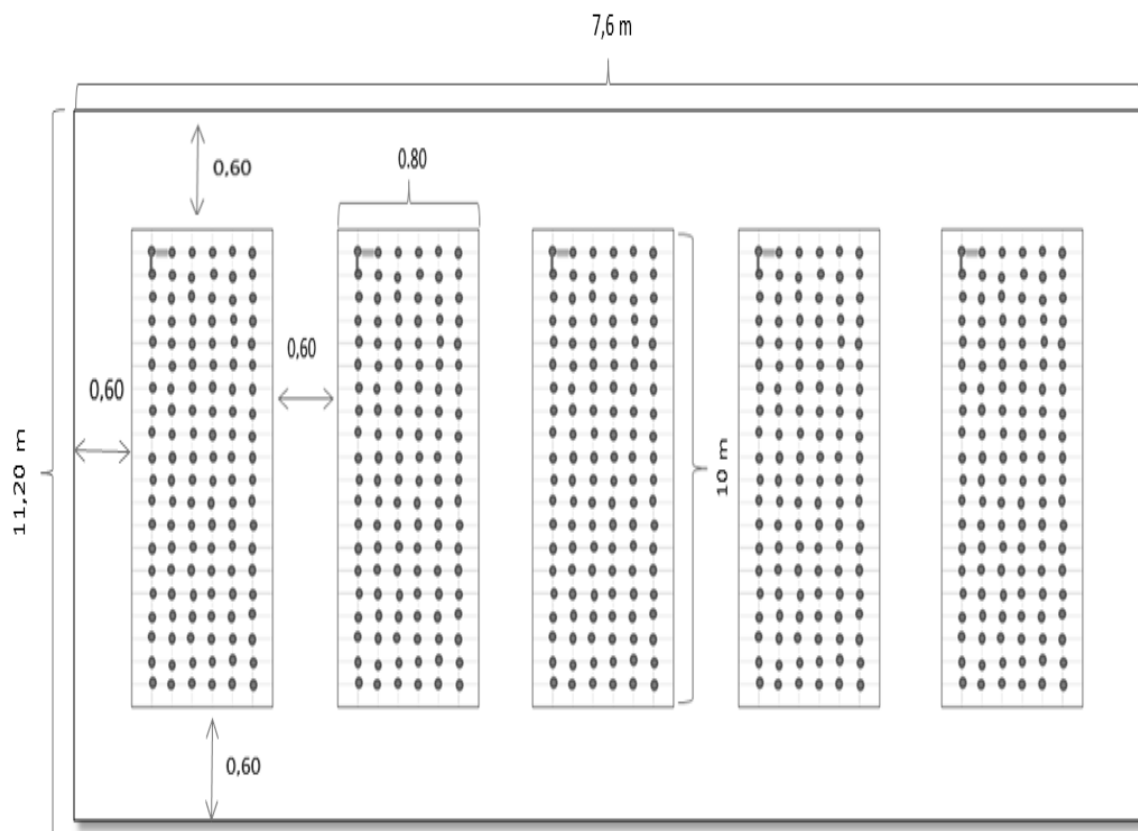


Figura 1. Esquema de campo

3.5.1. Características de la Unidad Experimental

Se establecieron 5 parcelas como repeticiones

Largo del ensayo: 7.6 m

Ancho del ensayo: 10 m

Número de parcelas: 5

Área total de la parcela: 8 m²

Área total de las parcelas: 40 m²

Área de caminos: 45.12 m²

Área total del ensayo: 85.12 m²

Número de plantas por parcela: 600 plantas

Número de plantas/parcela neta: 392 plantas

Número de plantas a evaluar: 10 plantas

Distancias entre plantas: 0.10 m

Distancias entre hileras: 0.12 m

3.6. DATOS TOMADOS

Los datos se tomaron cuando el 75% de las plantas de la parcela neta cumplieron con las características de la finalización de la etapa respectiva.

a. Profundidad radicular.

La profundidad radical se tomó cuando el girasol (*Helianthus annuus*) cumplió cada una de las etapas fenológicas.

b. Altura de la planta

La altura de la planta se tomó cuando el girasol (*Helianthus annuus*) completó cada una de las etapas fenológicas.

c. Etapas Fenología

- **Días a la etapa inicial o del establecimiento del cultivo:** Desde la siembra y hasta que el cultivo quede plenamente establecido en el campo. En esta etapa se han desarrollado las primeras hojas verdaderas y el cultivo cubre un 10% la superficie, tiempo transcurrido en el semillero.

- **Días a la etapa del desarrollo del cultivo:** Desde el final de la etapa inicial, y hasta que el cultivo cubre efectivamente la superficie del suelo, (es decir, no menos de un 70 – 80% de ésta)

- **Días a la etapa intermedia:** Desde el final de la etapa del desarrollo, y hasta el inicio de la maduración del cultivo, la cual se manifiesta por la senectud del follaje. Durante esta época el cultivo alcanza el máximo uso consuntivo. Esta etapa termina al disminuir el consumo de agua a medida que el cultivo anual envejece.

- **Días a la etapa final:** En esta etapa el consumo de agua disminuye paulatinamente. Es la época en la cual se aplica el último riego de temporada.

3.6.1. DATOS CLIMÁTICOS REGISTRADOS

- Evaporación del Tanque Evaporímetro Clase A, (mm/día)
- Humedad relativa (% diaria)
- Velocidad de Viento (m/s diaria)
- Precipitación (mm/día)
- Heliofanía (h/día)
- Temperatura (°C)

- Con los datos de la estación meteorológica (Temperatura, Precipitación, Velocidad de viento, Humedad relativa) se estableció la evapotranspiración potencial. Utilizando la fórmula:

$$\mathbf{Etp = Ev(A) \times Kp.}$$

Dónde: E_{tp} = Evapotranspiración potencial.

$E_v(A)$ = Evaporación del tanque evaporímetro Clase A.

K_p = Coeficiente de Instalación.

Coeficiente del cultivo:

$K_c = E_{tc}/E_{to}$

Dónde: K_c = Coeficiente de cultivo

E_{tc} = Evapotranspiración del cultivo mm/día

E_{to} = Evapotranspiración del cultivo de referencia.

Balance hídrico:

Se comparó entre los datos de evapotranspiración del cultivo E_{tc} y la precipitación del lugar.

3. 7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA

El procesamiento de la información se realizó a través de medidas de tendencia central, utilizando Microsoft Excel para llegar a la interpretación de resultados.

3.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

El ensayo se realizó a campo abierto en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Técnica de Ambato. Antes de establecer la investigación se efectuó un análisis de suelo para determinar las condiciones edafológicas y químicas.

3.8.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

- Una vez identificado el terreno se procedió a retirar piedras y restos vegetales del cultivo anterior para efectuar una arada y rastrada con el fin de desmenuzar los terrones y mejorar la aireación del suelo.
- Luego se procedió a nivelar el terreno.
- Posteriormente se realizó el trazado de cinco parcelas de 80 cm de ancho por 10 m de largo
- Finalmente se incorporó humus.

3.8.2. SIEMBRA Y TIEMPO DE SIEMBRA

- Trabajé con semilla de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright F1, de la empresa Gloeckner con un 99,89% de pureza. La misma que se realizó el 28 de Marzo del 2014. Con una densidad de siembra de 10 cm x 12 cm y 3 cm de profundidad según la literatura citada.

3.8.3. RIEGO

Se instaló un método de riego por goteo, con dos cintas para cada repetición, con un caudal de 2.3 l/h por gotero. Durante el ciclo de cultivo se realizaron 9 riegos siendo así en la etapa inicial 4 riegos, en la etapa de desarrollo 2 riegos y en la etapa intermedia 3 riegos.

3.8.4. FERTILIZACIÓN

La fertilización se realizó en forma edáfica:

Etapa inicial

N (Kg/ha)	P₂O₅ (Kg/ha)	K₂O (Kg/ha)	ET (Kg/ha)
27,5	18,1	15	2,8

Fuente: Elaboración propia

Etapa de desarrollo

N (Kg/ha)	P₂O₅ (Kg/ha)	K₂O (Kg/ha)
38,7	6,3	30,5

Fuente: Elaboración propia

Etapa intermedia

N (Kg/ha)	P₂O₅ (Kg/ha)	K₂O (Kg/ha)
19,4	2,8	16,4

Fuente: Elaboración propia

3.8.5. CONTROL DE MALEZAS

Las deshierbas se realizaron en forma manual con la ayuda de un rastrillo jardinero, la primera se efectuó a los 20 días de la siembra, posteriormente la segunda a los 10 días, luego cada 15 días hasta la etapa intermedia.

3.8.6. CONTROL FITOSANITARIO

Para el control fitosanitario se utilizó una bomba de mochila de 20 litros.

Siembra: para desinfectar la semilla se utilizó Vitavax 300 en una dosis de 2 g/l.

Emergencia: se aplicó los siguientes productos:

- Raizal 400 en una dosis de 1 g/l.
- Previcur cuyo ingrediente activo es Propamocarb a una dosis de 2 cc/l.
- Decis cuyo ingrediente activo es Deltametrina a una dosis de 0,5 cc/l

15 días de la Emergencia: Utilicé los siguientes productos:

- Trofeo 75% cuyo ingrediente activo es Acefato a una dosis de 1 g/l.
- Benomas cuyo ingrediente activo es Benomyl a una dosis de 1,2 g/l.
- Poliquel Multi es un fertilizante líquido rico en microelementos a una dosis de 5 cc/l

Formación del botón floral: se aplicó los siguientes productos:

- Trofeo 75% cuyo ingrediente activo es Acefato a una dosis de 1 g/l.
- Oligomix- Co es un Abono Foliar a base de microelementos a una dosis de 0.5 g/l.

Floración: en esa etapa manejé los siguientes productos:

- Merit Rojo es un quelato orgánico a una dosis de 2 cc/l.
- Skipper cuyo ingrediente activo es Iprodione a una dosis de 1 g/l.
- Cigaral cuyo ingrediente activo es Imidacloprid a una dosis de 0.5 cc/l.

3.8.7. REGISTRO DE DATOS

El registro de datos se llevó acabo al finalizar cada etapa fenológica del cultivo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

4.1.1. DURACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) var. Sunbright

4.1.1.1. ETAPA INICIAL

La duración de la etapa fenológica inicial para el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright, se estableció en 29 días (desde el 28 de marzo del 2014 hasta el 25 de abril del 2014), en las siguientes condiciones climáticas: temperatura media 13,83 °C, heliofanía 118 horas, humedad relativa media 77,03%, precipitación acumulada para este periodo: 45,8 mm y una media de 1,58 mm/día, la altura en la que se realizó la investigación es de 2 865 msnm.

De acuerdo con la publicación de Allen (2 006), el lapso de la etapa fenológica inicial de este cultivo fue de 25 días en el Mediterráneo California USA, según la investigación que se realizó en la Universidad del Estado de UTAH, siendo así el tiempo menor en 4 días, al obtenido en la investigación.

4.1.1.2. ETAPA DE DESARROLLO

El cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright cumplió un promedio de 34 días (26 de abril del 2 014 hasta el 29 de mayo del 2 014). Al comparar con la publicación de Allen (2 006), el lapso de la etapa fenológica de desarrollo fue de 35 días en el Mediterráneo California USA de acuerdo a la investigación que se llevó a cabo en la Universidad del Estado de UTAH, siendo casi similar al de la investigación ya que existe la diferencia de un día.

Las condiciones climáticas durante los 34 días fueron: temperatura media 13,84 °C, heliofanía 118,20 horas, humedad relativa media 78,76 %, precipitación acumulada para este periodo: 83,3 mm y una media diaria de 2,45 mm/día.

4.1.1.3. ETAPA INTERMEDIA

La etapa fenológica intermedia tuvo un período de 26 días, (30 de mayo del 2 014 hasta el 24 de junio del 2 014). Al comparar con la información publicada por Allen (2 006), el lapso de esta etapa tuvo una trayectoria de 45 días, en el Mediterráneo California USA, de acuerdo a la investigación que se realizó en la Universidad del Estado de UTAH, siendo el lapso de tiempo mayor de 19 días, lo cual atribuye a la situación geográfica y los factores climáticos donde se efectuó el ensayo.

Las condiciones climáticas durante los 26 días de la duración de la etapa intermedia fueron: temperatura media 12,70 °C, heliofanía 118,20 horas, humedad relativa media 80,81 %, precipitación acumulada para este periodo: 83,8 mm, y una media diaria de 3,22 mm/día.

4.1.1.4. ETAPA FINAL

La etapa fenológica final del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbrigh, fue de 29 días, (25 de Junio del 2 014 hasta el 23 de Julio del 2 014), si se compara con los datos publicados por Allen (2 006), la etapa fenológica final tuvo un lapso de 25 días, en el Mediterráneo California USA, de acuerdo a la investigación que se llevó a cabo en la Universidad del Estado de UTAH, existiendo una disminución de tiempo en la etapa final de 4 días.

Durante los 29 días las condiciones climáticas de la etapa final fueron: temperatura media 12,27 °C, heliofanía 134,90 horas, humedad relativa media 77,45 %, precipitación acumulada para este periodo: 57,7 mm, y una media de 1,99 mm/día.

TABLA 6. RESULTADOS DE LA DURACIÓN DE CADA UNA DE LAS CUATRO ETAPAS FENOLÓGICAS

Cultivo	Inicio (Días)	Desarrollo (Días)	Intermedio (Días)	Final (Días)	Total (Días)	Región
Girasol	25	35	45	25	130	Mediterráneo-California
Girasol	29	34	26	29	118	Ecuador-Cantón Cevallos

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se muestra la duración de cada una de las etapas fenológicas del ensayo realizado en el cantón Cevallos Provincia de Tungurahua y comparado con los datos de la Universidad del Estado UTAH en el Mediterráneo California USA.

El ciclo de cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbrigh, fue de 118 días, con una duración de 29 días en la etapa inicial, 34 días la etapa de desarrollo, 26 días la etapa intermedia y finalmente con 29 días la etapa final. Según los datos registrados, el ciclo de cultivo en el lugar de investigación es menor con 12 días si se compara con los datos de la región de Mediterráneo- California, este valor obtenido en el ensayo puede inferir en la situación geográfica donde se desarrolló el ensayo.

TABLA 7. PARÁMETROS CLIMÁTICOS EN LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) var. Sunbright

PARÁMETROS	ETAPAS				TOTAL
	Inicial	Desarrollo	Intermedia	Final	
Precipitación Acumulada (mm)	45,8	83,3	83,8	57,7	270,6
Precipitación Media Diaria (mm/día)	1,58	2,45	3,22	1,99	9.24
Temperatura Media (°C)	13,83	13,84	12,7	12,27	52.6
Humedad Relativa Media (%)	77,03	78,76	80,81	77,45	314.05
Heliofanía (horas)	118	118,2	71	134,9	442,1
Heliofanía Media (h/día)	4,07	3,48	2,73	4,62	14.9

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7, se muestra los parámetros climáticos en el que se desarrolló el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbrigh presentando así en la etapa inicial una

precipitación acumulada de 45,8 mm para complementar las necesidades hídricas se aportó 110,4 mm, mediante cuatro riegos, en una temperatura media de 13,83 °C, humedad relativa media de 77,03% y heliofanía de 118 horas. En la etapa de desarrollo se presentaron los siguientes parámetros climáticos precipitación acumulada 83,3 mm para complementar las necesidades hídricas se aportó 55,2 mm mediante 2 riegos, la temperatura media 13,84 °C, humedad relativa 78,76 % teniendo una variación del 1% de la etapa inicial y heliofanía 118,2 horas.

Robinson y colaboradores (1967) estudiaron una colección de variedades y líneas de girasol en nueve localidades de la zona céntrica de América de norte, en latitudes comprendidas entre 31° y 49°, demostrando que, por cada grado de latitud norte, la época comprendida entre la siembra y la floración aumento un promedio de dos días. Esta prolongación del periodo de crecimiento desde el sur hacia el norte fue determinada más por la temperatura que por el fotoperiodismo, ya que, desde el punto de vista del número de hojas por planta, las formas estudiadas se mostraron neutras en la longitud del día.

El estudio se realizó en una latitud geográfica 01°22'02" S, siendo esto un fundamento para que la etapa intermedia se haya desarrollado en el transcurso de 26 días con una precipitación acumulada de 83,8 mm para complementar las necesidades hídricas se aportó 82,8 mm, mediante tres riegos, temperatura 12,7 °C presentándose una la disminución de 1° C en comparación con la etapa de desarrollo, humedad relativa 80,81% aumentando 2% en relación con la etapa anterior y heliofanía 71 horas.

En la etapa final se presentó una precipitación acumulada de 57,7 mm, temperatura media de 12,2 °C, humedad relativa 77,4 % y heliofanía de 134,9 horas en un periodo de 29 días de duración de esta etapa.

En el transcurso de las cuatro etapas fenológicas desarrolladas en los 118 días, la precipitación acumulada para este periodo fue de 270,6 mm, con una precipitación media diaria de 2,3 mm/día, temperatura media de 13,2 °C, humedad relativa media 78,5%, heliofanía 442,1 horas y heliofanía media de 3,7 h/día.

4.1.2. COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc) DE GIRASOL (Helianthus annuus) var. Sunbrigh.

Para obtener los datos del Coeficiente del cultivo se aplicó la siguiente fórmula con los datos del anexo 2 en donde:

- $Kc = Etc/Eto$
- Donde: Kc = Coeficiente de cultivo
- Etc = Evapotranspiración del cultivo mm/día
- Eto = Evapotranspiración del cultivo de referencia

Cuyos resultados obtenidos están graficados en la figura 2 para el cultivo de Girasol (Helianthus annuus) var. Sunbrigh.

4.1.2.1. ETAPA INICIAL

Desde el 28 de Marzo del 2014 hasta el 25 de Abril del 2014, los valores de coeficiente de cultivo (Kc) presentado es de 0,4, valor que se mantiene durante los 29 días en esta etapa inicial para el cultivo de Girasol (Helianthus annuus) var. Sunbrigh.

4.1.2.2. ETAPA DE DESARROLLO

De acuerdo con las características establecidas en los 34 días de la duración de la etapa de desarrollo, los valores de coeficiente de cultivo (Kc) registrado van ascendiendo desde 0,43 hasta 1,15 a partir del 26 de Abril del 2014 hasta el 29 de Mayo del 2014

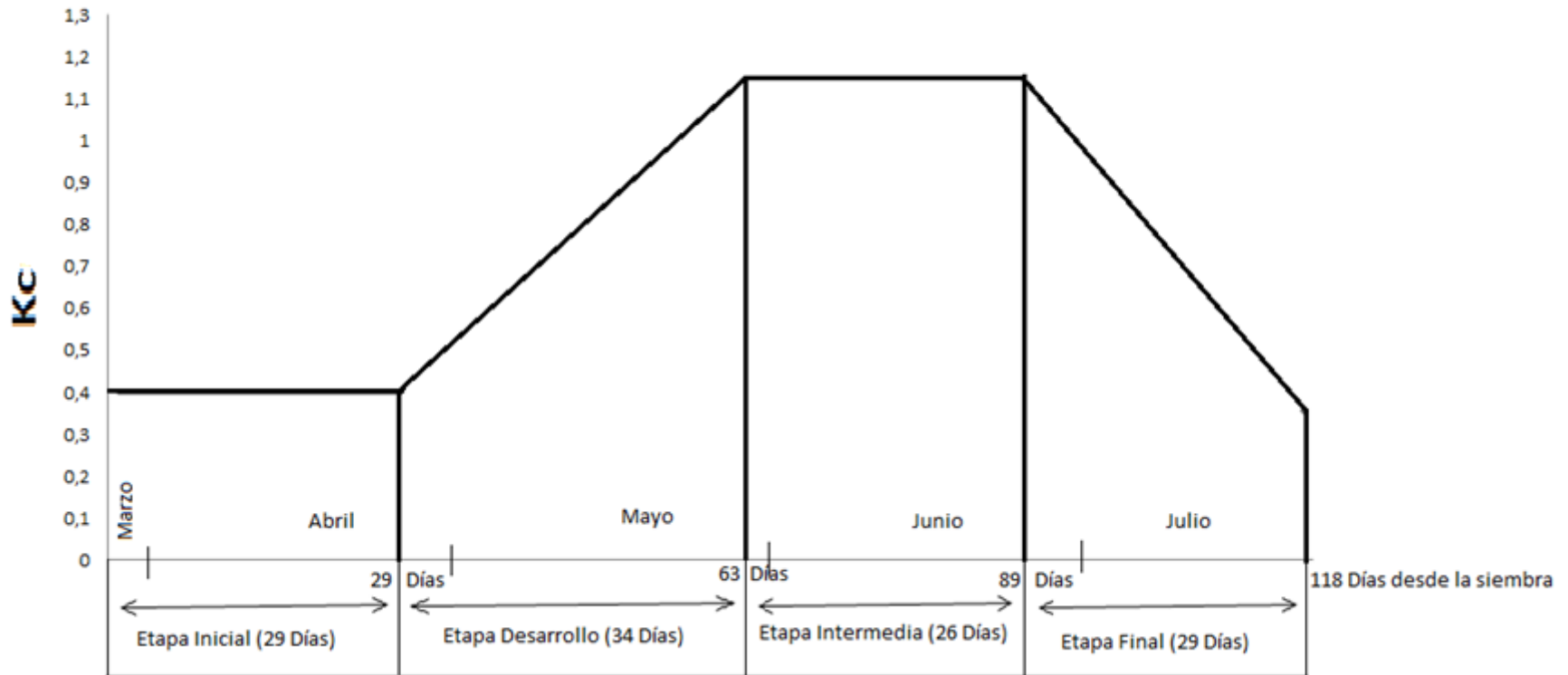
4.1.2.3. ETAPA INTERMEDIA

El coeficiente del cultivo (K_c) se mantuvo constante en 1,15 y tuvo una duración de 26 días, en las fechas comprendidas del 30 de Mayo del 2 014 hasta el 24 de Junio del 2 014.

4.1.2.4. ETAPA FINAL

La etapa final culminó a los 29 días a partir del 25 de Junio del 2 014 hasta el 23 de Julio del 2 014, el coeficiente del cultivo (K_c) va descendiendo desde 1,15 hasta 0,35 durante este periodo de tiempo.

CURVA DE COEFICIENTE DEL CULTIVO (Kc) PARA GIRASOL

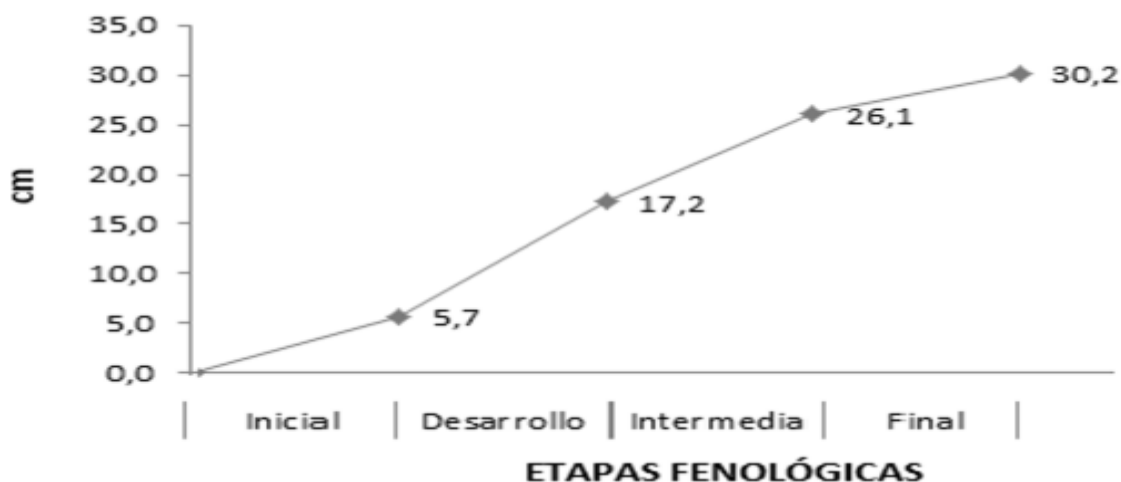


Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Construcción de la curva del coeficiente del cultivo (Kc) para el cultivo de Girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbrigh.

4.1.3. PROFUNDIDAD RADICULAR DEL CULTIVO DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) var. Sunbrigh

Viorel, (1 977), enuncia que el crecimiento del sistema radical depende del nivel de abastecimiento de agua y sustancias nutritivas en el suelo. La profundidad en la cual se desarrolla esta denominada red, también depende de las condiciones climáticas; si hay sequía el desarrollo es a más profundidad, si hay humedad se acercan a la superficie del suelo.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 3. DESARROLLO RADICULAR (cm) DEL CULTIVO DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) var. sunbrigh.

4.1.3.1. ETAPA INICIAL

En cuanto a la variable profundidad radicular se puede observar en la figura 3 los valores de la etapa fenológica inicial del girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbrigh, que comprende desde la siembra hasta el desarrollo de las primeras hojas verdaderas es decir va desde el

día de la siembra 0 días hasta los 29 días. Tuvo un crecimiento promedio de 5,7 cm de profundidad.

4.1.3.2. ETAPA DE DESARROLLO

La etapa de desarrollo, comprende desde el crecimiento de las primeras hojas verdaderas hasta el inicio de la floración en el lapso de 34 días, corresponde al crecimiento de 30 días hasta los 63 días después de la siembra, en donde la raíz alcanzó un crecimiento acumulada de 17,2 cm, y alcanzó un promedio de profundidad radicular real de 11,5 cm, como se demuestra en la figura 3.

4.1.3.3. ETAPA INTERMEDIA

En la etapa fenológica intermedia que va desde el inicio de la floración hasta comenzar la madurez del cultivo es decir la apertura del capítulo floral desde los 64 días hasta los 89 días después de la siembra, donde la raíz alcanzó un crecimiento acumulado de 26,1 cm, esta etapa fenológica intermedia tiene una duración de 26 días y en esta etapa la mayor profundidad en crecimiento de 8,9 cm alcanzó un promedio de profundidad radicular de real de 8,9 cm.

4.1.3.4. ETAPA FINAL

En la etapa fenológica final identificada desde el comienzo de la madurez del cultivo hasta la senescencia del vegetal, la cual comprendida desde los 90 días después de la siembra hasta los 118 días, teniendo una duración de 29 días donde la raíz alcanzó un crecimiento acumulado de 30,2 cm y un promedio de profundidad radicular real de 4.1 cm.

4.1.4. ALTURA DEL CULTIVO DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) var. Sunbright



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 4. ALTURA DEL CULTIVO DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) var. Sunbright.

En la Figura 4 se observa los datos de crecimiento aéreo de la planta. En la etapa inicial presentó una altura media de 5,3 cm, cuando aparecen las primeras hojas verdaderas. En la etapa de desarrollo desde el crecimiento de las primeras hojas verdaderas hasta el inicio de la floración el girasol presentó una altura acumulada de 56,8 cm, donde transcurrió 34 días, y alcanzó un promedio real de 51,5 cm. En la etapa fonológica intermedia que va del inicio de la floración hasta comenzar la madurez del cultivo es decir la apertura del capítulo floral, la planta alcanzó una altura acumulada de 112,2 cm y un promedio real de 55,4 cm y en la etapa final identificada desde el comienzo de la madurez del cultivo hasta la senescencia del vegetal, la planta presentó una altura acumulada de 113,1 cm en los posteriores 29 días y una altura promedio de 1 cm.

4.1.5. ANÁLISIS DE LA PROFUNDIDAD RADICULAR Y ALTURA DE LA PLANTA

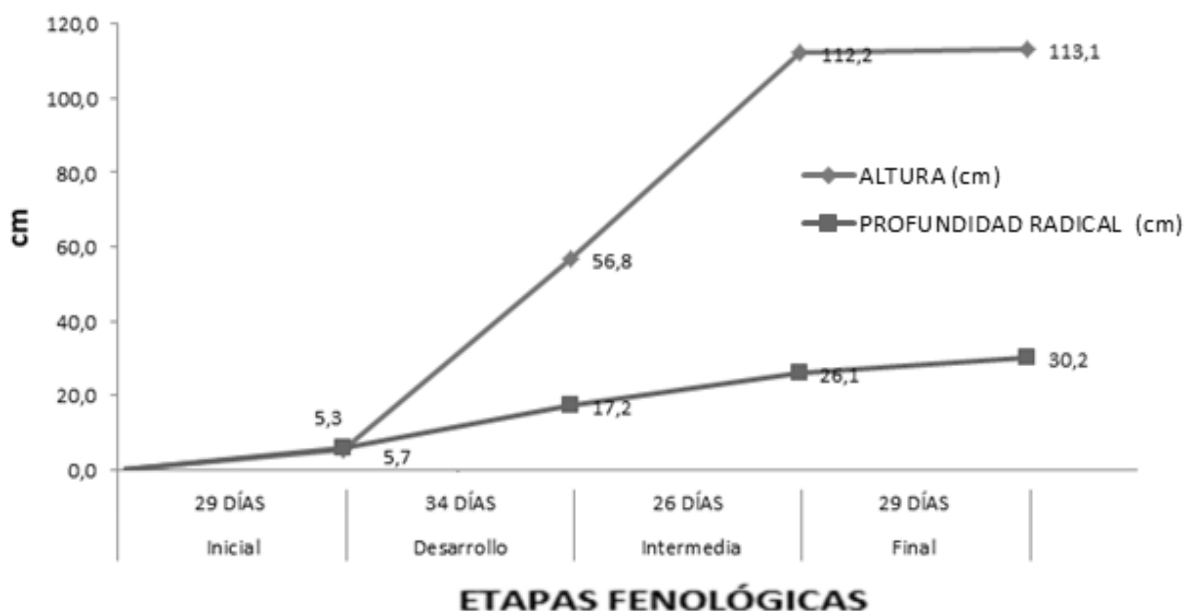
Pérez (1994), enuncia que cada especie presenta una relación tallo/raíz características que viene determinada genéticamente. Esta relación (medida de diversas maneras: peso seco, peso fresco, tamaño, etc) puede ser modificada dentro de ciertos límites. Así el elevado contenido en nitrógeno del suelo tiende a hacer crecer el tallo relativamente más que la raíz. La falta de humedad del suelo provoca el efecto contrario.

TABLA 8. RELACIÓN DE PROFUNDIDAD RADICULAR Y ALTURA DEL CULTIVO DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) var. Sunbrigh

ETAPA FENOLÓGICA	DURACIÓN ETAPAS (días)	PROFUNDIDAD (cm)	ALTURA (cm)
Inicial	29	5,7	5,3
Desarrollo	34	17,2	56,8
Intermedia	26	26,1	112,2
Final	29	30,2	113,1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 y figura 5 se detalla la relación entre la parte aérea y subterránea de la planta, las cuales tienen un cuerpo vegetal bien diferenciado. Embriológicamente estos órganos se originan de dos estructuras primarias: la radícula y el vástago. La primera da origen a la raíz y el segundo al tallo y sus subsecuentes modificaciones: hojas, flores y frutos.



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 5. RELACIÓN PROFUNDIDAD RADICULAR Y ALTURA DE LA PLANTA DE GIRASOL (*Helianthus annuus*) var. Sunbrigh.

4.1.5.1. ETAPA INICIAL

Etapa que comienza a partir desde la siembra 0 días hasta los 29 días. Según Aguirrezábal (2009), menciona que la semilla de girasol botánicamente, es un fruto denominado aquenio. Para que esta semilla dé origen a una planta deben ocurrir numerosos procesos. En una primera etapa el fruto debe embeberse en agua, movilizar sus reservas y la radícula debe crecer hasta atravesar las cubiertas seminales y el pericarpio, finalizando así, en sentido estricto, el proceso de germinación. El hipocótilo del embrión debe luego alargarse y sacar los cotiledones a la superficie del suelo (emergencia de la plántula) en donde se diferencian cloroplastos, transformándolos en órganos fotosintéticos y, actuando como si fueran hojas. Finalmente el desarrollo del epicótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de las hojas y las primeras hojas). Hasta dicho estadio, el crecimiento es

soportado por la energía proveniente de la degradación de las reservas seminales. Los cuales se diferenciaron a los 15 días.

En la etapa inicial se presentó una profundidad radicular 5,7 cm y una altura 5,3 cm, es decir se obtuvo una relación 1: 1 ya que en esta etapa se forman dos principales órganos vegetales el primero el sistema radical el cual se encuentra constituido por un eje principal o raíz primaria y por ramificaciones secundarias, mientras en la parte aérea la plántula se convierte en un organismo autótrofo obteniendo a partir de la energía lumínica y mediante la fotosíntesis, la energía química para mantenerse y crecer hasta desarrollar las primeras hojas verdaderas.

4.1.5.2. ETAPA DE DESARROLLO

Basantes (2 010) manifiesta que esta etapa se caracteriza por crecimiento y diferenciación celular, procesos metabólicos relacionados con la síntesis continua de moléculas orgánicas complejas, que se forman a partir de minerales y moléculas simples (H_2O , CO_2 , energía luminosa) que son la base para favorecer el crecimiento. El crecimiento se da cuando la fotosíntesis supera la respiración y la planta gana peso y tamaño. Las células adquieren diversos trabajos y se conjuntan en tejidos para formar el cuerpo de la planta.

Esta etapa comprende 34 días, el crecimiento radicular fue 17,2 cm y una altura 56,8 cm es decir en la etapa de desarrollo se presentó una relación 1:3 en donde el crecimiento de la parte aérea de la planta es tres veces mayor a la profundidad radical ya que la colonización de la raíz hacia nuevas zonas de suelo sería por el alargamiento de la raíz primaria y las raíces secundarias. El crecimiento de las raíces terciarias y cuaternarias permitiría explorar las zonas de suelo ya colonizadas, y tendrían en consecuencia un rol importante en la absorción de nutrientes poco móviles en el suelo mientras que en el meristema apical de las partes aéreas se forma el embrión y origina las nuevas hojas, ramas y partes florales.

En esta etapa la superficie verde del cultivo es capaz de captar la energía lumínica (capacidad de interceptar la radiación solar incidente a través del follaje verde) y la actividad de su aparato fotosintético (capacidad para convertir la radiación interceptada en asimilados, es decir, en energía química) que la planta utiliza para crecer y mantenerse.

4.1.5.3. ETAPA INTERMEDIA

En esta etapa existe un crecimiento rápido, donde el aumento de tamaño continúa a una velocidad constante y usualmente máxima por algún tiempo. La etapa intermedia se desarrolló en una relación 1:4 es decir que el crecimiento radicular fue 26,1 cm y una altura 112,2 cm durante 26 días que comprende dicha etapa.

Aguirrezábal (2 009), expresa que en esta etapa fenológica se determina la culminación de la formación de los primordios de las hojas en la planta, y por lo tanto indica el momento en el cual su número final queda fijado. Las zonas de activo crecimiento de hojas, tallos y raíces, se encuentra acumulando reservas mientras el receptáculo se expande tomando la forma de disco aplanado. A partir de allí los primordios florales comienzan a distinguirse sobre la superficie del joven receptáculo. Luego se manifiesta cuando se ha completado de diferenciar la totalidad de los primordios florales en el receptáculo y el centro del mismo está cubierto por flores y finalmente la antesis (apertura de las flores). El diámetro floral obtenido en la investigación fue de 13 cm.

4.1.5.4. ETAPA FINAL

Según Basantes (2 010), indica que la última etapa corresponde una velocidad decreciente, a medida que la planta alcanza su madurez y comienza a envejecer. En órganos de crecimiento determinado como las hojas el crecimiento se detiene. Finalizando con la

senescencia de la planta. En la etapa final existió una relación 1:4 es decir una profundidad radicular 30,2 cm y una altura 113,1 cm en el lapso de 29 días de la duración de dicha etapa.

4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

4.2.1. Con respecto a la hipótesis sobre la duración de las etapas fenológicas esta se desecha por cuanto el ciclo de cultivo fue menor, con 12 días.

4.2.2. En base a los resultados obtenidos la profundidad radicular la hipótesis no guarda relación porque el promedio obtenido en el ensayo fue de 30,2 cm, mientras que la profundidad radicular encontrada bibliográficamente fue de 0,90 a 100 cm.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En relación a la duración de las etapas fenológicas del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright, los datos obtenidos en la Granja Experimental Docente Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, perteneciente al Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua fue de 118 días, con una duración de 29 días en la etapa inicial, 34 días la etapa de desarrollo, 26 días la etapa intermedia y finalmente con 29 días la etapa final. En el transcurso de las cuatro etapas fenológicas desarrolladas en los 118 días, los parámetros climáticos fueron: precipitación acumulada para este periodo fue de 270,6 mm, con una precipitación media diaria de 2,3 mm/día, temperatura media de 13,2 °C, humedad relativa media 78,5%, heliofanía 442,1 horas y heliofanía media de 3,7 h/día, la altura en la que se realizó la investigación es de 2 865 msnm.

En la construcción de la Curva del Coeficiente de cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright, empieza con 0,4 valor que se mantiene durante los 29 días del transcurso de

la etapa inicial. En la etapa de desarrollo que tiene una duración de 34 días los valores de coeficiente de cultivo (Kc) registrado van desde 0,43 hasta 1,15 en el lapso de dicha etapa. Con respecto a la etapa intermedia el coeficiente del cultivo (Kc) permanece desde 1,15 hasta 1,15 esto quiere decir que se mantiene en los 26 días de la duración de la etapa intermedia y concluye en la etapa final con 29 días de duración, el coeficiente del cultivo (Kc) va descendiendo desde 1,15 hasta 0,35 durante este periodo de tiempo.

Con respecto a la profundidad radicular en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright se concluye que en la etapa inicial tuvo un crecimiento promedio de 5,7 cm de profundidad. En la segunda etapa fenológica denominada etapa de desarrollo la raíz alcanzó un crecimiento acumulado de 17,2 cm, obteniendo un promedio de profundidad radicular real de 11,5 cm. En la etapa fenológica intermedia la raíz alcanzo un crecimiento acumulado de 26,1 cm, y obtuvo un promedio de profundidad radicular real de 8,9 cm. En la etapa fenológica final la raíz alcanzó un crecimiento de 30,2 cm, y una profundidad radicular real de 4.1 cm en esta etapa

Con referencia entre la altura y profundidad radicular del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright en la etapa inicial presentó una profundidad radicular 5,7 cm y una altura 5,3 cm, es decir se obtuvo una relación 1: 1 ya que en esta etapa se forman dos principales órganos vegetales, el primero el sistema radicular el cual se encuentra constituido por un eje principal o raíz primaria, mientras en la parte aérea la plántula debe convertirse en un organismo autótrofo.

En la etapa de desarrollo el crecimiento radicular acumulado fue 17,2 cm y una altura 56,8 cm es decir en la etapa de desarrollo se presentó una relación 1:3 en donde el crecimiento de la parte aérea de la planta es tres veces mayor a la profundidad radicular ya que esta etapa se caracteriza por crecimiento y diferenciación celular, procesos metabólicos relacionados con la síntesis continua de moléculas orgánicas complejas, que se forman a partir de minerales y moléculas simple (H₂O, CO₂, energía luminosa) que son la base para favorecer el crecimiento.

Durante la etapa intermedia existe un crecimiento rápido, donde el aumento de tamaño continúa a una velocidad constante y usualmente máxima por algún tiempo. La etapa intermedia se desarrolló en una relación 1:4 es decir que el crecimiento radicular acumulado fue 26,1 cm y una altura acumulada 112,2 cm durante 26 días que comprende dicha etapa.

La etapa final corresponde una velocidad decreciente a medida que la planta alcanza su madurez y comienza a envejecer. En la que existió una relación 1:4 es decir una profundidad radicular acumulada 30,2 cm y una altura acumulada 113,1 cm en el lapso de dicha etapa.

5.2. RECOMENDACIONES

- A los productores se sugiere realizar una buena preparación de la cama de siembra para obtener un sistema radicular profundo y evitar que las raíces presenten deformaciones o impide el crecimiento.

- Para el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright se recomienda la siembra a una profundidad de 2 a 3 cm con el fin de asegurar uniformidad de germinación y esa uniformidad continúe reflejándose positivamente en la floración.

- La densidad de siembra recomendable para el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright es de 10 cm x 12 cm ya que una plantación densa ayuda a reducir el crecimiento de ramas laterales y produce una flor de buen tamaño.

- Se sugiere aplicar un programa de fertilización y control fitosanitario para ayudar al cultivo a desarrollarse completamente en todas sus etapas y alcancé su máximo rendimiento.
- Para la producción de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright se propone conocer las etapas fenológicas para elaborar un calendario de producción del cultivo, para saber cuándo y cómo realizar el riego, para aplicar una correcta nutrición mineral y para conocer las etapas más críticas del cultivo.

- Realizar este ensayo bajo cubierta con diferentes densidades de siembra una fuente estable de fertilización para todos los tratamientos.

- Se debe utilizar los datos meteorológicos de la zona donde se va a realizar la investigación y registrar parámetros como temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad de viento y heliofanía ya que son los más importantes para realizar los cálculos de la evapotranspiración del cultivo, evapotranspiración potencial, coeficiente de cultivo.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Producción comercial de girasol ornamental (*Helianthus annuus*) var. Sunbright, aplicando láminas de riego de acuerdo al estado fenológico del cultivo.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

Las etapas fenológicas influyen directamente en los requerimientos hídricos en cada uno de los cultivos. Pese a la importancia que tiene la fenología en el manejo productivo, del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) sorprende la escasa cantidad de trabajos disponibles a nivel nacional y la poca presencia de investigaciones, por ende los estudios y manejos técnicos que se utilizan son de distintas zonas y de otros países. Parámetro que al desconocerse no permiten una programación del producto al mercado en tiempos de precios altos de la flor, por lo tanto no se consigue máximos rendimientos por cuanto la aplicación del agua es deficiente o está en demasía, e inclusive perdiendo importantes recursos económicos cuando se maneja la fertirrigación.

6.3. OBJETIVOS

6.3.1. Objetivo General

- Aumentar la producción comercial de girasol ornamental (*Helianthus annuus*) var. Sunbright, aplicando láminas de riego de acuerdo al estado fenológico del cultivo.

6.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer un calendario de producción de girasol ornamental (*Helianthus annuus*) var. Sunbright.
- Determinar la lámina de riego a aplicar en el cultivo de girasol ornamental (*Helianthus annuus*) var. Sunbright.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Gómez (2 008), manifiesta que en el Continente Americano, actualmente el cultivo de girasol como flor de corte se lo realiza en varios países como son: Estados Unidos, México, Guatemala, Costa Rica, Colombia, Brasil, Argentina, Ecuador, etc. El girasol como flor de corte es muy importante en el mundo de la ornamentación, existiendo déficit para suplir cupos de exportación, representando cifras que influyen directa o indirectamente en la rentabilidad de las empresas florícolas. Desde hace varios años ha existido el interés, para introducir el cultivo del girasol (*Helianthus annuus*) en nuestro país. Las zonas de la región centro y Norte de Ecuador, prestan las mejores condiciones agroclimáticas favorables para el desarrollo de este cultivo.

El establecimiento de nuevos cultivos como el girasol ornamental es una opción más para los productores locales, ya que alternativas novedosas de producción podrán solucionar problemas de sobreproducción en los mercados nacionales.

6.5. MANEJO TÉCNICO

6.5.1. Preparación del terreno

Realizar arada y rastrada del suelo con el fin de desmenuzar los terrones y mejorar la aireación del suelo. La preparación del suelo se realiza de forma manual se procede a nivelar el terreno para realizar el trazado de parcelas de 0,80 cm de ancho por 10 m de largo.

6.5.2. Siembra y tiempo de siembra

Se recomienda trabajar con semilla de girasol (*Helianthus annuus L.*) var. Sunbright F1, de la empresa Gloeckner las cuales tiene un 99,89% de pureza, a una densidad de siembra de 10 cm x 12 cm y 3 cm de profundidad.

6.5.3. Riego

En lapso de los 73 días se aplican 10 riegos, en suelos de textura Franco arenoso. Con una frecuencia de 7 días en cultivo a campo abierto.

Aplicando las siguientes fórmulas:

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

En donde:

Ln: Lámina neta

Cc: Capacidad de Campo

Pmp: Punto de Marchitez Permanente

Pea: Peso Específico del Suelo

Pew: Peso Específico del Agua

Hz: Altura de la raíz

$$\mathbf{Lb = Ln/Ef}$$

En donde:

Lb: Lámina Bruta

Ln: Lámina neta

Ef: Eficiencia de Riego

- Primer Riego

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{[14 - 6]}{100} * \frac{1,50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 1,6 \text{ cm}$$

$$Ln = 0,192 \text{ cm} \times 10 \text{ mm} = 1,92 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3 / 1 \text{ mm} = \mathbf{19,2 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$\mathbf{Lb = Ln/Ef}$$

$$Lb = 19,2 \text{ m}^3/\text{ha} / 0,90$$

$$Lb = 21,33 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Segundo Riego**

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{[14 - 6]}{100} * \frac{1,50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 3 \text{ cm}$$

$$Ln = 0,36 \text{ cm} \times 10 \text{ mm} = 3,6 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3 / 1\text{mm} = \mathbf{36 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = Ln/Ef$$

$$Lb = 36 \text{ m}^3/\text{ha} / 0,90$$

$$Lb = 40 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Tercer Riego**

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{[14 - 6]}{100} * \frac{1,50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 4,35 \text{ cm}$$

$$Ln = 0,522 \text{ cm} \times 10 \text{ mm} = 5,22 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3 / 1\text{mm} = \mathbf{52,2 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = Ln/Ef$$

$$Lb = 52,2 \text{ m}^3/\text{ha} / 0,90$$

$$Lb = 58 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Cuarto Riego**

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{[14 - 6]}{100} * \frac{1,50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 5,7 \text{ cm}$$

$$Ln = 0,684 \text{ cm} \times 10 \text{ mm} = 6,84 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3 / 1 \text{ mm} = \mathbf{68,4 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = Ln/Ef$$

$$Lb = 68,4 \text{ m}^3/\text{ha} / 0,90$$

$$Lb = 76 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Quinto Riego**

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{[14 - 6]}{100} * \frac{1,50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 8,1 \text{ cm}$$

$$Ln = 0,972 \text{ cm} \times 10 \text{ mm} = 9,72 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3 / 1\text{mm} = \mathbf{97,2 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$\mathbf{Lb = Ln/Ef}$$

$$Lb = 97,2 \text{ m}^3/\text{ha} / 0,90$$

$$Lb = 108 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Sexto Riego**

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{[14 - 6]}{100} * \frac{1,50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 10,45 \text{ cm}$$

$$Ln = 1,254 \text{ cm} \times 10 \text{ mm} = 12,54 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3 / 1\text{mm} = \mathbf{125,4 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$\mathbf{Lb = Ln/Ef}$$

$$Lb = 125,4 \text{ m}^3/\text{ha} / 0,90$$

$$Lb = 139,3 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Séptimo Riego**

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{[14 - 6]}{100} * \frac{1,50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 12,8 \text{ cm}$$

$$Ln = 1,536 \text{ cm} \times 10 \text{ mm} = 15,36 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3 / 1 \text{ mm} = \mathbf{153,6 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$\mathbf{Lb = Ln/Ef}$$

$$Lb = 153,6 \text{ m}^3/\text{ha} / 0,90$$

$$Lb = 170,66 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Octavo Riego**

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{[14 - 6]}{100} * \frac{1,50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 15,2 \text{ cm}$$

$$Ln = 1,824 \text{ cm} \times 10 \text{ mm} = 18,24 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3 / 1 \text{ mm} = \mathbf{182,4 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$\mathbf{Lb = Ln/Ef}$$

$$Lb = 182,4 \text{ m}^3/\text{ha} / 0,90$$

$$Lb = 202,66 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Noveno Riego**

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{[14 - 6]}{100} * \frac{1,50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 17,2 \text{ cm}$$

$$Ln = 2,064 \text{ cm} \times 10 \text{ mm} = 20,64 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3 / 1 \text{ mm} = \mathbf{206,4 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$\mathbf{Lb = Ln/Ef}$$

$$Lb = 260,4 \text{ m}^3/\text{ha} / 0,90$$

$$Lb = 229,33 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Décimo Riego**

$$Ln = \frac{[Cc - Pmp]}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{[14 - 6]}{100} * \frac{1,50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 19,5 \text{ cm}$$

$$Ln = 2,34 \text{ cm} \times 10 \text{ mm} = 23,4 \text{ mm} \times 10 \text{ m}^3 / 1 \text{ mm} = \mathbf{234 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$\mathbf{Lb = Ln/Ef}$$

$$Lb = 234 \text{ m}^3/\text{ha} / 0,90$$

Lb= 260 m³/ha

6.5.4. Fertilización

Como investigadora propongo el siguiente plan de fertilización edáfica para un área de 85.12 m² en kg/ha.

Etapa Inicial

N	P₂O₅	K₂O	ET
27,5	18,1	15	2,8

Fuente: Elaboración propia

Etapa de Desarrollo

N	P₂O₅	K₂O
38,7	6,3	30,5

Fuente: Elaboración propia

Etapa Intermedia

N	P₂O₅	K₂O
19,4	2,8	16,4

Fuente: Elaboración propia

6.5.5. Control de Malezas

Las deshierbas se realizan en forma manual con la ayuda de un rastrillo jardinero de acuerdo al desarrollo de las malas hierbas.

6.5.6. Control fitosanitario

En el control fitosanitario se puede utilizar una bomba de mochila de 20 litros para la aplicación de los siguientes productos:

Siembra: para desinfectar la semilla Vitavax en una dosis de 2 g/l.

Emergencia: se puede aplicar los siguientes productos:

- Raizal 400 en una dosis de 1 g/l.
- Previcur cuyo ingrediente activo es Propamocarb a una dosis de 2 cc/l.
- Decis cuyo ingrediente activo es Deltametrina a una dosis de 0,5 cc/l

15 días de la Emergencia: Utilizar los siguientes productos:

- Trofeo 75% cuyo ingrediente activo es Acefato a una dosis de 1 g/l.
- Benomas cuyo ingrediente activo es Benomyl a una dosis de 1,2 g/l.
- Poliquel Multi es un fertilizante líquido rico en microelementos a una dosis de 5 cc/l

Formación del botón floral: aplica los siguientes productos:

- Trofeo 75% cuyo ingrediente activo es Acefato a una dosis de 1 g/l.
- Oligomix- Co es un Abono Foliar a una dosis de 1 g/l.

Floración: en esa etapa manejar los siguientes productos:

- Merit Rojo es un quelato orgánico a una dosis de 2 cc/l.
- Skipper cuyo ingrediente activo es Iprodione a una dosis de 1 g/l.
- Cigaral cuyo ingrediente activo es Imidacloprid a una dosis de 1 cc/l.

6.5.7. Cosecha

La cosecha se realizará en cuanto el capítulo alcance la madurez comercial, considerando el punto de corte y el mercado.

6.6. IMPLEMENTACIÓN / PLAN DE ACCIÓN

La implementación del proyecto se realizará mediante charlas técnicas dirigidas a los agricultores con el fin de dar a conocer una nueva opción de producción de girasol ornamental (*Helianthus annuus*) var. Sunbright, aplicando láminas de riego de acuerdo al estado fenológico del cultivo y presentando los resultados a estudiantes, docentes, técnicos, colaboradores relacionados con la investigación para fomentar el interés sobre estudios de fenología de cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, J. 2 010. El cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) para flor cortada. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Melgares%202001%20girasol.PDF>.

Aguirrezábal, L. 2 001. Girasol Aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. (En línea). Consultado el 22 de Septiembre del 2014. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210709.pdf>.

Allen R, 2 006. Evapotranspiración del cultivo. Trad. Trezza R (En línea). Consultado el 21 de Noviembre del 2014. Disponible en: <file:///C:/Users/Pavilion/Documents/Fenologia/FAO%2056.pdf>.

Avidan A. 2 002. Determinación del régimen de riego de los cultivos. S/E. Israel. Editorial Cinadco.

Ávila J, 2 009. Manual para el cultivo del girasol. (En línea). Consultado el 21 de Noviembre del 2014. (En línea). Disponible en: http://www.fundacitezulia.gob.ve/download/Manual_de_cultivo_girasol.pdf.

Basantes E. 2 010. Producción y fisiología de cultivos con énfasis en la fertilidad del suelo. 1 ed. Ecuador, Quito. Editorial La unión.

Calero, E.1 995. El Cultivo de Girasol en el Ecuador. S/E. Ecuador, Quito. Editorial Mundi Prensa.

Chapman S. y Lark, C. 1 976. Producción Agrícola: Principios y Prácticas.1 ed. España. Editorial Acribia.

Diaz M. 2 003. El Cultivo de Girasol (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en http://www.asagir.org.ar/Publicaciones/cuadernillo_web.pdf.

Doorenbos J y Pruitt W. 1 975. Orientaciones para predecir las necesidades de agua de los cultivos. S/E. Roma- Italia. S/E. 179 p.

Duarte, G. 2 004. El Cultivo de Girasol en Siembra Directa.1 ed. Buenos Aires. Editorial Monsato. 208 p.

Fuentes J. 2 003. Técnicas de riego. 4 ed. España, Madrid. Editorial Mundi- Prensa.

Gómez, A. 2 008. El cultivo del girasol.S/E. Argentina, Buenos Aires S/E. 88 p.

Guerrero A. 1 984. Cultivos herbáceos extensivos. 3 ed. Madrid. Editorial Mundi-prensa.

Guzmán, J. 2 005. El cultivo de Girasol. 1 ed. Venezuela – Caracas. Editorial Espasande.58 p.

Hill, M. 1 998. Cultivo de girasol para corte. S/E. Japón. Editorial Detalles Culturales.

Holdridge, L. 1 979. Ecología basada en zonas de vida. 1 ed. Costa Rica. Editorial Agris.

Infoagro, 2 009. La Fenología como herramienta en la Agroclimatología (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en <http://www.infoagro.com/frutas/fenologia.htm>.

Infoagro, 2 014. El cultivo del girasol. (En línea). Consultado el 11 de noviembre del 2013. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/girasol3.htm>.

Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos. 1 976. Diagnóstico del Proyecto de Desarrollo Rural Integral para el Área de Quero, Provincia de Tungurahua. Quito. 32-37 p.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2 014. Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ecuador- Cevallos. 2 p.

Ortegón A, 1 993. El girasol. S/E. México. Editorial Trillas.

Pérez. 1 994. Introducción a la Fisiología Vegetal. S/E. Madrid. Ediciones Mundi Prensa. 107 p.

- Pizarro de Márquez, M. 2 009. Girasol. 3 ed. Chile. Editorial Hortitécnia.41 p.
- Robinson y colaboradores. 1 967. Ciencia de los cultivos. V 7, 2. 136 p.
- Robles, R. 1 985. Producción de Oleaginosas y textiles. 2 ed. México Editorial Limusa. 675 p.
- Román S, 2 001. Libro Azul Manual Básico de Fertirrigación. 2 ed. Chile. Editorial Soquimich comercial. 69 p.
- Samuell, H. 2 004. Girasol, Técnicas Actualizadas Para Su Mejoramiento y Cultivo. 1 ed. Editorial Hemisferio Sur. 63 p.
- Sánchez, A. 1 988. Cultivos oleaginosos: Girasol. S/E. México. Editorial Trillas.
- Trápani N. 2 004. Fases de desarrollo del cultivo de Girasol y los factores determinantes del rendimiento (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: file:///C:/Users/Pavilion/Documents/Fenologia/Girasol_boletin.pdf
- Villar L, 2 014. Cultivo de Girasol. (En línea). Consultado el 13 de Noviembre del 2013. Disponible en: <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Girasol.pdf>.
- Viorel A. 1 977. El girasol. 2 ed. España, España. Editorial Mundi Prensa.

ANEXOS

ANEXO 1. ANÁLISIS DE SUELO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD
INGENIERÍA AGRÓNOMICA

Casilla: -18-01-334 Telfs. 03 2746151 - 03 2746171
Fax: 03 2746231 Cevallos - Tungurahua
fiagruta@hotmail.com

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO FIAGR

Datos del cliente:

NOMBRE:	Celia Tenesaca	COD. LAB	7 2014
ATENCIÓN:	Celia Tenesaca	MUESTRA:	Suelo
DIRECCIÓN:	Ambato	MATRIZ :	S
PROVINCIA:	Tungurahua	ANÁLISIS:	Completo
CANTÓN:	Ambato		

Datos de la muestra:

	FECHA DE TOMA DE MUESTRA :
RESPONSABLE DE TOMA DE MUESTRA:	Celia Tenesaca
INGRESO AL LAB. :	
LOTE:	FIAGR -Querochaca tras invernadero
SALIDA:	
CULTIVO ANTERIOR:	
CULTIVO A SEMBRAR:	Girasol

ANÁLISIS	Unidad	Valor	Nivel
suelo:agua 1:2,5		6,45	L Ac
C.E. extracto suelo:agua 1:2,5	us/cm	7,75	NS
Textura	Clase	Franco Arenoso	
Arena	%	66	
Limo	%	28	
Arcilla	%	3	
M.O.	%	4,0	A
N - TOTAL	%	37,3	A
P	ppm	36,8	A
K	meq/100 g	0,8	A
Ca	meq/100 g	8,3	A
Mg	meq/100 g	2,8	A
Cu	ppm	5,1	A
Fe	ppm	53,2	A
Mn	ppm	1,0	B
Zn	ppm	3,1	M
Ca/Mg	meq/100 g	2,9	O
Mg/K	meq/100 g	3,4	O
Ca+Mg/K	meq/100 g	13,5	O

INTERPRETACION	
M Ac	Muy Acido
Ac	Acido
Me Ac	Medianamente Acido
L Ac	Ligeramente Acido
P N	Practicamente Neutro
L AL	Ligeramente Alcalino
Me AL	Medianamente Alcalino
AL	Alcalino
N	Neutro
B	Bajo
M	Medio
A	Alto
T	Toxico
N S	No Salino
L S	Ligeramente Salino
S	Salino
M S	Muy Salino
O	Optimo

Parametro analizado	Metodo	Equipo
PH	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
C.E	Electroquimico	PH/Conductimetro Orion 550A
Textura	Bouyoucos	Licadora Bouyoucos
M.O	Gravimetrico	Balanza Analitica
N-Total	KJELDAHL	KJELDAHL
Fosforo	Olsen Mod.	Espectrofotometro Genesis 20
K,Ca,Mg	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100
Fe,Cu,Mn,Zn	Olsen Mod.	Espectrofotometro de A.A Perkin Elmer 100

Quim. Marcia Buehano
RESPONSABLE DEL ANALISIS

"Sembremos juntos un futuro brillante"

ANEXO 2. TABLA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA INICIAL

FECHA	MES	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación n (mm)	Heliofanía (horas)	Heliofanía (%)
28	Marzo	20,6	13,4	6,1	5	68	114,91	1,33	0,75	3,75	0,4	1,5	0	9,7	87
29		21,7	14,8	7,9	2,6	72	144,29	1,67	0,85	2,21	0,4	0,884	0,1	3,5	29
30		22,2	15,9	9,6	5	78	114,91	1,33	0,85	4,25	0,4	1,7	7,3	6,2	52
31		20,6	13,6	6,5	5	67	201,31	2,33	0,7	3,50	0,4	1,4	0	10,5	88
1	Abril	18,9	14,1	9,3	5,6	67	317,09	3,67	0,7	3,92	0,4	1,568	0	9	75
2		16,8	12,4	8	1,5	71	86,4	1	0,85	1,28	0,4	0,51	0	0,7	6
3		20,3	14,2	8,1	3,5	70	114,91	1,33	0,75	2,63	0,4	1,05	0	7,1	59
4		18,7	14,1	9,4	3,4	76	114,91	1,33	0,85	2,89	0,4	1,156	0,3	4,4	37
5		20,5	15,4	10,2	3,4	75	57,89	0,67	0,85	2,89	0,4	1,156	3,5	6	50
6		16,3	13,1	9,8	2,7	79	86,4	1	0,85	2,30	0,4	0,918	1,6	1,3	11
7		16,2	13,3	10,4	3,8	87	230,69	2,67	0,75	2,85	0,4	1,14	4,2	3,7	31
8		13,5	11,6	9,7	1,9	88	86,4	1	0,85	1,62	0,4	0,646	1,3	0	0
9		17,7	13,6	9,4	2	76	144,29	1,67	0,85	1,70	0,4	0,68	2,3	0,9	8
10		16,1	12,8	9,5	1,6	82	114,91	1,33	0,85	1,36	0,4	0,544	0	0,5	4
11		15,2	12,4	9,6	1,8	83	86,4	1	0,85	1,53	0,4	0,612	0	1	8
12		18,9	12,7	6,4	3,3	81	114,91	1,33	0,85	2,81	0,4	1,122	0	4,3	36
13		17,7	13,3	8,9	2,5	75	86,4	1	0,85	2,13	0,4	0,85	0,4	2,5	21
14		18,3	14,1	9,8	2,5	76	57,89	0,67	0,85	2,13	0,4	0,85	2,4	1,6	13
15		19	13,7	8,3	3,4	76	86,4	1	0,85	2,89	0,4	1,156	2,1	4,1	34
16		19,7	14,9	10,1	4,6	78	172,8	2	0,85	3,91	0,4	1,564	0	6,1	51
17		22,4	15,3	8,1	3,7	78	172,8	2	0,85	3,15	0,4	1,258	0,6	7,6	63
18		22,1	15,3	8,5	4	73	86,4	1	0,85	3,40	0,4	1,36	3,1	6,7	56

FECHA	MES	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación (mm)	Heliofanía (horas)	Heliofanía (%)
19	Abril	18,3	14,5	10,6	2,3	77	114,91	1,33	0,85	1,96	0,4	0,782	0,1	3	25
20		17,8	13,9	10	2,5	80	259,2	3	0,75	1,88	0,4	0,75	1,7	0,9	8
21		19,3	14,3	9,3	4,4	77	201,31	2,33	0,75	3,30	0,4	1,32	2,8	6,5	54
22		18,7	13,8	8,8	2	82	114,91	1,33	0,85	1,70	0,4	0,68	0,2	1,8	15
23		18,3	13,7	9,1	3,2	77	86,4	1	0,85	2,72	0,4	1,088	0,7	2,7	23
24		14,8	12,3	9,7	1,1	86	28,51	0,33	0,85	0,94	0,4	0,374	11	0	0
25		20,3	14,6	8,8	2,6	79	114,91	1,33	0,85	2,21	0,4	0,884	0,1	5,7	48
	TOTAL	18,65	13,83	8,96	3,13	77,03	128,05	1,48	0,82	2,54	0,4	29,50	1,58	118,00	34,21

T°: Temperatura

Ev(A): Evaporación del tanque evaporímetro clase A

HR %: Humedad relativa en porcentaje

V.V: Velocidad de viento

Kp: Coeficiente de instalación del tanque evaporímetro

Etp: Evapotranspiración potencial

Etc: Evapotranspiración del cultivo

ANEXO 3. TABLA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA DESARROLLO

FECHA	MES	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación n (mm)	Heliofanía (horas)	Heliofanía (%)
26	Abril	21,1	15	8,9	3,7	75	86,4	1	0,85	3,15	0,43	1,35	1,2	5,7	48
27		17,5	13,9	10,3	2,1	89	28,51	0,33	0,85	1,79	0,45	0,80	1,8	1,7	14
28		21,8	13,6	5,4	3,9	68	86,4	1	0,75	2,93	0,47	1,37	1,6	9,5	79
29		16,6	13,5	10,4	1,8	79	86,4	1	0,85	1,53	0,49	0,75	3,7	0,4	9
30		16,8	13,2	9,5	1,9	83	57,89	0,67	0,85	1,62	0,51	0,82	2,2	0,6	5
1	Mayo	21,2	14,2	7,1	3,8	70	259,2	3	0,7	2,66	0,53	1,41	1,7	6	50
2		19,4	13,8	8,1	2,2	82	28,51	0,33	0,85	1,87	0,56	1,05	3,3	3,5	29
3		15,5	12,3	9	2,1	82	86,4	1	0,85	1,79	0,58	1,04	10,5	1	8
4		19,3	14,3	9,3	2,8	82	86,4	1	0,85	2,38	0,6	1,43	0	3,5	29
5		19,3	13,7	8	3,1	74	86,4	1	0,85	2,64	0,62	1,63	0	2,2	18
6		21,5	14,6	7,6	5	69	144,29	1,67	0,75	3,75	0,65	2,44	1	5,7	48
7		20,1	15,2	10,3	3,4	76	57,89	0,67	0,85	2,89	0,67	1,94	1,8	4,5	38
8		17,1	13,3	9,5	2,2	86	57,89	0,67	0,85	1,87	0,69	1,29	4,4	0	0
9		19,3	14,5	9,6	2,7	83	86,4	1	0,85	2,30	0,71	1,63	0,8	4,7	39
10		20,7	15,3	9,9	3,5	82	86,4	1	0,85	2,98	0,73	2,17	10,7	3,3	28
11		20,1	14,7	9,2	4	80	57,89	0,67	0,85	3,40	0,75	2,55	11	6,3	53
12		19,1	14,5	9,8	1,7	81	86,4	1	0,85	1,45	0,77	1,11	0,5	1,5	13
13		19,9	14,2	8,5	3,5	79	201,31	2,33	0,75	2,63	0,8	2,10	0,1	5,4	45
14		16,3	12,8	9,2	1,4	88	57,89	0,67	0,85	1,19	0,82	0,98	0,6	0,9	8
15		18,4	13,9	9,3	2,4	75	114,91	1,33	0,85	2,04	0,84	1,71	6,6	2,9	24
16		16,5	13,2	9,9	2	81	114,91	1,33	0,85	1,70	0,86	1,46	0,2	0,5	4
17		19,9	12,6	5,2	2,3	75	114,91	1,33	0,85	1,96	0,89	1,74	1,6	3,3	28

FECHA	MES	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación (mm)	Heliofanía (horas)	Heliofanía (%)
18	Mayo	16,8	13,6	10,3	2,5	84	86,4	1	0,85	2,13	0,91	1,93	0,8	4,5	38
19		17,1	13,5	9,9	3,6	80	317,09	3,67	0,75	2,70	0,93	2,51	3,2	5,2	43
20		19,1	14,5	9,8	3,4	80	114,91	1,33	0,85	2,89	0,95	2,75	0	3,2	27
21		22,5	15,3	6	5	65	172,8	2	0,75	3,75	0,98	3,68	0	9,1	76
22		21,5	14,2	6,9	4,1	71	114,91	1,33	0,85	3,49	1	3,49	0	8,5	71
23		21,6	15,9	10,1	3,2	74	172,8	2	0,85	2,72	1,02	2,77	4,1	2,6	22
24		18,7	13,6	8,5	2,7	77	144,29	1,67	0,85	2,30	1,04	2,39	0	3,7	31
25		15,9	11,6	7,3	1,2	83	172,8	2	0,85	1,02	1,06	1,08	0,1	0,7	6
26		17,2	13,5	9,8	3,1	75	144,29	1,67	0,85	2,64	1,09	2,87	8,7	3,5	29
27		17	13	8,9	1,8	81	86,4	1	0,85	1,53	1,1	1,68	0,3	0,6	5
28		15,9	12,9	9,9	1,3	86	57,89	0,67	0,85	1,11	1,13	1,25	0,7	1,1	9
29		16,9	12,7	8,5	2,4	83	86,4	1	0,85	2,04	1,15	2,35	0,1	2,4	20
TOTAL		18,75	13,84	8,82	2,82	78,76	110,13	1,27	0,83	2,32	0,79	61,52	2,45	118,20	29,24

T°: Temperatura

Ev(A): Evaporación del tanque evaporímetro clase A

HR %: Humedad relativa en porcentaje

V.V: Velocidad de viento

Kp: Coeficiente de instalación del tanque evaporímetro

Etp: Evapotranspiración potencial

Etc: Evapotranspiración del cultivo

ANEXO 4. TABLA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA INTERMEDIA

FECHA	MES	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación (mm)	Heliofanía (horas)	Heliofanía (%)
30	Mayo	21,9	15,3	8,7	3,3	73	114,91	1,33	0,85	2,81	1,15	3,23	1	7,7	64
31		19,1	14,5	9,9	2,4	80	114,91	1,33	0,85	2,04	1,15	2,35	11	3,2	27
1	Junio	14,2	12,2	10,1	0,6	94	57,6	0,67	0,85	0,51	1,15	0,59	15,9	0	0
2		14,9	12,2	9,5	1,8	81	172,8	2,00	0,85	1,53	1,15	1,76	0,2	0,2	2
3		17,1	12,9	8,7	1,9	77	115,2	1,33	0,85	1,62	1,15	1,86	0,1	1,3	11
4		16,7	13,5	10,3	3,2	76	201,6	2,33	0,75	2,40	1,15	2,76	1,1	5	42
5		17,1	13,5	9,8	2,2	81	86,4	1,00	0,85	1,87	1,15	2,15	0,2	1,6	13
6		14,4	12,1	9,8	0,6	85	201,6	2,33	0,75	0,45	1,15	0,52	2,6	0,2	2
7		15,9	12,3	8,7	1,6	80	86,4	1,00	0,85	1,36	1,15	1,56	0,8	1,3	11
8		17,1	13,5	9,8	2,2	79	86,4	1,00	0,85	1,87	1,15	2,15	0,3	1,4	12
9		15,2	11,7	8,1	1,7	81	86,4	1,00	0,85	1,45	1,15	1,66	13,6	0,6	5
10		15,6	12,2	8,7	1,7	91	172,8	2,00	0,85	1,45	1,15	1,66	10,6	3,9	33
11		16,5	13	9,5	3,2	74	201,6	2,33	0,75	2,40	1,15	2,76	0	2,2	18
12		18,1	13,9	9,6	2,9	74	144	1,67	0,85	2,47	1,15	2,83	0,9	6,9	58
13		16,5	13,5	10,4	2,9	83	144	1,67	0,85	2,47	1,15	2,83	1,6	3,5	29
14		15,9	13	10	3,2	79	316,8	3,67	0,75	2,40	1,15	2,76	6,7	1,4	12
15		13,7	11,3	8,9	2,2	85	57,6	0,67	0,85	1,87	1,15	2,15	4,7	1,4	12
16		16,7	12	7,3	1,6	78	172,8	2,00	0,85	1,36	1,15	1,56	0,1	7,6	63
17		14,8	11,7	8,6	0,5	89	57,6	0,67	0,85	0,43	1,15	0,49	1,7	1,4	12
18		17,7	12,7	7,7	3	81	115,2	1,33	0,85	2,55	1,15	2,93	0	2,8	23

FECHA	MES	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación (mm)	Heliofanía (horas)	Heliofanía (%)
19	Junio	13,2	10,6	8	1,6	84	86,4	1,00	0,85	1,36	1,15	1,56	0	0,4	3
20		15,8	11	6,1	2,3	79	86,4	1,00	0,85	1,96	1,15	2,25	0	3,3	28
21		17,4	13,2	8,9	3,3	77	259,2	3,00	0,75	2,48	1,15	2,85	0	6	50
22		16,8	12,6	8,3	2,9	77	172,8	2,00	0,85	2,47	1,15	2,83	1,6	2,1	18
23		16,2	12,9	9,6	2,9	80	230,4	2,67	0,75	2,18	1,15	2,50	1,6	3,2	27
24		17,2	12,9	8,5	2,5	83	57,6	0,67	0,85	2,13	1,15	2,44	7,5	2,4	20
	TOTAL	16,37	12,70	8,98	2,24	80,81	138,44	1,60	0,83	1,84	1,15	55,00	3,22	71,00	22,88

T°: Temperatura

Ev(A): Evaporación del tanque evaporímetro clase A

HR %: Humedad relativa en porcentaje

V.V: Velocidad de viento

Kp: Coeficiente de instalación del tanque evaporímetro

Etp: Evapotranspiración potencial

Etc: Evapotranspiración del cultivo

ANEXO 5. TABLA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA FINAL

FECHA	MES	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación (mm)	Heliofanía (horas)	Heliofanía (%)
25	Junio	17,5	13,4	9,3	2,4	82	57,6	0,67	0,85	2,04	1,15	2,35	4,2	3,8	32
26		17,5	13,3	9,1	4,9	79	259,2	3,00	0,75	3,68	1,13	4,15	0	6,5	54
27		17,2	11,4	5,5	3,1	77	115,2	1,33	0,85	2,64	1,1	2,90	0,4	4,5	38
28		17,1	12,8	8,5	3,5	79	172,8	2,00	0,85	2,98	1,07	3,18	0	6,8	57
29		17,3	12,9	8,5	3,5	74	115,2	1,33	0,85	2,98	1,04	3,09	0	4,5	38
30		19,9	13,2	6,4	3,6	76	230,4	2,67	0,75	2,70	1,01	2,73	0	5,9	49
1	Julio	19,4	13	6,5	5	68	259,2	3,00	0,7	3,50	0,98	3,43	0	8,5	71
2		18,9	12,1	5,2	3,8	72	374,4	4,33	0,75	2,85	0,95	2,71	0	5	42
3		18,2	12,8	7,3	4,6	67	230,4	2,67	0,7	3,22	0,93	2,99	0	8,6	72
4		19,4	13,7	7,9	3,4	71	115,2	1,33	0,85	2,89	0,9	2,60	0	4,7	39
5		17,5	13,6	9,7	4,4	74	201,6	2,33	0,75	3,30	0,87	2,87	0	6,1	51
6		18,2	14,1	10	2,7	79	115,2	1,33	0,85	2,30	0,84	1,93	1,9	2,2	18
7		15,8	12,8	9,7	2,9	78	374,4	4,33	0,75	2,18	0,81	1,76	5,6	5	42
8		14,2	10,4	6,5	0,7	86	201,6	2,33	0,75	0,53	0,78	0,41	2,3	2,1	18
9		17,3	12,4	7,5	2,9	74	201,6	2,33	0,75	2,18	0,75	1,63	0	4,2	35
10		17,1	11,1	5,1	1,7	79	86,4	1,00	0,85	1,45	0,72	1,04	11,1	2,1	18
11		16,4	11,6	6,7	1,9	81	86,4	1,00	0,85	1,62	0,7	1,13	0,2	1,4	12
12		16,3	12,5	8,7	3,3	80	86,4	1,00	0,85	2,81	0,67	1,88	14,5	6	50
13		15,1	11,8	8,5	1,7	81	230,4	2,67	0,75	1,28	0,64	0,82	4,5	3,5	29
14		12,1	10,7	9,2	1,1	94	144	1,67	0,85	0,94	0,61	0,57	5	0,6	5
15		13,3	10	6,7	2,1	81	172,8	2,00	0,85	1,79	0,58	1,04	0,1	3,1	26
16		14,2	11,3	8,3	3	75	230,4	2,67	0,75	2,25	0,55	1,24	5,9	4,3	36

FECHA	MES	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Eto (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación (mm)	Heliofanía (horas)	Heliofanía (%)
17		14,6	11,2	7,7	2,5	86	374,4	4,33	0,75	1,88	0,53	0,99	0,6	1,9	16
18		15,3	12	8,7	3,8	77	144	1,67	0,85	3,23	0,5	1,62	0,3	4,1	34
19		16,1	12,5	8,9	5	79	115,2	1,33	0,85	4,25	0,47	2,00	0,5	4,7	39
20		16,8	12,4	8	3,5	86	115,2	1,33	0,85	2,98	0,44	1,31	0,5	4,3	36
21		16,8	12,8	8,7	4,1	80	259,2	3,00	0,75	3,08	0,41	1,26	0	4,5	38
22		18,2	11,6	4,9	4,4	63	230,4	2,67	0,7	3,08	0,38	1,17	0	10,2	85
23		17,8	12,3	6,7	2,6	68	201,6	2,33	0,7	1,82	0,35	0,64	0,1	5,8	48
	TOTAL	16,74	12,27	9,35	3,18	77,45	189,68	2,20	0,79	2,49	0,75	55,43	1,99	134,90	38,90

T°: Temperatura

Ev(A): Evaporación del tanque evaporímetro clase A

HR %: Humedad relativa en porcentaje

V.V: Velocidad de viento

Kp: Coeficiente de instalación del tanque evaporímetro

Etp: Evapotranspiración potencial

Etc: Evapotranspiración del cultivo

ANEXO 6. TABLA DE BALANCE HÍDRICO DE LA ETAPA INICIAL

MES	FECHA	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Balance hídrico
Marzo	28	20,6	13,4	6,1	5	68	114,91	1,33	0,75	3,75	0,4	1,5	0	1,50
	29	21,7	14,8	7,9	2,6	72	144,29	1,67	0,85	2,21	0,4	0,884	0,1	0,78
	30	22,2	15,9	9,6	5	78	114,91	1,33	0,85	4,25	0,4	1,7	7,3	-5,60
	31	20,6	13,6	6,5	5	67	201,31	2,33	0,7	3,50	0,4	1,4	0	1,40
Abril	1	18,9	14,1	9,3	5,6	67	317,09	3,67	0,7	3,92	0,4	1,568	0	1,57
	2	16,8	12,4	8	1,5	71	86,4	1	0,85	1,28	0,4	0,51	0	0,51
	3	20,3	14,2	8,1	3,5	70	114,91	1,33	0,75	2,63	0,4	1,05	0	1,05
	4	18,7	14,1	9,4	3,4	76	114,91	1,33	0,85	2,89	0,4	1,156	0,3	0,86
	5	20,5	15,4	10,2	3,4	75	57,89	0,67	0,85	2,89	0,4	1,156	3,5	-2,34
	6	16,3	13,1	9,8	2,7	79	86,4	1	0,85	2,30	0,4	0,918	1,6	-0,68
	7	16,2	13,3	10,4	3,8	87	230,69	2,67	0,75	2,85	0,4	1,14	4,2	-3,06
	8	13,5	11,6	9,7	1,9	88	86,4	1	0,85	1,62	0,4	0,646	1,3	-0,65
	9	17,7	13,6	9,4	2	76	144,29	1,67	0,85	1,70	0,4	0,68	2,3	-1,62
	10	16,1	12,8	9,5	1,6	82	114,91	1,33	0,85	1,36	0,4	0,544	0	0,54
	11	15,2	12,4	9,6	1,8	83	86,4	1	0,85	1,53	0,4	0,612	0	0,61
	12	18,9	12,7	6,4	3,3	81	114,91	1,33	0,85	2,81	0,4	1,122	0	1,12
	13	17,7	13,3	8,9	2,5	75	86,4	1	0,85	2,13	0,4	0,85	0,4	0,45
	14	18,3	14,1	9,8	2,5	76	57,89	0,67	0,85	2,13	0,4	0,85	2,4	-1,55
	15	19	13,7	8,3	3,4	76	86,4	1	0,85	2,89	0,4	1,156	2,1	-0,94
	16	19,7	14,9	10,1	4,6	78	172,8	2	0,85	3,91	0,4	1,564	0	1,56

MES	FECHA	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Balance hídrico
Abril	17	22,4	15,3	8,1	3,7	78	172,8	2	0,85	3,15	0,4	1,258	0,6	0,66
	18	22,1	15,3	8,5	4	73	86,4	1	0,85	3,40	0,4	1,36	3,1	-1,74
	19	18,3	14,5	10,6	2,3	77	114,91	1,33	0,85	1,96	0,4	0,782	0,1	0,68
	20	17,8	13,9	10	2,5	80	259,2	3	0,75	1,88	0,4	0,75	1,7	-0,95
	21	19,3	14,3	9,3	4,4	77	201,31	2,33	0,75	3,30	0,4	1,32	2,8	-1,48
	22	18,7	13,8	8,8	2	82	114,91	1,33	0,85	1,70	0,4	0,68	0,2	0,48
	23	18,3	13,7	9,1	3,2	77	86,4	1	0,85	2,72	0,4	1,088	0,7	0,39
	24	14,8	12,3	9,7	1,1	86	28,51	0,33	0,85	0,94	0,4	0,374	11	-10,63
	25	20,3	14,6	8,8	2,6	79	114,91	1,33	0,85	2,21	0,4	0,884	0,1	0,78

T°: Temperatura

Ev(A): Evaporación del tanque evaporímetro clase A

HR %: Humedad relativa en porcentaje

V.V: Velocidad de viento

Kp: Coeficiente de instalación del tanque evaporímetro

Etp: Evapotranspiración potencial

Etc: Evapotranspiración del cultivo

ANEXO 7. TABLA DE BALANCE HÍDRICO DE LA ETAPA DESARROLLO

MES	FECHA	T° Máxima	T° Media	T° Minima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Balance hídrico
Abril	26	21,1	15	8,9	3,7	75	86,4	1	0,85	3,15	0,43	1,35	1,2	0,15
	27	17,5	13,9	10,3	2,1	89	28,51	0,33	0,85	1,79	0,45	0,80	1,8	-1,00
	28	21,8	13,6	5,4	3,9	68	86,4	1	0,75	2,93	0,47	1,37	1,6	-0,23
	29	16,6	13,5	10,4	1,8	79	86,4	1	0,85	1,53	0,49	0,75	3,7	-2,95
	30	16,8	13,2	9,5	1,9	83	57,89	0,67	0,85	1,62	0,51	0,82	2,2	-1,38
Mayo	1	21,2	14,2	7,1	3,8	70	259,2	3	0,7	2,66	0,53	1,41	1,7	-0,29
	2	19,4	13,8	8,1	2,2	82	28,51	0,33	0,85	1,87	0,56	1,05	3,3	-2,25
	3	15,5	12,3	9	2,1	82	86,4	1	0,85	1,79	0,58	1,04	10,5	-9,46
	4	19,3	14,3	9,3	2,8	82	86,4	1	0,85	2,38	0,6	1,43	0	1,43
	5	19,3	13,7	8	3,1	74	86,4	1	0,85	2,64	0,62	1,63	0	1,63
	6	21,5	14,6	7,6	5	69	144,29	1,67	0,75	3,75	0,65	2,44	1	1,44
	7	20,1	15,2	10,3	3,4	76	57,89	0,67	0,85	2,89	0,67	1,94	1,8	0,14
	8	17,1	13,3	9,5	2,2	86	57,89	0,67	0,85	1,87	0,69	1,29	4,4	-3,11
	9	19,3	14,5	9,6	2,7	83	86,4	1	0,85	2,30	0,71	1,63	0,8	0,83
	10	20,7	15,3	9,9	3,5	82	86,4	1	0,85	2,98	0,73	2,17	10,7	-8,53
	11	20,1	14,7	9,2	4	80	57,89	0,67	0,85	3,40	0,75	2,55	11	-8,45
	12	19,1	14,5	9,8	1,7	81	86,4	1	0,85	1,45	0,77	1,11	0,5	0,61
	13	19,9	14,2	8,5	3,5	79	201,31	2,33	0,75	2,63	0,8	2,10	0,1	2,00
	14	16,3	12,8	9,2	1,4	88	57,89	0,67	0,85	1,19	0,82	0,98	0,6	0,38

MES	FECHA	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Balance hídrico
Mayo	15	18,4	13,9	9,3	2,4	75	114,91	1,33	0,85	2,04	0,84	1,71	6,6	-4,89
	16	16,5	13,2	9,9	2	81	114,91	1,33	0,85	1,70	0,86	1,46	0,2	1,26
	17	19,9	12,6	5,2	2,3	75	114,91	1,33	0,85	1,96	0,89	1,74	1,6	0,14
	18	16,8	13,6	10,3	2,5	84	86,4	1	0,85	2,13	0,91	1,93	0,8	1,13
	19	17,1	13,5	9,9	3,6	80	317,09	3,67	0,75	2,70	0,93	2,51	3,2	-0,69
	20	19,1	14,5	9,8	3,4	80	114,91	1,33	0,85	2,89	0,95	2,75	0	2,75
	21	22,5	15,3	6	5	65	172,8	2	0,75	3,75	0,98	3,68	0	3,68
	22	21,5	14,2	6,9	4,1	71	114,91	1,33	0,85	3,49	1	3,49	0	3,49
	23	21,6	15,9	10,1	3,2	74	172,8	2	0,85	2,72	1,02	2,77	4,1	-1,33
	24	18,7	13,6	8,5	2,7	77	144,29	1,67	0,85	2,30	1,04	2,39	0	2,39
	25	15,9	11,6	7,3	1,2	83	172,8	2	0,85	1,02	1,06	1,08	0,1	0,98
	26	17,2	13,5	9,8	3,1	75	144,29	1,67	0,85	2,64	1,09	2,87	8,7	-5,83
	27	17	13	8,9	1,8	81	86,4	1	0,85	1,53	1,1	1,68	0,3	1,38
	28	15,9	12,9	9,9	1,3	86	57,89	0,67	0,85	1,11	1,13	1,25	0,7	0,55
	29	16,9	12,7	8,5	2,4	83	86,4	1	0,85	2,04	1,15	2,35	0,1	2,25

T°: Temperatura

Ev(A): Evaporación del tanque evaporímetro clase A

HR %: Humedad relativa en porcentaje

V.V: Velocidad de viento

Kp: Coeficiente de instalación del tanque evaporímetro

Etp: Evapotranspiración potencial

Etc: Evapotranspiración del cultivo

ANEXO 8. TABLA DE BALANCE HÍDRICO DE LA ETAPA INTERMEDIA

MES	FECHA	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Balance hídrico
Mayo	30	21,9	15,3	8,7	3,3	73	114,91	1,33	0,85	2,81	1,15	3,23	1	2,23
	31	19,1	14,5	9,9	2,4	80	114,91	1,33	0,85	2,04	1,15	2,35	11	-8,65
Junio	1	14,2	12,2	10,1	0,6	94	57,6	0,67	0,85	0,51	1,15	0,59	15,9	-15,31
	2	14,9	12,2	9,5	1,8	81	172,8	2,00	0,85	1,53	1,15	1,76	0,2	1,56
	3	17,1	12,9	8,7	1,9	77	115,2	1,33	0,85	1,62	1,15	1,86	0,1	1,76
	4	16,7	13,5	10,3	3,2	76	201,6	2,33	0,75	2,40	1,15	2,76	1,1	1,66
	5	17,1	13,5	9,8	2,2	81	86,4	1,00	0,85	1,87	1,15	2,15	0,2	1,95
	6	14,4	12,1	9,8	0,6	85	201,6	2,33	0,75	0,45	1,15	0,52	2,6	-2,08
	7	15,9	12,3	8,7	1,6	80	86,4	1,00	0,85	1,36	1,15	1,56	0,8	0,76
	8	17,1	13,5	9,8	2,2	79	86,4	1,00	0,85	1,87	1,15	2,15	0,3	1,85
	9	15,2	11,7	8,1	1,7	81	86,4	1,00	0,85	1,45	1,15	1,66	13,6	-11,94
	10	15,6	12,2	8,7	1,7	91	172,8	2,00	0,85	1,45	1,15	1,66	10,6	-8,94
	11	16,5	13	9,5	3,2	74	201,6	2,33	0,75	2,40	1,15	2,76	0	2,76
	12	18,1	13,9	9,6	2,9	74	144	1,67	0,85	2,47	1,15	2,83	0,9	1,93
	13	16,5	13,5	10,4	2,9	83	144	1,67	0,85	2,47	1,15	2,83	1,6	1,23
	14	15,9	13	10	3,2	79	316,8	3,67	0,75	2,40	1,15	2,76	6,7	-3,94
	15	13,7	11,3	8,9	2,2	85	57,6	0,67	0,85	1,87	1,15	2,15	4,7	-2,55
	16	16,7	12	7,3	1,6	78	172,8	2,00	0,85	1,36	1,15	1,56	0,1	1,46
	17	14,8	11,7	8,6	0,5	89	57,6	0,67	0,85	0,43	1,15	0,49	1,7	-1,21
	18	17,7	12,7	7,7	3	81	115,2	1,33	0,85	2,55	1,15	2,93	0	2,93
	19	13,2	10,6	8	1,6	84	86,4	1,00	0,85	1,36	1,15	1,56	0	1,56
	20	15,8	11	6,1	2,3	79	86,4	1,00	0,85	1,96	1,15	2,25	0	2,25

MES	FECHA	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Balance hídrico
Junio	21	17,4	13,2	8,9	3,3	77	259,2	3,00	0,75	2,48	1,15	2,85	0	2,85
	22	16,8	12,6	8,3	2,9	77	172,8	2,00	0,85	2,47	1,15	2,83	1,6	1,23
	23	16,2	12,9	9,6	2,9	80	230,4	2,67	0,75	2,18	1,15	2,50	1,6	0,90
	24	17,2	12,9	8,5	2,5	83	57,6	0,67	0,85	2,13	1,15	2,44	7,5	-5,06

T°: Temperatura

Ev(A): Evaporación del tanque evaporímetro clase A

HR %: Humedad relativa en porcentaje

V.V: Velocidad de viento

Kp: Coeficiente de instalación del tanque evaporímetro

Etp: Evapotranspiración potencial

Etc: Evapotranspiración del cultivo

ANEXO 9. TABLA DE BALANCE HÍDRICO DE LA ETAPA FINAL

MES	FECHA	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación n	Balance hídrico
Junio	25	17,5	13,4	9,3	2,4	82	57,6	0,67	0,85	2,04	1,15	2,35	4,2	-1,85
	26	17,5	13,3	9,1	4,9	79	259,2	3,00	0,75	3,68	1,13	4,15	0	4,15
	27	17,2	11,4	5,5	3,1	77	115,2	1,33	0,85	2,64	1,1	2,90	0,4	2,50
	28	17,1	12,8	8,5	3,5	79	172,8	2,00	0,85	2,98	1,07	3,18	0	3,18
	29	17,3	12,9	8,5	3,5	74	115,2	1,33	0,85	2,98	1,04	3,09	0	3,09
	30	19,9	13,2	6,4	3,6	76	230,4	2,67	0,75	2,70	1,01	2,73	0	2,73
Julio	1	19,4	13	6,5	5	68	259,2	3,00	0,7	3,50	0,98	3,43	0	3,43
	2	18,9	12,1	5,2	3,8	72	374,4	4,33	0,75	2,85	0,95	2,71	0	2,71
	3	18,2	12,8	7,3	4,6	67	230,4	2,67	0,7	3,22	0,93	2,99	0	2,99
	4	19,4	13,7	7,9	3,4	71	115,2	1,33	0,85	2,89	0,9	2,60	0	2,60
	5	17,5	13,6	9,7	4,4	74	201,6	2,33	0,75	3,30	0,87	2,87	0	2,87
	6	18,2	14,1	10	2,7	79	115,2	1,33	0,85	2,30	0,84	1,93	1,9	0,03
	7	15,8	12,8	9,7	2,9	78	374,4	4,33	0,75	2,18	0,81	1,76	5,6	-3,84
	8	14,2	10,4	6,5	0,7	86	201,6	2,33	0,75	0,53	0,78	0,41	2,3	-1,89
	9	17,3	12,4	7,5	2,9	74	201,6	2,33	0,75	2,18	0,75	1,63	0	1,63
	10	17,1	11,1	5,1	1,7	79	86,4	1,00	0,85	1,45	0,72	1,04	11,1	-10,06
	11	16,4	11,6	6,7	1,9	81	86,4	1,00	0,85	1,62	0,7	1,13	0,2	0,93
	12	16,3	12,5	8,7	3,3	80	86,4	1,00	0,85	2,81	0,67	1,88	14,5	-12,62
	13	15,1	11,8	8,5	1,7	81	230,4	2,67	0,75	1,28	0,64	0,82	4,5	-3,68
	14	12,1	10,7	9,2	1,1	94	144	1,67	0,85	0,94	0,61	0,57	5	-4,43
	15	13,3	10	6,7	2,1	81	172,8	2,00	0,85	1,79	0,58	1,04	0,1	0,94
	16	14,2	11,3	8,3	3	75	230,4	2,67	0,75	2,25	0,55	1,24	5,9	-4,66

MES	FECHA	T° Máxima	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR %	V.V (Km/día)	V.V (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Balance hídrico
Julio	17	14,6	11,2	7,7	2,5	86	374,4	4,33	0,75	1,88	0,53	0,99	0,6	0,39
	18	15,3	12	8,7	3,8	77	144	1,67	0,85	3,23	0,5	1,62	0,3	1,32
	19	16,1	12,5	8,9	5	79	115,2	1,33	0,85	4,25	0,47	2,00	0,5	1,50
	20	16,8	12,4	8	3,5	86	115,2	1,33	0,85	2,98	0,44	1,31	0,5	0,81
	21	16,8	12,8	8,7	4,1	80	259,2	3,00	0,75	3,08	0,41	1,26	0	1,26
	22	18,2	11,6	4,9	4,4	63	230,4	2,67	0,7	3,08	0,38	1,17	0	1,17
	23	17,8	12,3	6,7	2,6	68	201,6	2,33	0,7	1,82	0,35	0,64	0,1	0,54

T°: Temperatura

Ev(A): Evaporación del tanque evaporímetro clase A

HR %: Humedad relativa en porcentaje




V.V: Velocidad de viento

Kp: Coeficiente de instalación del tanque evaporímetro



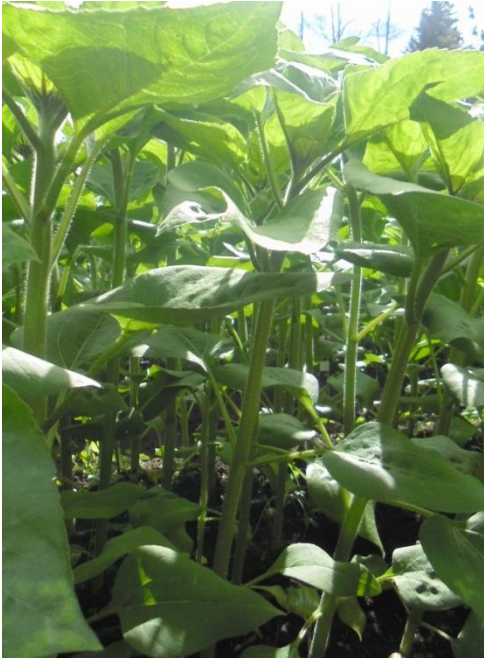

Etp: Evapotranspiración potencial

Etc: Evapotranspiración del cultivo






ANEXO 10. ETAPA INICIAL

Emergencia de las semillas	Germinación epigea
	
Desarrollo de las hojas verdaderas	Fin de la primera etapa a los 29 días
	



ANEXO 11. ETAPA DESARROLLO

<p>Diferenciación de hojas verdaderas</p>	<p>A los 40 días transcurridos</p>
	
<p>A los 58 días transcurridos</p>	<p>Fin de la primera etapa a los 63 días</p>
	

ANEXO 12. ETAPA INTERMEDIA

Desarrollo del botón floral	Desarrollo de las flore liguladas
	
Capitulo abierto al 35%	Apertura del capitulo
 	

ANEXO 13. ETAPA FINAL

<p>Capitulo totalmente abierto</p>	<p>Capitulo iniciando la madurez fisiológica</p>
	
<p>Capitulo entrando a la senescencia</p>	<p>Plantas culminando al senescencia</p>
