

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



ANDREA PATRICIA POMBOSA VILLAMARIN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN


**“DETERMINACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE
ALFALFA (*Medicago sativa*) VAR. MORADA PAISANA BAJO LAS
CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN CEVALLOS”**

CEVALLOS – ECUADOR

2016

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Andrea Patricia Pombosa Villamarin**, portadora de la cedula de identidad: 180481695-5, en honor a la verdad declaro que el trabajo de investigación titulado **“DETERMINACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) VAR. MORADA PAISANA BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN CEVALLOS”** es original, autentico y personal. En tal virtud declaro y sostengo que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.



Andrea Patricia Pombosa Villamarin

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 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 parte de ella.



Andrea Patricia Pombosa Villamarin

“DETERMINACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) VAR. MORADA PAISANA BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN CEVALLOS”

APROBADO POR:

Ing. Mg. Alberto Gutiérrez Albán

TUTOR

Ing. Mg. Eduardo Cruz

ASESOR DE BIOMETRIA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO:

Ing. Agr. Mg. Giovanni Velasteguí.

PRESIDENT DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Mg. Eduardo Cruz

Lcdo. Mg. Rafael Mera

..... 04-02-2016

..... 04-02-2016

..... 04-02-2016

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo, fruto de mi esfuerzo y constancia, se lo dedico principalmente a Dios por haberme dado fuerzas, paciencia y el discernimiento para poder seguir adelante, en este largo proceso de mi vida.

Dedicado con todo cariño a la memoria de mis abuelos Luis Gonzalo Villamarin Villacres y Luz María Ortiz Collantes, quienes mediante su ejemplo, constancia y sus valores inculcados he podido seguir adelante en esta etapa que requiere esfuerzo y dedicación.

También dedicado de una manera muy especial a mi madre Eugenia Guadalupe Villamarin quien ha sido mi ejemplo, mi inspiración y un pilar muy importante e indispensable en mi vida, por ser mi guía desde mi infancia y estar junto a mí en cada paso dado para poder llegar a este momento. De una manera muy especial a mi hermana Mónica Pombosa que sus consejos me ayudaron mucho en esta etapa y sobre todo agradezco su enorme apoyo incondicional, a mis hermanos que con su aliento he logrado culminar esta etapa de mi vida.

Finalmente este trabajo va dedico todos quienes me apoyaron y creyeron en mí....

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento eterno a la Universidad Técnica de Ambato, especialmente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por haberme permitido ser parte de la institución y por haber brindado el conocimiento de cada uno de mis profesores, para poder desempeñarme en el campo profesional.

Un agradecimiento profundo a mis maestros, los docentes de la Facultad quienes a más de impartirme conocimiento, me dieron lecciones de vida, experiencia, valores, todo esto necesario en mi etapa estudiantil.

De manera especial agradezco al Ingeniero Alberto Gutiérrez, tutor de mi trabajo de investigación quien me oriento de la manera más adecuada durante este proceso, y quien me ha colaborado sinceramente con sus conocimientos y experiencias.

Además agradezco al Ingeniero Agrónomo Mg. Eduardo Cruz, quien con sus acertadas sugerencias, ayudo a la culminación de este trabajo de investigación.

También agradezco a mis amigas de todo corazón por su apoyo.

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	2
1.4. OBJETIVOS	3
1.4.1. General.....	3
1.4.2. Específicos.....	3
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS	5
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	5
2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	7
2.2.1. Etapas fenológicas del cultivo	7
2.2.2. Profundidad radical.....	8
2.2.3. Cultivo de alfalfa.....	8
- Descripción botánica del cultivo	9
- Morfología de la planta	9
- Condiciones climáticas y edafológicas	12
- Plagas y enfermedades	19
2.2.4. La evapotranspiración de los cultivos.....	23
2.3. HIPÓTESIS	26

2.4. VARIABLE DE LA HIPÓTESIS	26
Variable Dependiente	26
Variable Independiente.....	26
2.5. OPERACIÓN DE VARIABLES.....	27
VARIABLE DEPENDIENTE.....	27
VARIABLE INDEPENDIENTE	28
CAPÍTULO III.....	29
3. METODOLOGÍA.....	29
3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.1.1. Enfoque.....	29
3.1.2. Modalidad.....	29
3.1.3. Nivel o tipo de investigación	29
3.2. Ubicación del ensayo	30
3.2.1. Materiales	30
3.3. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR	31
3.3.1. Suelo	31
3.3.2. Clima.....	31
3.3.3. Agua.....	32
3.4. FACTORES DE ESTUDIO	32
3.5. DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO.....	32
3.5.1. Esquema de campo	33
3.5.2. Características del diseño.....	33

3.5.3. Muestreo	34
3.6. DATOS A TOMARSE	34
3.7. PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.8.1. Preparación del terreno	39
3.8.2. Siembra y tiempo de siembra.....	39
3.8.3. Riego.....	40
3.8.4. Fertilización	42
3.8.5. Control de malezas.....	43
3.8.6. Controles fitosanitarios	43
3.8.7. Registro de datos.....	44
CAPÍTULO IV	45
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN.....	45
CAPÍTULO V.....	74
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
5.1. CONCLUSIONES.....	74
5.2. RECOMENDACIONES	75
CAPÍTULO VI.....	76
6. PROPUESTA	76
6.1. TÍTULO.....	76
6.2. FUNDAMENTACIÓN	76
6.3. OBJETIVOS.....	77
6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	77
6.5. MANEJO TÉCNICO.....	78

6.5.1. Preparación del terreno	78
6.5.2. Siembra y densidad de siembra.....	79
6.5.3. Riego.....	79
6.5.4. Calendario de riego, en función de las etapas fenológicas mediante riego por aspersor. 79	
6.5.4. Fertilización	95
6.5.6. Control de malezas.....	95
6.5.7. Control fitosanitario	96
6.5.7. Corte.....	96
6.6. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN.....	96
BIBLIOGRAFÍA	97
ANEXOS	101

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ETAPAS FENOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE UTAH.....	6
TABLA 2. COEFICIENTE DE LA UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE UTAH.....	6
TABLA 3. RANGOS DE PROFUNDIDAD MÁXIMA EFECTIVA DE LAS RAÍCES (ZR).....	7
TABLA 4. RECOMENDACIÓN PARA LA FERTILIZACIÓN (KG/HA) EN EL CULTIVO DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) VAR. MORADA PAISANA.....	17
TABLA 5. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) VAR. MORADA PAISANA.....	27
TABLA 6. CONDICIONES CLIMÁTICA.....	28
TABLA 7. TANQUE EVAPORÍMETRO COLOCADO EN UNA SUPERFICIE VERDE DE POCA ALTURA.....	37
TABLA 8. EL VALOR DEL KC OBTUVIMOS DE LA REFERENCIA DEL LIBRO DE LA FAO RIEGO Y DRENAJE 56.....	37
TABLA 9. RENDIMIENTO DEL ASPERSOR NAANDANJAIN MODELO: 427B AG & 427B GAG.....	40
TABLA 10. FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>).....	42
TABLA 11. DURACIÓN DE CADA UNA DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS (PRIMER CORTE) DEL CULTIVO DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) VAR. MORADA PAISANA.....	48
TABLA 12. PARÁMETROS CLIMÁTICOS BAJO LOS CUALES SE DESARROLLARON LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) VAR. MORADA PAISANA.....	49
TABLA 13. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA INICIAL.....	52
TABLA 14. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA DE DESARROLLO.....	54
TABLA 15. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA INTERMEDIA.....	59

TABLA 16. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA DE DESARROLLO (SEGUNDO CORTE)	63
TABLA 17. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA INTERMEDIA (SEGUNDO CORTE).....	67
TABLA 18. FRECUENCIA DE RIEGO.	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y ANEXOS

FIGURA 1. Esquema de campo.	33
FIGURA 2. Curva de coeficiente de cultivo (Kc) para la alfalfa (<i>Medicago sativa</i>), según el método de la FAO.	50
FIGURA 3. Desarrollo de la profundidad radicular de la etapa inicial.	70
FIGURA 4. Desarrollo de la profundidad radicular de la etapa de desarrollo.	71
FIGURA 5. Desarrollo de la profundidad radicular de la etapa intermedia.	71
FIGURA 6. Promedio del desarrollo radicular del cultivo de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) var. Morada paisana.	72
ANEXOS.	101
ANEXO 1. Fotografías de la etapa inicial.	101
ANEXO 2. Fotografías etapa de desarrollo.	102
ANEXOS 3. Fotografías etapa intermedia.	104
ANEXO 4. Actividades culturales.	106
ANEXO 5. El coeficiente K_{Tan}	108
(A) Tanque evaporímetro colocado en una superficie verde de poca altura.	108
(B) Tanque evaporímetro colocado en una superficie de barbecho seco.	109
ANEXO 6. Balance hídrico y tiempo de riego de la etapa inicial.	110
ANEXO 7. Balance hídrico y tiempo de riego de la etapa de desarrollo.	112
ANEXO 8. Balance hídrico y tiempo de riego de la etapa intermedia.	116
ANEXO 9. Balance hídrico de la etapa desarrollo (segundo corte).	120
ANEXO 10. Balance hídrico y tiempo de riego de la etapa intermedia (segundo corte).	123

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación titulado “determinación de las etapas fenológicas del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. morada paisana bajo las condiciones climáticas del Cantón Cevallos” se lo llevo 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, con una altitud de 2865 msnm.

El problema central en el cultivo de alfalfa en el Cantón Cevallos es que en la mayoría de agricultores existe un desconocimiento de las etapas fenológicas del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*), y la duración de cada una de estas etapas, lo que influye que se aplica un riego inadecuado, lo cual puede provocar grandes pérdidas de productividad y reducción. El objetivo general de esta investigación fue establecer los parámetros fenológicos locales y la profundidad radicular del cultivo Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, bajo las condiciones climáticas del Cantón Cevallos, para ello se trabajó en determinar la duración de cada una de las etapas fenológicas del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*), var. Morada paisana, construir la curva del coeficiente (Kc) del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisa, calcular la Evapotranspiración del cultivo (ETc) del cultivo Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisa, determinar la profundidad radicular en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisa.

La duración de las etapas fenológicas que se obtuvieron del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana fue de 227 días, con una duración en la Etapa Inicial de 21 días, en la etapa de desarrollo 58 días, 55 días la etapa intermedia. En el transcurso de la etapa inicial, etapa de desarrollo y etapa intermedia tuvo una duración de 134 días, en el primer corte. Para su segundo corte la duración de la etapa de desarrollo fue de 57 días y en la etapa intermedia con 36 días

La construcción de la Curva del Coeficiente (K_c) del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, empezó con un K_c de 0.40. En la etapa de desarrollo el coeficiente de cultivo (K_c) va desde 0.40 hasta 0.95. A la etapa intermedia el coeficiente del cultivo (K_c) permanece en 0.95 los 55 días que duró el periodo de la etapa.

Para calcular el valor de (ET_c), Trezza y Andino se han basado en la siguiente fórmula:

$$ET_c = K_c * ET_p$$

ET_c : Evapotranspiración de del cultivo (mm/día)

K_c : Coeficiente del cultivo

ET_p o ET_o : Evaporación del tanque evaporímetro (mm/día)

En cuanto a la profundidad radicular en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, se pudo determinar que en la etapa inicial tuvo un crecimiento radicular de 4.9 cm de profundidad. En la etapa de desarrollo la raíz alcanzó 20,1 cm, en la etapa intermedia alcanzo una profundidad radicular de 34,2 cm. Para el segundo corte la etapa de desarrollo presento un promedio radicular de 42,2 cm, y finalmente la etapa intermedia presento una profundidad de 57,4 cm.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

“DETERMINACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) VAR. MORADA PAISANA BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN CEVALLOS”

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la agricultura existe un desconocimiento acerca de la duración de las etapas fenológicas y la profundidad radicular del cultivo, de esta manera se desconoce las necesidades hídricas del cultivo provocando que el riego que se proporciona al mismo sea inadecuado por el agricultor, lo que ha permitido que el cultivo posea una baja calidad.

En el Ecuador la alfalfa es un pasto muy difundido entre los agricultores, pero el desconocimiento de la duración de cada una de las etapas fenológicas es bajo, por lo que influye en el requerimiento hídrico del cultivo. La fenología tiene una gran importancia en el manejo productivo de los cultivos, pero existe una escasa investigación a nivel regional, por lo que los estudios y manejos técnicos utilizados son de otros países.

Santos (2010), menciona que las necesidades netas de agua para el riego se estiman mediante el balance hídrico del terreno cultivado. Este método, como tal recoge unas entradas y salidas de agua en la parcela cultivada, que inciden directamente

en el proceso de la Evapotranspiración del cultivo (ET). Entre las, primeras figuran la precipitación, las reservas de agua en el perfil suelo y el agua aportada por ascensión capilar desde las capas más profundas a la zona del perfil donde el sistema radicular es efectivo en cuanto a la absorción de agua; entre las salidas del balance se han de cuantificar la correspondiente ET, la percolación de agua más allá de la profundidad efectiva de desarrollo del sistema radicular y eventualmente la escorrentía superficial.

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

El problema central en el cultivo de alfalfa en el Cantón Cevallos es que en la mayoría de agricultores existe un desconocimiento de las etapas fenológicas del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*), y la duración de cada una de estas etapas, debido a ello se aplica un riego inadecuado, lo cual puede provocar grandes pérdidas de productividad y la pérdida del cultivo por las enfermedades que el exceso o la carencia de este líquido vital.

La influencia de las condiciones climáticas del sector donde se va a realizar el experimento son importantes porque el clima influye mucho en los valores que se emplea para la estimación de agua requerida esta se puede ver afectada por el tipo de planta, clima, y principalmente en la transpiración debido a que en la etapa de crecimiento, la salud de la planta, el follaje de la planta madura cubre la mayor parte del suelo, y el contenido de humedad, los factores climáticos como la radiación solar, insuficiente humedad del suelo disminuirá ET y la temperatura del aire, el viento, la humedad, el rendimiento, radiación solar afectan también en la cantidad de agua que requiere.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se dispone de suficiente información sobre los factores climáticos, conocer la fenología del cultivo constituye una herramienta muy importante

dentro del sistema de monitoreo Agrometeorológico, pues permite conocer el impacto cualitativo y cuantitativo del tiempo y clima en la producción agrícola nacional.

La fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral las diferentes etapas fenológicas que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente. En este sentido, la realización de las observaciones fenológicas, consideradas importantes, son la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo a los productores agrarios que obtengan con su aplicación una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas conducentes a incrementar la productividad y producción de los cultivos.

Con la realización de este estudio buscamos beneficiar a los agricultores ya que podremos obtener datos reales que nos indiquen la duración de cada etapa fenológica de la alfalfa, De ser positivo el estudio, se podrá diseñar un cronograma de siembra para realizar un riego adecuado que mejore la productividad y la calidad del cultivo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 General

Establecer los parámetros fenológicos locales y la profundidad radicular del cultivo Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, bajo las condiciones climáticas del Cantón Cevallos.

1.4.2. Específicos

Determinar la duración de cada una de las etapas fenológicas, hasta el segundo corte del cultivo Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana.

Construir la curva del coeficiente (K_c) del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisa.

Calcular la Evapotranspiración del cultivo (ET_c) del cultivo Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisa.

Determinar la profundidad radicular en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2. 1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Existen algunos trabajos de investigación sobre las etapas fenológicas del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) en diferentes países como Argentina, Perú, Estados Unidos, por lo que es necesario realizar esta investigación en nuestro país puesto que es una información técnica para los agricultores, con características diferentes de climas.

La importancia de la elección de un buen sistema de riego para un cultivo, conlleva a que se obtenga un cálculo adecuado sobre el requerimiento de agua; con ello se dotará a la planta la dosis o volúmenes necesarios a través del riego, en las diferentes etapas del período vegetativo del cultivo. Al conocer las etapas fenológicas de la localidad se conseguirá saber las necesidades de riego de agua reales en el cultivo y por ende las demandas hídricas reales en la zona, donde se proyectaran y ejecutaran obras de riego. Por lo tanto la presente investigación, busca determinar cuáles son las etapas fenológicas en tiempos reales y necesidades del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*), relacionando directamente a los diferentes factores climatológicos y edafológicos que existen en el cantón Cevallos

Benítez (1980), ha señalado que el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) tiene un ciclo fenológico de 150 días para obtener semillas. El periodo de emergencia va desde los 10 a 15 días. El periodo de alfalfa para corte o pastoreo en verde tiene una duración entre 56 y 80 días, dependiendo del 10 a 20 % de floración o 5 a 10 cm. del nuevo brote basal (Esto debido a que algunas variedades no florecen en invierno).

Según D'Attellis (2005), la germinación y emergencia de la plántula ocurre a los 3 a 7 días de la siembra, dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura y de la calidad fisiológica de la semilla. Posteriormente de la yema del primer nudo del tallo, sobre los cotiledones, emerge la primera hoja verdadera. En este momento finaliza el estado de plántula. Bajo buenas condiciones el proceso dura 10 a 15 días. Entre las 8 y 10 semanas después de la emergencia, comienza una fase de crecimiento proceso que involucra un cambio en la forma de las células del hipocótilo, debajo del punto de crecimiento y en la porción superior de la raíz primaria, de largo y fino a corto y ancho, como resultado del almacenaje de carbohidratos.

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

Cultivo	Inicio	desarrollo	Intermedio	Final	total
Alfalfa	10 días	30 días	25 días	0 *	65 días

Fuente: Trezza R. Y Andino J. (2002)

TABLA 2. COEFICIENTE DE LA UNIVERSIDAD DEL ESTADO DE UTAH

Cultivo	Fase Inicial	Fase Intermedia o Medios de Temporada	Fase Final
Alfalfa	0.40	0.95	0 *

Fuente: FAO – 56 (2006)

* Como aclaración no se tomó en cuenta los datos de la fase fenológica final, puesto que se realizó la toma de datos hasta el primer corte que esto consiste en la etapa Intermedia, y su segundo corte de igual manera.

TABLA 3. RANGOS DE PROFUNDIDAD MÁXIMA EFECTIVA DE LAS RAÍCES (ZR)

Cultivo	Profundidad radicular (m)
Alfalfa	0.9 – 1.2

Fuente: Adivan, A. (2002)

2.2. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

El crecimiento de la planta de alfalfa (*Medicago sativa*) presenta algunas características particulares, esto posibilitará conocer cada una de las etapas fenológicas y su profundidad radicular con el fin de aumentar la producción.

2.2.1. Etapas fenológicas del cultivo

Yzarra (2012), manifiesta que la fenología estudia y describe los diferentes eventos fenológicos que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente.

Lorenzana (2013), menciona que la Fenología trata de las condiciones climatológicas (luz, temperatura, humedad, etc.) y los fenómenos biológicos periódicos por ejemplo: las primeras hojas, brotación de yemas florales, floración, etc. Estos fenómenos se denominan Fases o Etapas fenológicas. En las etapas fenológicas la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales se llama Etapas., también se la define como los rangos o cambios morfológicos cíclicos que experimentan los vegetales, en función a la influencia ambiental.

2.2.2. Profundidad radical

Según OCW (2015), en la programación del riego se requiere conocer la profundidad de las raíces, con el fin de conocer hasta donde se produce la extracción de agua por las raíces. Esto dependerá del estado de desarrollo del cultivo (se entiende que no hay limitaciones de profundidad en el suelo).

Fuentes (2003), menciona que la profundidad de las raíces está dada por una serie de factores como: características genéticas, características del suelo (textura, estructura, impermeabilidad), nivel de agua en el suelo, nutrientes, etc. La profundidad total del sistema radicular es característica de cada especie, variando por los niveles de humedad en la primera etapa de desarrollo de cultivo. En las plantas de raíces profundas la distribución radicular es aproximadamente la siguiente: el 40% en la primera cuarta etapa de su profundidad total, el 30% en la segunda cuarta parte, el 20% en la tercera cuarta parte, el 10% restante en la cuarta parte más profunda.

2.2.3. Cultivo de alfalfa

- Origen

Pozo (1983), menciona que la alfalfa está hoy prácticamente extendida por todo el mundo. Sin embargo dada la variedad de ecotipos existentes en el estado espontáneo en la región, se fija su área de origen en Asia Menor y sur de Cáucaso, abarcando esta zona geográfica Turquía, Siria, Irak, Irán, Afganistán, parte occidental de Paquistán y Cachemira. De aquí es probable que se extienda su cultivo a Grecia como consecuencia de las guerras médicas. Sería pues, los griegos le dieron el nombre de *medica*, que recogido por los romanos se ha conservado hasta nuestros días como denominación de su género botánico.

También D'Attellis (2005), señala que la alfalfa es una planta proveniente del Cercano Oriente y centro de Asia. Existe un consenso general de que *Medicago sativa* se originó en el "Cercano Oriente Central", según la clasificación de Vavilov, zona integrada por Asia Menor, Irán y la región montañosa de Turquía. Irán constituye el centro geográfico que más comúnmente se menciona como originario de la alfalfa.

- Descripción botánica del cultivo

Gajon (1950), menciona que el cultivo de alfalfa posee la siguiente clasificación:

Reino: Vegetal

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledónea

Familia: Leguminosa

Subfamilia: Papilionácea

Género: *Medicago*

Especie: *Sativa*

Nombre científico: *Medicago sativa*

Nombre vulgar: Alfalfa

- Morfología de la planta

León (2003), manifiesta que la alfalfa es una planta herbácea que alcanza hasta 100 cm, su sistema radicular es bien definido. Es la reina de las plantas

forrajeras, con un excelente desarrollo vegetativo, es una planta perenne, vivaz y de porte erecto.

- Raíz

Pozo (1983), señala que las raíces de la alfalfa son abundantes, profundas. Constan de una raíz principal, robusta y pivotante, y numerosas secundarias.

También León (2003), menciona que el sistema radicular tiene una raíz bien definida que puede penetrar en el suelo 2m al segundo año, 4m al tercer año, y luego hasta 9 m. de profundidad.

- Corona

Ruiz (2003), indica que la corona es característica en esta forrajera como en otras leguminosas trifoliadas constituye la zona terminal de la parte superior de la raíz principal. Es una superficie que está a continuación de la raíz y su función es la de emitir nuevas yemas que originarán los nuevos tallos, en esta estructura se van almacenando los nutrientes necesarios para que la planta pueda emitir nuevos brotes después del corte.

- Tallo

Para León (2003), los tallos son delgados, cilíndricos de color verde y erectos para soportar el peso de las hojas y de las inflorescencias, además son muy consistentes, por tanto es una planta muy adecuada para la siega. La parte superior de la raíz principal contiene todas las yemas vegetativas de las cuales nacen todos los tallos del primer corte, sin embargo en los rebotes subsiguientes, los tallos pueden desarrollarse también a partir de yemas axilares, ubicadas en los nudos basales de los tallos cortados. Los tallos pueden llegar a medir hasta 1.20 metros de altura dependiendo la variedad.

- Hojas

Según Pozo (1983), las plantas leguminosas están normalmente dotadas de hojas compuestas. Estas hojas constan de estípulas, peciolo raquis, y foliolos. Las estípulas son una pareja de apéndices, que en el caso del género *medica* se encuentran soldadas a lo largo de uno de sus bordes, formando una sola pieza. El peciolo es a modo de un pequeño tallo que une el raquis al resto de la planta. Se prolonga este peciolo en el raquis o eje mediano de la hoja, donde se insertan los distintos foliolos. Estos foliolos son como conjunto de las cuales forman la hoja propiamente dicha.

Las hojas pueden ser imparipinnadas, caso del género *Medicago* porque su raquis termina en un foliolo. El resto de los foliolos, en un número varía, tanto un caso como en otro, se insertan por parejas en el raquis. El haz de los foliolos suele ser de un verde más intenso que el envés.

Para Ruiz (2003), las hojas son trifoliadas, aunque las primeras hojas verdaderas son unifoliadas, con el peciolo central más largo que los laterales, los foliolos son de color verde y de forma ovalada. Los márgenes son lisos y con los bordes superiores ligeramente dentados.

- Flor

Alarcón y Cervantes (2012), señalan que las flores de la alfalfa nacen en racimos oblongos multifloros (8-10 flores por racimo) sobre pedúnculo no aristado, con colores vistosos que suele variar del amarillo al violeta.

En la base de cada flor, el receptáculo está encerrado por el tubo del cáliz consistiendo de 5 sépalos finalizados por 5 lóbulos. El receptáculo sirve como la base de la corola, pistilo, estámen y nectario. La alfalfa tiene una corola papilionacea que consiste de cinco pétalos: un estandarte largo, dos pétalos alados laterales, y dos

pétalos fusionados o quillas. Los 10 estámenes forman un tubo en los cuales 9 están fusionados y el décimo está cerca del estandarte y es libre. Los filamentos se alternan en largos y cortos, de tal modo que en el desarrollo, las anteras se juntan al estigma formando un anillo doble. El pistilo consiste de un carpelo simple que desarrolla un ovario superior, un estilo frágil hueco en forma de lanza, y un estigma bien definido. El ovario contiene entre 10 a 12 óvulos.

- Fruto

Según Pozo (1983), el fruto típico que viene a dar el nombre a la familia de las leguminosas es la legumbre, se trata de un fruto seco, alargado y comprimido aunque adopta diversas formas, dehiscente, con la semillas en una fila correspondiendo con la ya señalada posición de los óvulos en el ovario. Usualmente contiene de una a ocho semillas.

- Semilla

Para Alarcón y Cervantes (2012), las semillas son de 1.5 por 2.5 mm y pesan en promedio 0.8 mg., cada fruto contiene un número variable de semillas arriñonadas.

Condiciones climáticas y edafológicas

- **Factores climáticos**

- Clima

León (2003), indica que el cultivo de alfalfa se adapta desde un clima cálido seco hasta el templado y frío, es decir, desde el nivel del mar hasta 3000

msnm. La mejor altura esta entre los 1.500 y 2.500 msnm. Se considera que son suficientes 900 mm, anuales de lluvia bien repartida. Es sensible al exceso de humedad.

- Temperatura

Pozo (1983), señala que la semilla de alfalfa comienza a germinar a una temperatura de 2-3° C, siempre que las demás condiciones ambientales lo permitan. A medida que se incrementa la temperatura la germinación es más rápida hasta alcanzar un óptimo a los 28-30° C. Temperaturas superiores a 38° C resultan letales para las plántulas.

También Ruiz (2003), señala que la temperatura media anual para la producción forrajera está en torno a los 20° C.; siendo el rango óptimo de temperaturas, según las variedades de 18-28° C.

- **Factores edafológicos**

- Suelo

León (2003), ha determinado que la alfalfa tiene una notable adaptabilidad a diversas clases de suelos, sin embargo para un buen desarrollo de la planta es indispensable suelos profundos, con subsuelos permeables, y bien drenados. La alfalfa planta calcicola necesita suelos con 2 – 3% de Ca; requiere también P y K.

- pH

León (2003), señala que el pH ideal es neutro o ligeramente alcalino (6.2 – 7.8), puede vegetar con pH de 9 y llegar a pH de 11, no soporta la acidez y su límite para el cultivo es de un pH 4.5 – 5.5.

- Salinidad

Pozo (1983), menciona que la alfalfa es una planta cuyo óptimo pH es el neutro, es muy sensible a la salinidad, cuyos síntomas son en todo parecidos al de la sequía. Sus síntomas comienzan con la palidez de algunos tejidos, la disminución del tamaño de las hojas y finalmente la parada vegetativa con el consiguiente achaparrado. El incremento de la salinidad induce desequilibrios entre la raíz y la parte aérea.

- **Particularidades del cultivo**

- Preparación del terreno

Según Ruiz (2003), antes de realizar la siembra es necesario conocer las características del terreno, contenido de fósforo y potasio, condiciones de drenaje y sobre todo el pH.

Las labores de preparación del terreno se inician con la remoción de las capas profundas sin voltearlas ni mezclarlas esto mejorará las condiciones de drenaje y aumentará la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Esta labor es muy importantes ya que las raíces son muy profundas y subsolando se favorece que estas penetren con facilidad.

A continuación se realizan sucesivos gradeos (de 2 a 3), con la finalidad de nivelar el terreno, disminuir el encharcamiento debido al riego o a intensas lluvias y eliminar las malas hierbas existentes.

Es recomendable intercalar las labores con aplicaciones de abonos (conviene aplicar el abono dos meses antes de la siembra para permitir su

descomposición) y enmiendas realizadas al mismo tiempo que los gradeos, para mezclar los fertilizantes con la tierra y homogeneizar su distribución.

- Época de siembra

Ruiz (2003), menciona que se acostumbra a sembrar especialmente con el inicio de la época lluviosa (Noviembre, Diciembre, inicios de Enero) por los altos requerimientos de agua en la fase inicial del cultivo, pero se puede sembrar en cualquier época del año si se dispone de suficiente agua de riego.. Su siembra se la realiza en plano, con melgas de 4 a 5 metros de ancho por 100 metros de largo, mediante la siembra al voleo o con maquinaria.

- Cantidad de semilla

López (1975), recomienda que en siembras asociadas con gramíneas la dosis de alfalfa debe reducirse a 6-8 kg/ha en praderas con pastoreo, y a 12-16 kg/ha de semilla pura viable en el caso de praderas de siega.

- Profundidad de siembra

López (1975), señala que la profundidad de la siembra depende del tipo de suelo: en terrenos pesados la profundidad está comprendida entre 1-1.25 cm., en terrenos ligeros o arenosos, la profundidad será de 2.5 cm.

- Riego

Según Ruiz (2003) y Japón (2012), coinciden que la cantidad de agua aplicada depende de la capacidad de retención de agua por el suelo, de la eficiencia del sistema de riego y de la profundidad de las raíces. La alfalfa requiere la

administración hídrica de forma fraccionada, ya que sus necesidades varían a lo largo del ciclo productivo. Si el aporte de agua está por encima de las necesidades de la alfalfa disminuye la eficiencia de la utilización del agua disponible. El aporte de agua en caso de riego por inundación es de 1000 m³/ha. En riego por aspersión será de 880 m³/ha.

Riego por rociado: El sistema por rociado o aspersión tiene muchas ventajas como método de aplicación para la alfalfa, particularmente donde las condiciones no son apropiadas para la distribución en franjas. Se pueden usar rociadores para lograr la implantación de un buen cultivo, y se pueden hacer leves aplicaciones de agua para mantener el suelo húmedo durante la germinación e implantación. El sistema es particularmente útil en suelos muy poco profundos y ondulados como para poder nivelarlos para realizar un riego por inundación superficial, en tierras demasiado empinadas para controlar el riego y en suelos de elevada proporción de penetración de agua. Cuando se lo planifica bien se puede adaptar a casi todas las condiciones edafológicas y topográficas.

- Fertilización

Ruiz (2003), menciona que se aplican productos orgánicos de origen vegetal o animal en diferentes grados de descomposición; cuya finalidad es la mejora de la fertilidad y de las condiciones físicas del suelo (Las sustancias orgánicas más empleadas son: estiércol, purines, rastrojos y residuos de cosechas). También se puede aplicar enmiendas de caliza a voleo y enterrada con anterioridad a la siembra, ya que el calcio es muy importante para el crecimiento de la planta y es esencial para la nodulación. La presencia de manganeso y aluminio reduce el crecimiento de las plantas, afectando negativamente al desarrollo de las raíces. Entre el fósforo y el aluminio se produce una interacción negativa.

La FAO (2006), señala que en el caso de las gramíneas forrajeras, es conveniente aplicar el fertilizante 30 a 45 días después de la siembra (dependiendo de

la germinación) cuando ya el pasto tenga un sistema de raíces que pueda ser capaz de absorber los nutrientes aportados por el fertilizante. Como ya se ha dicho, la cantidad de fertilizante debe calcularse mediante un análisis de suelos, sin olvidar que los niveles de aplicación de abonos o fertilizantes son muy específicos para cada suelo y forraje. La alfalfa es menos exigente en abonos nitrogenados. Si se siembra adecuadamente y en un suelo con características físicas y químicas apropiadas para su desarrollo, y si se ha inoculado previamente la semilla con el nitrocultivo específico, se puede asumir que los nódulos de las raíces fijan efectivamente el nitrógeno atmosférico. Por la razón anterior, y bajo esas condiciones, se suple en parte la acción de cualquier abono de tipo orgánico o inorgánico.

Padilla (1979) en su publicación del INIAP “Guía de Recomendaciones de Fertilización para los Principales Cultivos del Ecuador”, indica la dosis de fertilización para el cultivo de alfalfa de acuerdo a la disponibilidad de macronutrientes en el suelo después del análisis.

TABLA 4. RECOMENDACIÓN PARA LA FERTILIZACIÓN (KG/HA) EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) VAR. MORADA PAISANA.

Kg/Ha					
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
215*	60	130	164	19	19

Fuente: Agrolab (2005)

*Los cultivos leguminosos pueden obtener la mayoría de su Nitrógeno del aire.

- Época de corte

López (1975) y Suttie (2003), indican que la alfalfa se corta cuando tenga un 80% de brotes florales, y un 10% de floración. El rebrote depende del nivel de reservas reduciéndose éstas cuando los cortes son frecuentes

Según Romero (1995), con fines prácticos, se recomienda cortar cuando en el cultivo aparecen las primeras flores- se equipara al 10% de floración o con una altura promedio del rebrote basal menor de 5 cm. Se debería cortar o pastorear cuando el cultivo permita obtener una cantidad importante de materia seca con alto valor nutritivo. El criterio más usado para determinar el momento oportuno de uso "es el estado fisiológico que se asocia con la aparición de flores o rebrotes de corona".

- Frecuencia de corte

Según Ruiz (2003), la frecuencia de corte varía de acuerdo al manejo del cultivo, teniendo en cuenta la fecha del último cultivo. Los cortes frecuentes causan el agotamiento de la alfalfa y por ende la reducción de su rendimiento. En las regiones cálidas la alfalfa se corta con el 10% de floración. El rebrote depende del nivel de reservas reduciendo estas cuando los cortes son frecuentes.

También D'attellis (2005), señala que la frecuencia de corte varía según el manejo de la cosecha, siendo un criterio muy importante junto con la fecha del último corte para la determinación del rendimiento y de la persistencia de la alfalfa.

- Plagas y enfermedades

D'attellis (2005), indica que el control de las plagas debe tener en cuenta a lo largo de todo el ciclo ya que las diferentes especies atacan en distintas etapas del cultivo produciendo mermas de rendimiento. También menciona que una de las mayores amenazas de la industria de semilla de alfalfa es la pérdida de rendimiento y calidad debido a las enfermedades.

La identificación de enfermedades es esencial para manejar el impacto de ellas en la producción de semilla de alfalfa. Los factores ambientales (precipitaciones, temperatura, humedad del suelo y humedad relativa del aire) contribuyen a la diseminación de los agentes causales de las enfermedades. Las enfermedades que afectan la producción de semilla son las mismas que atacan los cultivos de producción de forraje. La ventaja quizás de la primera es que al ser un cultivo menos denso se genera dentro del mismo un ambiente menos propicio al desarrollo de las mismas.

Plagas

Pozo (1983) y Ruiz (2003), coinciden que con el debido cuidado el ataque de plagas es mínimo.

- Pulgones (*Aphis medicaginis*)

Son insectos hemípteros, chupadores de cuerpo globoso y su tamaño es de 1-2 mm, estos insectos extraen la savia, depositando toxinas que necrosan los tejidos circundantes. Además segregan un jugo azucarado que impregna la planta y

su pone un caldo de cultivo para los hongos, pudiendo modificar el sabor del forraje, haciéndolo poco apetecible para el ganado.

- Palomillas (*Phlyctaenodes sticticalis*, *Dichomeris lotellus* y *Loxostege sticticalis*)

Las mariposas tienen las alas (su envergadura llega a medir de 2-3 cm) de color pardo o marrón con tintes de color verde oscuro. Las larvas son de color gris verde, con bandas más oscuras a lo largo del dorso. Sus larvas atacan a las yemas y a las hojas.

- Gusano verde. (*Phytonomus variabilis*)

Es un coleóptero de 10 mm de longitud, cuya larva de color verde con una línea blanca ataca a los brotes jóvenes para terminar alimentándose de tejidos más adultos.

- Trips. (*Frankliniella* sp.)

Son insectos muy pequeños que se alimentan de las células de las plantas, y al romper los tejidos aparecen manchas blanquecinas en las hojas, peciolo y yemas.

Se recomienda Cipermetrin 5%+Malation 70% como concentrado emulsionable a dosis de 0.10-0.15%.

- Ácaros (*Tetranychus sp.*)

Se trata de un pequeño arácnido, que se concentra en la parte inferior de las hojas, de las que se alimenta y en las que pone sus huevos. Los síntomas se manifiestan con puntos translucidos que se tornan marrones o negros con el tiempo.

Enfermedades

También Pozo (1983) y Ruiz (2003), señalan que existen enfermedades producidas por virus, por hongos, por bacterias. Pero las enfermedades más comunes en el Ecuador son:

- **Enfermedades producidas por hongos**

- Antracnosis (*Colletotrichum trifolli*)

Es una enfermedad que afecta a las partes aéreas de la planta sobre todo en los tallos, llegando hasta el cuello. La planta se marchita, estrechándose los folíolos que se amarillan, hasta terminar marchitándose. En los tallos aparecen unas manchas fusiformes de color pardo, impidiendo el movimiento de agua y nutrientes, dando lugar a la muerte de las partes aéreas superiores.

Esta enfermedad es más común en alfalfares ya establecidos que en los recién sembrados, y especialmente en los últimos cortes.

- Roya de la alfalfa. (*Uromyces striatus*)

Es una enfermedad típica de zonas cálidas. No suele llegar a producir la muerte de la planta, esta enfermedad afecta a la producción y calidad del forraje. Los síntomas son fundamentalmente en la hoja, aparecen unas postulas de color marrón o pardo de hasta medio milímetro de diámetro, las hojas amarillan y paulatinamente caen. Para combatir se produce un corte precoz.

- Peca (*Pseudopeziza medicaginis*)

Según Mundopecuario (2015), ocasiona manchas redondeadas de color café en las hojas de alfalfa, con la posterior defoliación de la planta.

- Viruela de las hojas (*Pseudopeziza medicagini*)

Esta enfermedad es similar a la roya, especialmente ataca las plantas jóvenes y las partes donde se encuentran densamente distribuidas (las hojas inferiores). Sus síntomas son unas manchas redondas y de color pardo en las hojas. En los cultivos establecidos se deberá adelantar el corte y su regado deberá ser muy bajo. Existen variedades resistentes como Caliverde y Du Puits.

- Mildio de la alfalfa (*Peronospora trifoliorum*)

El ataque es peligroso en cultivos establecidos, en cambio en alfalfa adulta solo una parte resulta afectada. El ataque se localiza en los tallos, los foliolos se amarillan con aspecto variegado, llegando al envés tomando un aspecto

aterciopelado con un color grisáceo. Esta enfermedad se produce en temperaturas húmedas.

2.2.4. La evapotranspiración de los cultivos

Gurovich (1999), indica el consumo de agua de los cultivos, llamado evapotranspiración (ET), o uso consuntivo (UC), indica la cantidad de agua usada por los cultivos, en la transpiración a través de las hojas y en la evaporación directa en la superficie del suelo, donde se asienta el cultivo.

Fuentes (2003), también indica que la evapotranspiración es la cantidad de agua transpirada por el cultivo y evaporada desde la superficie del suelo en donde se asienta el cultivo.

Trezza y Andino (2002), señala que la metodología para determinar la evapotranspiración de cultivo (ET_c), está basada en la siguiente ecuación.

$$ET_c = K_c * ET_p$$

Dónde:

ET_c : Evapotranspiración de del cultivo (mm/día)

K_c : Coeficiente del cultivo

ET_p o ET_o : Evaporación del tanque evaporímetro (mm/día)

- La Evapotranspiración del cultivo de referencia – Eto o Etp

Fuentes (2003), ha indicado que la evaporación potencial o máxima, es la cantidad de agua consumida, durante un tiempo o periodo determinado, en un suelo que está cubierto de una vegetación homogénea densa, en plena actividad vegetativa y con un buen suministro de agua.

Según Avidan (2002), la evapotranspiración potencial ETo [mm/día], de un cultivo estándar o de referencia fue definido por Doorenbos & Pruitt 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.

$$ET_p = EV_{(A)} * K_p$$

Para:

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

EV_(A): Evaporación (mm/día).

K_p: Coeficiente de instalación (mm/día).

- Coeficiente de instalación

El coeficiente K_{Tan} (instalación), se obtiene del Anexo 5, conociendo que su distancia barlovento es de 66m, la Velocidad de viento se medirá en m/s, Humedad Relativa en %.

- Coeficiente de cultivo – kc

Fuentes (2003), señala que el valor del coeficiente de cultivo el cual depende de las características de las plantas, y expresa la variación de su capacidad para extraer agua del suelo durante su periodo vegetativo. La variación más evidente se puede observar en los cultivos anuales los cuales presentan cuatro etapas: Etapa inicial, segunda etapa, tercera etapa, cuarta etapa.

Avidan (2002), menciona que el coeficiente de cultivo, K_c , expresa la relación entre el uso consuntivo del cultivo en consideración, ET_c , y la Evapotranspiración del cultivo de Referencia, ET_o .

$$K_c = \frac{ET_c \text{ (mm/ día)}}{ET_o \text{ (mm/día)}}$$

Por lo tanto:

$$ET_c \text{ (mm/día)} = ET_o \text{ (mm/día)} \times K_c$$

Dónde:

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día).

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

K_c = Coeficiente de cultivo.

Estos coeficientes se determinan empíricamente comparando el uso consuntivo del cultivo, ET_c , con el cultivo de referencia, ET_o , 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 del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana en la Región Sierra del Ecuador es igual a lo registrado por Trezza y Andino UTHA.

La profundidad radicular del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana es igual a la registrada por Avidan.

2.4. VARIABLE DE LA HIPÓTESIS

Variable Dependiente

Duración de la etapa fenológica

Profundidad radicular

Variable Independiente

Condiciones climáticas.

2.5. OPERACIÓN DE VARIABLES

- VARIABLE DEPENDIENTE

TABLA 5. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) VAR. MORADA PAISANA.

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	INDICE
Ocurre desde la siembra hasta el desarrollo de las cuatro hojas verdaderas.	Etapa inicial	Tiempo	Días
En esta etapa ya han aparecido los primeros botones florales	Etapa de desarrollo	Tiempo	Días
Desde el fin de la primera etapa hasta la aparición de los primeros botones florales	Etapa de mediados de temporada	Tiempo	Días
La profundidad radicular efectiva es el espacio en el que las raíces pueden penetrar, con objetivo de conseguir agua, y nutrientes	Profundidad en cada etapa fenológica	Longitud	cm

- **VARIABLE INDEPENDIENTE**

TABLA 6. CONDICIONES CLIMÁTICA

CONCEPTO	INDICADOR	ÍNDICE
El clima abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un periodo representativo.	Velocidad de viento	m/s
	Temperatura	°C
	Heliofanía	Horas luz
	Humedad relativa	%
	Precipitación	mm/día

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA.

3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque

Esta investigación fue de tipo cuali-cuantitativo, con el fin de determinar el desarrollo del cultivo (días), el crecimiento radicular de la planta y debido a los datos obtenidos se analizaron mediante el programa de Microsoft Excel 2010 para lograr establecer los patrones de comportamiento que serán también generalizados

3.1.2. Modalidad

La modalidad de la presente investigación fue de campo, ya que se realizó a campo abierto bajo las condiciones climáticas del Cantón Cevallos.

3.1.3. Nivel o tipo de investigación

Esta investigación fue de tipo bibliográfico, ya que se fundamentó en conocimientos ya existentes.

3.2. Ubicación del ensayo

El presente ensayo se realizó en la Granja Experimental Docente “Querochaca”, de la Facultad Ciencias Agropecuarias, propiedad de la Universidad Técnica de Ambato ubicada en el Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

El terreno se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas que son: 01° 21´ de latitud Sur y 78° 36´ de longitud Oeste, a la altitud de 2 865 msnm. (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2015)

3.2.1. Materiales

- **Equipos y materiales**

a) Material experimental

Cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana

b) Equipo

Bomba de fumigar

Riego por aspersión

e) Talento Humano

Tutor

Técnico

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

3.3.1. Suelo

Los suelos de esta zona comprenden al orden Andeps, los que se caracterizan por la presencia de materiales amorfos y cenizas volcánicas, los cuales son profundos (1,50 m), con una textura Franco Arenoso, estos suelos tienen una pendiente del 2% al 8%. Presenta una reacción neutra o ligeramente alcalina, capacidad de intercambio catiónico baja y saturación de bases alta. En general el nivel de fertilidad es moderado en la capa superficial y baja en la parte profunda del suelo (Pico, 1997).

3.3.2. Clima

Según los datos registrados en la estación meteorológica del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2014). La Granja Experimental Docente Querochaca, el clima está clasificado como templado frío semi-seco y sin estación invernal bien definida. Los valores promedios anuales de la estación meteorológica, de los años 2010 al 2012, son los siguientes promedios: 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.

3.3.3. Agua

Pico (1997), señala que las fuentes de agua que se utilizan en la granja experimental Docente Querochaca son: Acequia Ambato-Huachi-Pelileo. El estudio del análisis de agua presentado del canal Ambato-Huachi-Pelileo, presenta un pH de 7.78, una alcalinidad total de 100 mg/l, dureza de 88 mg/l, conductividad eléctrica de 321,5 umhos/cm.

3.4. FACTORES DE ESTUDIO

Las etapas fenológicas se establecieron en base a la referencia del procedimiento de la FAO.

Etapa Inicial

Etapa de Desarrollo

Etapa Intermedio (primer corte)

Etapa Desarrollo

Etapa Intermedio (segundo corte)

Profundidad radicular, se medirá en cm, de acuerdo a cada etapa de desarrollo del cultivo.

3.5. DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO

Se utilizaron cinco camas como repeticiones. Las muestras extraídas fueron completamente al azar por cada una de las etapas fenológicas y su profundidad radicular.

3.5.1. Esquema de campo

Se realizó 5 camas y se extrajeron 4 plantas al azar en cada etapa de desarrollo del cultivo, para verificar lo que se deseó investigar.

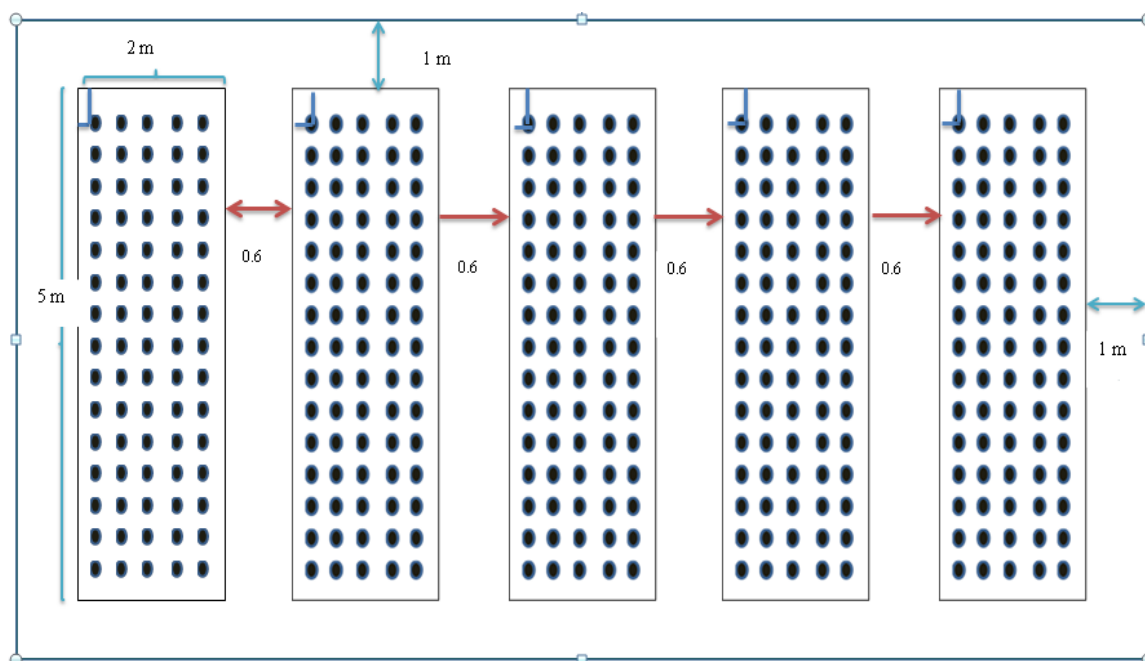


FIGURA 1. Esquema de campo.

3.5.2. Características del diseño

Distancia de siembra: 0.4 x 0.3 m

Largo de la parcela: 5m

Ancho de la parcela: 2m

Ancho de caminos: 0.6 m

Área total de las parcelas: 10m²

Área total del ensayo: 56.4 m²

Área total de parcelas: 50 m²

Número de plantas por parcela: 75

Número de plantas a evaluar: 4

Distancias entre plantas: 0.3 m

Distancias entre hileras: 0.4 m

3.5.3. Muestreo

El muestreo se realizó tomando plantas al azar.

3.6. DATOS TOMADOS

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

- **La profundidad radical**

La profundidad radicular de la alfalfa (*Medicago sativa.*), se tomó al finalizar cada una de las etapas fenológicas.

- **Etapas fenológicas**

- Días a la etapa inicial o del establecimiento del cultivo: Esta etapa comprende desde la siembra hasta que el cultivo quede plenamente establecido en el campo. En esta etapa se desarrollan las primeras hojas verdaderas y el cultivo cubre un 10% la superficie, tiempo transcurrido en el semillero. (FAO-56)

- Días a la etapa del desarrollo del cultivo: inicia desde el final de la etapa anterior, y hasta que el cultivo cubra efectivamente la superficie del suelo (no menos de un 70 – 80% de ésta). (FAO-56)

- Días a la etapa intermedia o mediados de la temporada: Comprende desde el final de la etapa de desarrollo, y hasta el inicio de la maduración del cultivo, que se manifiesta por el envejecimiento del follaje. (FAO-56)

- * Días a la etapa final: No se procedió a tomar el dato de la etapa final, puesto que el corte se realizó en la etapa intermedia.

- **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 el cálculo de los siguientes parámetros:

- **Evapotranspiración del cultivo.** Utilizando la fórmula propuesta por Trezza y Andino:

$$ET_c = K_c * ET_p$$

ETc = Evapotranspiración de del cultivo (mm/día)

Kc = Coeficiente del cultivo.

ETo = Evaporación del tanque evaporímetro (mm/día)

- **Evapotranspiración de cultivo de referencia (ETp) o (ETo).**

$$ET_p = EV_{(A)} * K_p$$

ETp: Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

EV_(A): Evaporación (mm/día)

Kp: Coeficiente de instalación (mm/día)

- **Coefficiente de instalación**, con la siguiente tabla obtenemos

Kp.

TABLA 7. TANQUE EVAPORÍMETRO COLOCADO EN UNA SUPERFICIE VERDE DE POCA ALTURA.

Distancia a barlovento					
D (m)	Velocidad de viento (Km/día)	Velocidad de viento (m/s)	Humedad relativa media		
			< 40	40 - 70	>70
10 a 99	< 175	< 2	0,65	0,75	0,85
	175 - 425	2 – 5	0,6	0,7	0,75
	425 - 700	5 - 8	0,55	0,6	0,65
	> 700	> 8	0,45	0,55	0,6

Fuente: Avidan, 1994

- **Coefficiente del cultivo:**

TABLA 8. EL VALOR DEL KC OBTUVIMOS DE LA REFERENCIA DEL LIBRO DE LA FAO RIEGO Y DRENAJE 56.

Cultivo	Fase inicial	Fase intermedia o mediados de temporada
Alfalfa	0.40	0.95

Fuente: FAO – 56 (2006)

- Balance hídrico:

Se comparó entre los datos de evapotranspiración del cultivo (ET_c) y la precipitación del lugar.

$$Bh = ET_c - P$$

Para:

Bh: Balance hídrico (mm/día)

ET_c : Evapotranspiración de cultivo (mm/día)

P: Precipitación (mm/día)

3.7. PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

El procesamiento de la información se realizó mediante la recolección de los datos climáticos cada 4 días, mediante esta recolección determinamos el Balance Hídrico, para saber así cuando emitimos el riego, este procesamiento se realizó en el programa central, e interpretación de resultados en el programa Microsoft Excel 2010.

3.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

Antes de establecer la investigación se realizó el análisis para poder saber su condición edafológica en el suelo.

3.8.1. Preparación del terreno

El suelo para la siembra de alfalfa tiene que estar en buenas condiciones para ello se realizó las siguientes labores:

Una vez identificado el terreno, se procedió a remover las capas profundas, piedras, restos vegetales, para proceder a tractorar, con el fin de obtener aireación y que la raíz se pueda desarrollar sin problemas de compactación.

Luego se realizó la nivelación del terreno, con el fin de disminuir el encharcamiento debido al riego o a intensas lluvias.

Finalmente delimitamos las cinco parcelas con las dimensiones respectivas, para el ensayo. Se utilizó estacas, piola, cinta métrica.

3.8.2. Siembra y tiempo de siembra

La siembra se realizó por golpe, con semilla de alfalfa variedad Morada paisana. La siembra de las semillas se procedió a realizarse el 12 de Febrero 2015, con una densidad de siembra de 0.40 x0.30 cm y 0.5 cm de profundidad según la literatura, para las cinco parcelas.

3.8.3. Riego

El sistema de riego fue por aspersión, con ello el aspersor suministrara suficiente cantidad de agua para las parcelas, el aspersor fue de la marca: Naandanjain, modelo: 427 BAG, 427B GAG, que muestra las siguientes características (Tabla 9):

Características del aspersor:

- Especialmente diseñado para riego de bordes de campo
- Riego y germinación de hortalizas, flores y cultivos de vivero
- Excelente distribución de agua con espaciamientos de hasta 14 m
- Boquillas a bayoneta, codificadas por color, para un servicio sencillo
- Aleta integral de direccionamiento del chorro de agua para máximo alcance
- Confeccionado con materiales plásticos de alto impacto y gran resistencia contra corrosión, desgaste mecánico, productos químicos y radiación solar
- WP - Martillo que asegura que la totalidad del agua quede dentro de los patrones preestablecidos, evitando el riego de caminos y vecindades.
-

TABLA 9. RENDIMIENTO DEL ASPERSOR NAANDANJAIN MODELO: 427B AG & 427B GAG.

Color de boquilla (mm)	P (bar)	Q (m ³ /h)	D (m)
3.2 Verde	2,0	0.570	23
	3,0	0.700	24
	4,0	0.810	26

El primer riego se lo realizó el 11 de Febrero del 2015. Para calcular la lámina neta se utilizó la siguiente formula:

$$LDZr = \frac{CC - Pm}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

Por lo tanto:

LDZr: Lámina neta

CC: Capacidad de campo

Pmp: Punto de marchitez permanente

Pea: Peso específico del suelo

Pew: Peso específico del agua

Hz: profundidad radicular

$$LDZr = \frac{CC - Pm}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$LDZr = \frac{14\% - 6\%}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cc}}{1.00 \frac{g}{cc}} * 105 \text{ cm}$$

$$LDZr = 12.6 \text{ cm}$$

$$LDZr = 1260 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Efr}$$

$$Lb = \frac{1260 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{0.775}$$

$$Lb = 1625 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\begin{array}{r} 1625 \text{ m}^3 \\ X \end{array} \begin{array}{r} 10000 \text{ m}^2 \\ 56.4 \text{ m}^2 \end{array}$$

$$X = 9.17 \text{ m}^3/56.4 \text{ m}^2$$

3.8.4. Fertilización

La fertilización química se efectuó a los 45 días después de la siembra de la alfalfa.

Las fuentes de fertilización utilizadas fueron: Potreros Max, Tigsamag, Nitrato de calcio, Muriato de potasio, Azufre 80wp, Urea

TABLA 10. FERTILIZACIÓN PARA EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*).

Nutriente	Requerimiento (Kg/ ha)	Aplicación (Kg/ 50 m ²)
N	215	1.8
P ₂ O ₅	60	0.48
K ₂ O	130	0.9
MgO	164	0.57
CaO	19	1.3
S	19	0.12

3.8.5. Control de malezas

El control de malezas fue manual. Se realizó el deshierbe con la ayuda de una asadilla a los 29 días de la siembra, posteriormente se realizó la deshierba cada 20 días.

3.8.6. Controles fitosanitarios

Los problemas fitosanitarios fueron constantemente monitoreadas y se manejaron de acuerdo a las siguientes recomendaciones:

Para los controles fitosanitarios se utilizó una bomba mochila de 20 l.

Antes de la siembra (10/02/2015): se aplicó para controlar Damping off

Carbendazin 1 cc/1l. + Metil tiofanato 1 cc/l.

21 días de la siembra: Se controló Trips (*Thrips sp.*)

Metomil 1 g/1 l. + Acetato 1 g/1 l.

24/04/2015: Controló Mosca blanca (*Bemisia sp.*) y Pulgón (*Aphis medicaginis.*)

Dimetoato 1 cc/1 l + Metomil 1 g/1 l

Debido a la presencia de Mildium (*Peronospera sparsa*), se realizó la aplicación de:

Cymoxanil 2 g/1 l + Dimedomost 0.5 g/1 l

3.8.7. Registro de datos

En el presente trabajo de investigación el registro de datos lo realizamos al finalizar cada una de las etapas fenológicas del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*).

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. “Duración de las etapas fenológicas del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada”

- Etapa inicial

La duración de la etapa inicial del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana es de 21 días, esta etapa se estableció del 12 de Febrero al 04 de Marzo del 2015, en las siguientes condiciones climáticas: temperatura media 14.98 °C, heliofanía 116,5 horas, heliofanía media 5,5 h/día, humedad relativa media 68,19 %, precipitación acumulada para este periodo: 11,0 mm y una media de 0.5 mm/día, la altura en la que se realizó la investigación es de 2 865 msnm. Al comparar los resultados con la publicación de Trezza y Andino (2002), quienes indica que el periodo de duración de la etapa fenológica inicial de este cultivo fue de 10 días en Idaho USA, siendo así que su tiempo de duración fue menor con 11días, al obtenido en la investigación, resultados que con seguridad estarán relacionados con mejores condiciones climáticas como son temperatura y humedad.

- Etapa de desarrollo

En la etapa de desarrollo del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) tiene una duración de 58 días, que va desde el 05 de marzo hasta el 01 de mayo del 2015, las condiciones climáticas fueron: temperatura media 13.85 °C, heliofanía 169 horas, heliofanía media 2,9 h/día, humedad relativa media 77.24 %, precipitación acumulada para este periodo: 109 mm y una media de 1.9 mm/día, la altura en la que se realizó la investigación es de 2 865 msnm. Según Trezza y Andino (2002), la duración de la etapa fenológica de desarrollo fue de 30 días en Idaho USA, teniendo como resultado que hubo una diferencia menor con 28 días.

- Etapa intermedia

En las condiciones climáticas de: temperatura media 12.79 °C, heliofanía 160 horas, heliofanía media 2.9 h/día, humedad relativa media 78.45 %, precipitación acumulada para este periodo: 153 mm y una media de 2.8 mm/día, se registró que la duración de la etapa intermedia del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*), fue de 55 días (del 02 de mayo hasta 25 de junio del 2015). Al comparar con la publicación de Trezza y Andino (2002), la duración de la etapa fenológica intermedia de este cultivo fue de 25 días en Idaho USA, según la investigación que se realizó en la Universidad del Estado de UTAH, siendo así que su tiempo de duración fue menor con 30 días, al obtenido en la presente investigación.

- Etapa de desarrollo (segundo corte)

Durante el transcurso de la toma de datos para el segundo corte en la etapa de desarrollo el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*), tuvo una duración de 57 días (del 26 de junio hasta el 21 de agosto del 2015), con las siguientes condiciones

climáticas: temperatura media 12.53 °C, heliofanía 215.8 horas, heliofanía media 3,79 h/día, humedad relativa media 75.75 %, precipitación acumulada para este periodo: 163.4 mm y una media de 2.87 mm/día, la altura en la que se realizó la investigación es de 2 865 msnm. Al comparar los dos datos obtenidos en esta investigación hubo una diferencia menor de 1 días con el primer corte.

- Etapa intermedia (segundo corte)

Finalmente se concluyó que la etapa fenológica intermedia del cultivo alfalfa (*Medicago sativa*), fue de 36 días, (22 de Agosto hasta el 26 de Septiembre del 2 015), si se compara con los datos tomados del primer corte la etapa fenológica intermedia tuvo un periodo de 55 días, existiendo una disminución de tiempo en la etapa intermedia (segundo corte) de 19 días. Durante los 36 días las condiciones climáticas de la etapa final fueron: temperatura media 12,48 °C, heliofanía 159,5 horas, heliofanía media 4,43 h/día, humedad relativa media 75,69 %, precipitación acumulada para este periodo: 40,6 mm, y una media de 1,13 mm/día.

En la tabla 11, se muestra los datos obtenidos en el Cantón Cevallos, los que se compararon con los de la Universidad del Estado UTAH.

La duración de las etapas fenológicas del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana fue que en la etapa inicial duró 21 días, 58 días en la etapa de desarrollo, 55 días en la etapa intermedia. Dando como resultado que el desarrollo hasta su primer corte fue de 134 días y el segundo corte comprende 93 días, a partir del primer corte.

Esta variación de 69 días en la duración de los estados fenológicos del primer corte registrados en Idaho por la Universidad del Estado UTAH, USA y en Ecuador,

cantón Cevallos, con seguridad estará dada por la variedad utilizada para la investigación, las condiciones climáticas, otro factor puede ser la situación geográfica donde se desarrolló el ensayo.

TABLA 11. DURACIÓN DE CADA UNA DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS (PRIMER CORTE) DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) VAR. MORADA PAISANA.

Cultivo	Inicio (días)	Desarrollo (días)	Intermedio (días)	
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	21	58	55	Cantón Cevallos, Ecuador
Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	10	30	25	Idaho, USA

En la Tabla 12, se puede ver un resumen general de los parámetros Climáticos, que influyeron en la duración de cada una de las etapas fenológicas, en el Cantón Cevallos

TABLA 12. PARÁMETROS CLIMÁTICOS BAJO LOS CUALES SE DESARROLLARON LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*) VAR. MORADA PAISANA.

Parámetros	Etapas					Total
	Inicio	Desarrollo	Intermedio	Desarrollo	Intermedio	
Precipitación acumulada (mm)	11,0	109,4	153,1	163,4	40,6	477,5
Precipitación media diaria (mm/día)	0,5	1,9	2,8	2,87	1,13	9,2
Temperatura media (°C)	14,98	13,85	12,79	12,53	12,48	66,63
Humedad relativa media (%)	68,19	77,24	78,45	75,75	75,69	375,32
Heliofanía (horas)	116,5	169,1	160	215,8	159,5	820,9
Heliofanía media (h/día)	5,5	2,9	2,9	3,79	4,43	19,52

4.1.2. COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc) DE LA ALFALFA (*Medicago sativa*) var. Morada paisana.

Para poder construir la curva de kc, se tomó en cuenta en coeficiente del cultivo, Kc según el método de la FAO.

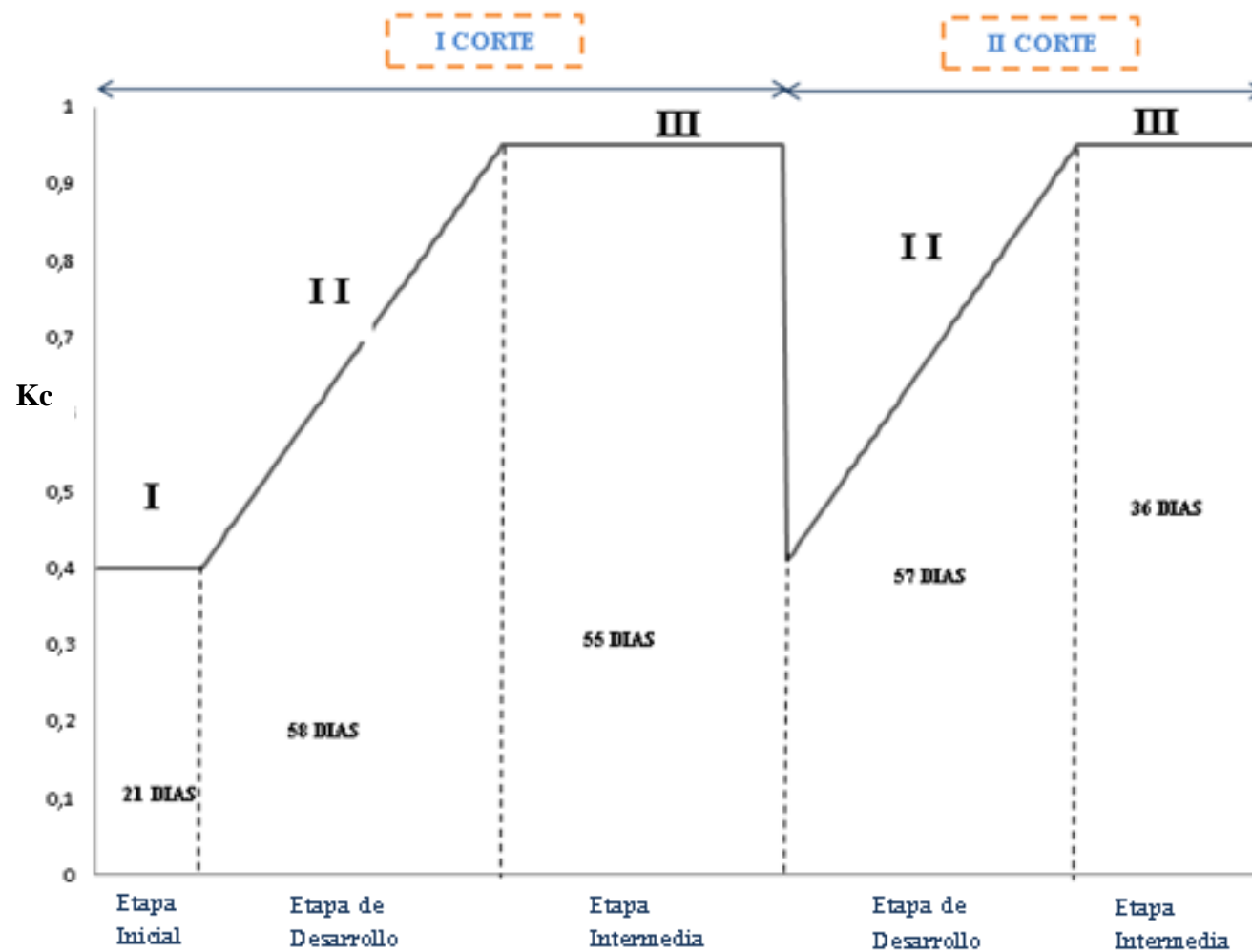


FIGURA 2. Curva de coeficiente de cultivo (Kc) para la alfalfa (*Medicago sativa*), según el método de la FAO.

4.1.3. Evapotranspiración del cultivo (ET_c) de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana.

Para calcular el valor de (ET_c), Trezza y Andino se han basado en la siguiente fórmula:

$$ET_c = K_c * ET_p$$

ET_c: Evapotranspiración de del cultivo (mm/día)

K_c: Coeficiente del cultivo

ET_p o ET_o: Evaporación del tanque evaporímetro (mm/día)

En la página 36 podremos observar la formula ET_p para con la cual se procedió a realizar el cálculo correspondiente para saber cuál es el ET_c . Así podremos obtener la Evapotranspiración del cultivo de alfalfa en cada una de sus etapas fenológicas hasta su segundo corte.

TABLA 13. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA INICIAL.

Mes	Fech	T°	T°	T°	Ev (A)	HR	VV	VV	Kp	Etp	Kc	Etc	Precipitación	Heliofanía
	a	Max.	Media	Mínima	(mm/día)	%	(Km/día)	(m/s)		(mm/día)		(mm/día)		
Febrero	12	19,1	14,3	9,4	3,1	78	86,4	1,0	0,85	2,64	0,4	1,1	0,0	2,3
	13	19,1	15,0	10,8	3,4	79	230,7	2,7	0,75	2,55	0,4	1,0	0,0	3,4
	14	21,5	16,1	10,7	3,7	73	172,8	2,0	0,75	2,78	0,4	1,1	5,1	4,2
	15	17,6	13,6	9,5	2,1	80	114,9	1,3	0,85	1,79	0,4	0,7	0,0	2,0
	16	20,2	14,1	7,9	4,2	70	172,8	2,0	0,7	2,94	0,4	1,2	0,0	6,6
	17	20,5	14,3	8,1	5,4	59	317,1	3,7	0,7	3,78	0,4	1,5	0,0	8,6
	18	24,4	14,9	5,4	5,7	61	172,8	2,0	0,7	3,99	0,4	1,6	0,0	10,4
	19	21,3	15,5	9,6	4,5	71	201,3	2,3	0,75	3,38	0,4	1,4	0,0	5,0
	20	23,5	16,3	9,0	5,8	48	172,8	2,0	0,7	4,06	0,4	1,6	0,0	7,4
	21	23,3	14,4	5,5	5,8	62	86,4	1,0	0,75	4,35	0,4	1,7	2,0	8,8
	22	21,7	15,4	9,1	5,6	68	114,9	1,3	0,75	4,20	0,4	1,7	0,0	7,8
	23	22,7	15,8	8,8	4,4	65	114,9	1,3	0,75	3,30	0,4	1,3	0,0	6,2
	24	22,5	15,3	8,1	4,3	63	144,3	1,7	0,75	3,23	0,4	1,3	1,9	6,4
25	20,8	14,4	7,9	3,2	70	172,8	2,0	0,7	2,24	0,4	0,9	0,0	3,5	

	26	21,9	15,1	8,2	5,0	67	144,3	1,7	0,75	3,75	0,4	1,5	0,0	4,9
	27	21,2	15,2	9,2	5,6	66	144,3	1,7	0,75	4,20	0,4	1,7	0,0	5,4
	28	19,1	14,5	9,8	3,0	77	114,9	1,3	0,85	2,55	0,4	1,0	0,0	2,2
Marzo	1	20,9	15,5	10,0	5,6	69	114,9	1,3	0,75	4,20	0,4	1,7	0,0	5,9
	2	23,2	14,8	6,4	4,6	64	172,8	2,0	0,7	3,22	0,4	1,3	0,7	5,8
	3	22,5	15,4	8,3	3,4	68	144,3	1,7	0,75	2,55	0,4	1,0	0,8	5,2
	4	21,0	14,7	8,4	4,0	74	86,4	1,0	0,85	3,40	0,4	1,4	0,5	4,5

Dónde:

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

TABLA 14. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA DE DESARROLLO.

Mes	Fecha	T°	T°	T°	Ev(A) (mm/día)	HR %	VV (Km/día)	VV (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Heliofanía
		Max	Media	Mínima										
Marzo	5	20,1	15,0	9,8	3,2	69	57,9	0,7	0,75	2,40	0,40948	0,98	0,0	2,7
	6	15,9	12,0	8,0	1,2	78	86,4	1,0	0,85	1,02	0,4189655	0,43	0,0	0,0
	7	18,7	14,7	10,6	2,2	81	230,7	2,7	0,75	1,65	0,4284483	0,71	0,0	1,5
	8	17,3	13,8	10,3	3,0	78	114,9	1,3	0,85	2,55	0,4379310	1,12	0,5	3,9
	9	17,6	14,0	10,4	3,4	76	259,2	3,0	0,75	2,55	0,4474138	1,14	0,7	2,6
	10	18,7	14,8	10,9	2,8	79	287,7	3,3	0,75	2,10	0,4568966	0,96	0,6	2,8
	11	17,6	14,1	10,5	2,9	75	317,1	3,7	0,75	2,18	0,4663793	1,01	0,1	1,0
	12	20,4	14,6	8,7	2,6	72	201,3	2,3	0,75	1,95	0,4758621	0,93	0,5	1,1
	13	19,9	15,2	10,5	2,8	77	86,4	1,0	0,85	2,38	0,4853448	1,16	0,4	3,1
	14	21,3	15,6	9,9	2,1	75	201,3	2,3	0,75	1,58	0,4948276	0,78	1,8	4,3
	15	17,3	14,3	11,3	2,7	79	114,9	1,3	0,85	2,30	0,5043103	1,16	0,6	1,1
	16	22,1	16,5	10,8	2,8	72	114,9	1,3	0,85	2,38	0,5137931	1,22	0,0	2,8
	17	21,2	15,5	9,8	2,1	79	86,4	1,0	0,85	1,79	0,5232759	0,93	14,8	1,4
	18	13,5	11,3	9,0	2,0	92	28,5	0,3	0,85	1,70	0,5327586	0,91	4,9	0,0

	19	19,1	14,6	10,0	1,1	85	57,9	0,7	0,85	0,94	0,5422414	0,51	14,5	0,9
	20	14,6	11,9	9,2	1,8	90	0,0	0,0	0,85	1,53	0,5517241	0,84	1,8	0,0
	21	18,6	13,2	7,8	2,8	72	114,9	1,3	0,85	2,38	0,5612069	1,34	0,0	4,5
	22	16,1	12,6	9,1	1,5	81	57,9	0,7	0,85	1,28	0,5706897	0,73	2,7	0,1
	23	19,9	13,2	6,5	3,2	72	114,9	1,3	0,85	2,72	0,5801724	1,58	1,2	6,3
	24	20,8	14,7	8,5	5,4	71	114,9	1,3	0,85	4,59	0,5896552	2,71	0,0	7,3
	25	21,6	15,8	9,9	4,1	79	114,9	1,3	0,85	3,49	0,5991379	2,09	2,0	4,5
	26	20,7	15,0	9,3	3,8	71	144,3	1,7	0,85	3,23	0,6086207	1,97	0,0	4,3
	27	19,6	14,3	8,9	3,2	76	201,3	2,3	0,75	2,40	0,6181034	1,48	0,0	2,8
	28	19,9	14,2	8,4	2,8	73	28,5	0,3	0,85	2,38	0,6275862	1,49	5,2	2,4
	29	17,0	13,4	9,8	2,2	86	86,4	1,0	0,85	1,87	0,6370690	1,19	9,6	1,7
	30	20,3	14,2	8,0	4,8	75	57,9	0,7	0,85	4,08	0,6465517	2,64	4,8	6,4
	31	19,4	15,2	10,9	4,3	75	144,3	1,7	0,85	3,66	0,6560345	2,40	4,6	7,1
Abril	1	18,8	13,7	8,6	1,8	77	57,9	0,7	0,85	1,53	0,6655172	1,02	2,2	3,3
	2	16,5	13,2	9,9	3,2	81	28,5	0,3	0,85	2,72	0,6750000	1,84	0,8	0,9
	3	18,1	13,5	8,9	2,7	78	144,3	1,7	0,85	2,30	0,6844828	1,57	0,0	3,6
	4	19,1	13,0	6,9	2,7	75	28,5	0,3	0,85	2,30	0,6939655	1,59	0,0	2,7
	5	20,5	14,0	7,5	3,8	75	28,5	0,3	0,85	3,23	0,7034483	2,27	1,8	4,4
	6	16,7	13,1	9,5	3,1	77	114,9	1,3	0,85	2,64	0,7129310	1,88	2,2	1,1

7	14,7	12,1	9,5	1,5	82	144,3	1,7	0,85	1,28	0,7224138	0,92	0,2	0,3
8	19,7	14,5	9,3	3,1	76	86,4	1,0	0,85	2,64	0,7318966	1,93	1,8	3,5
9	19,6	14,7	9,7	3,3	78	114,9	1,3	0,85	2,81	0,7413793	2,08	0,2	4,0
10	19,5	13,3	7,1	4,4	75	201,3	2,3	0,75	3,30	0,7508621	2,48	0,0	6,1
11	17,0	13,5	9,9	2,6	74	144,3	1,7	0,85	2,21	0,7603448	1,68	0,0	0,6
12	17,8	14,2	10,5	2,9	71	259,2	3,0	0,75	2,18	0,7698276	1,67	0,8	3,4
13	19,5	14,3	9,1	3,7	72	144,3	1,7	0,85	3,15	0,7793103	2,45	0,2	4,5
14	16,3	12,5	8,6	1,1	79	28,5	0,3	0,85	0,94	0,7887931	0,74	1,2	0,0
15	20,4	13,6	6,7	3,2	67	86,4	1,0	0,75	2,40	0,7982759	1,92	0,0	5,3
16	20,5	14,3	8,1	2,3	82	86,4	1,0	0,85	1,96	0,8077586	1,58	1,0	3,1
17	22,1	15,8	9,5	3,6	72	114,9	1,3	0,85	3,06	0,8172414	2,50	0,0	4,0
18	21,9	14,2	6,5	2,7	75	86,4	1,0	0,85	2,30	0,8267241	1,90	1,4	3,0
19	21,7	15,5	9,3	4,3	71	114,9	1,3	0,85	3,66	0,8362069	3,06	0,0	6,8
20	21,3	14,2	7,1	4,4	67	57,9	0,7	0,75	3,30	0,8456897	2,79	3,3	5,4
21	16,4	12,8	9,1	1,2	85	86,4	1,0	0,85	1,02	0,8551724	0,87	4,4	1,4
22	17,9	13,4	8,9	3,7	74	172,8	2,0	0,75	2,78	0,8646552	2,40	2,4	5,7
23	17,5	13,7	9,8	2,2	84	114,9	1,3	0,85	1,87	0,8741379	1,63	1,1	3,0
24	16,3	12,4	8,5	1,7	85	144,3	1,7	0,85	1,45	0,8836207	1,28	0,5	1,2
25	17,4	13,7	9,9	2,5	81	144,3	1,7	0,85	2,13	0,8931034	1,90	10,7	3,5

	26	16,5	12,8	9,1	1,2	85	259,2	3,0	0,75	0,90	0,9025862	0,81	0,6	3,2
	27	17,5	13,7	9,9	4,1	80	172,8	2,0	0,75	3,08	0,9120690	2,80	0,2	3,8
	28	14,5	12,2	9,8	1,4	80	114,9	1,3	0,85	1,19	0,9215517	1,10	1,1	0,1
	29	16,5	12,7	8,9	2,7	78	201,3	2,3	0,75	2,03	0,9310345	1,89	0,0	2,9
	30	16,1	12,3	8,4	2,2	81	86,4	1,0	0,85	1,87	0,9405172	1,76	0,0	0,8
Mayo	1	18,3	12,7	7,1	2,3	75	86,4	1,0	0,85	1,96	0,9500000	1,86	0,0	0,9

Dónde:

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

TABLA 15. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA INTERMEDIA

Mes	Fecha	T°	T°	T°	Ev(A) (mm/día)	HR%	VV (Km/día)	VV (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Heliofanía
		Max.	Media	Mínima										
Mayo	2	20,3	12,0	3,7	3,7	69	172,8	2,0	0,7	2,59	0,95	2,46	1,8	8,5
	3	21,7	15,3	8,9	5,3	76	57,9	0,7	0,85	4,51	0,95	4,28	17,8	7,4
	4	19,3	14,0	8,7	3,5	76	57,9	0,7	0,85	2,98	0,95	2,83	3,0	3,4
	5	17,6	13,8	9,9	1,8	82	57,9	0,7	0,85	1,53	0,95	1,45	0,0	0,5
	6	13,9	10,2	6,4	1,8	80	287,7	3,3	0,75	1,35	0,95	1,28	0,0	0,0
	7	19,4	13,2	7,0	2,7	75	114,9	1,3	0,85	2,30	0,95	2,18	0,0	4,4
	8	16,9	12,9	8,8	3,3	78	144,3	1,7	0,85	2,81	0,95	2,66	0,0	3,0
	9	19,2	12,9	6,5	4,2	72	172,8	2,0	0,75	3,15	0,95	2,99	0,0	5,6
	10	17,3	14,0	10,7	3,7	76	230,7	2,7	0,75	2,78	0,95	2,64	1,0	6,4
	11	13,4	11,6	9,8	1,2	86	201,3	2,3	0,75	0,90	0,95	0,86	1,2	0,9
	12	14,8	12,2	9,6	2,0	81	114,9	1,3	0,85	1,70	0,95	1,62	3,6	1,2
	13	15,3	12,6	9,9	2,1	84	201,3	2,3	0,75	1,58	0,95	1,50	0,4	0,4
	14	15,1	12,1	9,1	2,0	81	259,2	3,0	0,75	1,50	0,95	1,43	0,0	0,4
	15	18,7	14,0	9,2	1,5	74	86,4	1,0	0,85	1,28	0,95	1,21	0,0	1,5

	16	18,9	13,3	7,7	2,7	77	114,9	1,3	0,85	2,30	0,95	2,18	2,9	3,1
	17	16,7	12,8	8,9	1,7	83	86,4	1,0	0,85	1,45	0,95	1,37	1,3	0,1
	18	15,9	13,1	10,3	2,0	81	144,3	1,7	0,85	1,70	0,95	1,62	0,0	0,5
	19	19,4	14,1	8,7	3,4	73	114,9	1,3	0,85	2,89	0,95	2,75	0,0	5,1
	20	19,8	14,7	9,6	3,6	81	114,9	1,3	0,85	3,06	0,95	2,91	0,5	2,6
	21	17,2	13,5	9,8	2,0	76	57,9	0,7	0,85	1,70	0,95	1,62	0,0	2,0
	22	20,3	13,0	5,7	3,7	70	144,3	1,7	0,75	2,78	0,95	2,64	0,0	7,1
	23	17,6	13,2	8,8	2,0	83	201,3	2,3	0,75	1,50	0,95	1,43	2,1	1,0
	24	19,7	12,5	5,2	3,5	69	144,3	1,7	0,75	2,63	0,95	2,49	0,1	7,1
	25	19,1	13,5	7,9	2,1	78	114,9	1,3	0,85	1,79	0,95	1,70	0,0	1,6
	26	18,9	13,8	8,6	3,7	74	86,4	1,0	0,85	3,15	0,95	2,99	0,1	5,2
	27	19,3	14,4	9,4	4,2	74	114,9	1,3	0,85	3,57	0,95	3,39	2,7	6,0
	28	14,3	11,2	8	1,2	88	28,5	0,3	0,85	1,02	0,95	0,97	6,5	0,1
	29	20,5	14,6	8,7	2,0	76	86,4	1,0	0,85	1,70	0,95	1,62	1,5	3,2
	30	19,7	12,5	5,3	3,0	73	114,9	1,3	0,85	2,55	0,95	2,42	0,0	6,3
	31	17,2	13,2	9,1	3,4	76	172,8	2,0	0,75	2,55	0,95	2,42	0,3	4,4
Junio	1	15,9	12,3	8,7	2,2	76	201,3	2,3	0,75	1,65	0,95	1,57	3,1	3,2
	2	17,2	12,5	7,7	1,4	72	86,4	1,0	0,85	1,19	0,95	1,13	10,4	2,6
	3	15,0	11,6	8,2	1,4	83	114,9	1,3	0,85	1,19	0,95	1,13	2,5	0,9

4	15,3	12,3	9,3	0,4	87	144,3	1,7	0,85	0,34	0,95	0,32	7,6	2,3
5	14,5	11,5	8,4	1,0	84	86,4	1,0	0,85	0,85	0,95	0,81	6,9	0,2
6	16,5	13,1	9,7	1,5	84	144,3	1,7	0,85	1,28	0,95	1,21	2,0	4,4
7	16,8	12,9	9,0	4,0	76	144,3	1,7	0,85	3,40	0,95	3,23	2,4	5,0
8	13,0	10,7	8,3	1,1	86	172,8	2,0	0,75	0,83	0,95	0,78	6,1	0,0
9	19,1	13,5	7,8	1,6	72	86,4	1,0	0,85	1,36	0,95	1,29	3,0	3,1
10	17,4	13,8	10,1	2,9	75	114,9	1,3	0,85	2,47	0,95	2,34	0,4	2,6
11	17,5	13,0	8,4	3,4	74	144,3	1,7	0,85	2,89	0,95	2,75	0,6	3,0
12	16,3	12,6	8,9	1,8	81	201,3	2,3	0,75	1,35	0,95	1,28	6,6	2,6
13	16,2	12,7	9,1	3,2	86	57,9	0,7	0,85	2,72	0,95	2,58	0,4	0,2
14	19,9	12,9	5,9	5,1	70	259,2	3,0	0,7	3,57	0,95	3,39	0,0	0,5
15	19,7	13,1	6,5	3,3	72	144,3	1,7	0,85	2,81	0,95	2,66	7,3	6,9
16	18,0	13,8	9,5	3,3	71	144,3	1,7	0,85	2,81	0,95	2,66	8,2	5,0
17	16,1	13,0	9,9	2,7	85	259,2	3,0	0,75	2,03	0,95	1,92	0,7	3,8
18	16,1	11,9	7,7	3,0	79	374,1	4,3	0,75	2,25	0,95	2,14	12,1	5,7
19	13,1	11,2	9,3	1,3	82	86,4	1,0	0,85	1,11	0,95	1,05	4,8	0,0
20	15,6	11,9	8,1	1,1	87	230,7	2,7	0,75	0,83	0,95	0,78	3,1	1,3
21	16,4	12,3	8,2	2,5	83	144,3	1,7	0,85	2,13	0,95	2,02	0,4	1,6
22	16,9	12,4	7,9	3,2	74	86,4	1,0	0,85	2,72	0,95	2,58	0,7	5,2

23	14,5	11,4	8,3	1,7	81	144,3	1,7	0,85	1,45	0,95	1,37	1,5	0,4
24	13,9	11,0	8,1	0,6	83	403,5	4,7	0,75	0,45	0,95	0,43	7,1	0,2
25	14,1	11,7	9,3	0,9	90	114,9	1,3	0,85	0,77	0,95	0,73	8,4	0,3

Dónde:

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

TABLA 16. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA DE DESARROLLO (SEGUNDO CORTE)

Mes	Fecha	T°	T°	T°	Ev(A) (mm/día)	HR%	VV (Km/día)	VV (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc	Precipitación	Heliofanía
		Max.	Media	Mínima								(mm/día)		
Junio	26	12,5	10,4	8,2	1,3	84	259,2	3,0	0,75	0,98	0,4096491	0,40	4,8	0,0
	27	14,4	11,5	8,5	1,1	78	144,3	1,7	0,85	0,94	0,4192982	0,39	4,1	3,7
	28	15,1	11,8	8,5	2,3	77	114,9	1,3	0,85	1,96	0,4289474	0,84	0,0	3,1
	29	16,5	12,3	8,1	3,1	72	259,2	3,0	0,75	2,33	0,4385965	1,02	0,0	3,0
	30	19,3	13,1	6,9	3,2	72	57,9	0,7	0,85	2,72	0,4482456	1,22	0,1	5,0
Julio	1	18,0	12,7	7,3	3,7	68	114,9	1,3	0,75	2,78	0,4578947	1,27	0,0	4,8
	2	18,3	13,3	8,2	3,3	73	28,5	0,3	0,85	2,81	0,4675439	1,31	0,0	3,6
	3	17,2	11,7	6,2	4,6	67	259,2	3,0	0,7	3,22	0,4771930	1,54	0,0	8,0
	4	16,4	13,5	10,5	2,9	76	172,8	2,0	0,75	2,18	0,4868421	1,06	1,5	1,4
	5	16,0	12,8	9,5	3,2	74	172,8	2,0	0,75	2,40	0,4964912	1,19	0,6	2,9
	6	19,9	14,9	9,8	4,2	75	114,9	1,3	0,85	3,57	0,5061404	1,81	9,2	6,3
	7	19,4	14,7	10,0	1,6	71	144,3	1,7	0,85	1,36	0,5157895	0,70	17,3	6,5
	8	18,0	14,0	9,9	3,7	76	287,7	3,3	0,75	2,78	0,5254386	1,46	0,0	2,4
	9	17,5	13,7	9,8	3,8	74	144,3	1,7	0,85	3,23	0,5350877	1,73	1,3	5,3

10	14,5	12,0	9,5	2,1	76	230,7	2,7	0,75	1,58	0,5447368	0,86	0,6	1,4
11	13,9	11,7	9,4	1,5	77	114,9	1,3	0,85	1,28	0,5543860	0,71	2,2	0,7
12	15,2	12,1	8,9	2,1	80	114,9	1,3	0,85	1,79	0,5640351	1,01	6,1	1,1
13	20,2	13,7	7,2	4,9	63	114,9	1,3	0,75	3,68	0,5736842	2,11	10,8	9,8
14	19,4	11,0	2,5	3,0	66	201,3	2,3	0,7	2,10	0,5833333	1,23	0,0	3,7
15	17,4	11,1	4,8	2,1	76	114,9	1,3	0,85	1,79	0,5929825	1,06	2,1	2,4
16	15,9	12,4	8,9	2,7	76	201,3	2,3	0,75	2,03	0,6026316	1,22	1,9	3,6
17	17,1	11,0	4,9	2,8	68	114,9	1,3	0,75	2,10	0,6122807	1,29	14,5	8,3
18	15,3	11,4	7,4	1,5	85	114,9	1,3	0,85	1,28	0,6219298	0,79	5,9	0,0
19	18,7	12,4	6,0	3,3	73	86,4	1,0	0,85	2,81	0,6315789	1,77	8,3	6,7
20	19,9	14,4	8,9	3,3	75	28,5	0,3	0,85	2,81	0,6412281	1,80	0,5	3,4
21	18,1	13,6	9,0	9,7	73	172,8	2,0	0,75	7,28	0,6508772	4,74	20,8	5,5
22	11,9	10,4	8,9	0,3	88	86,4	1,0	0,85	0,26	0,6605263	0,17	16,2	0,0
23	14,5	11,4	8,3	1,0	84	172,8	2,0	0,75	0,75	0,6701754	0,50	3,1	1,5
24	16,7	12,3	7,8	3,4	76	201,3	2,3	0,75	2,55	0,6798246	1,73	0,4	5,4
25	16,9	11,2	5,5	2,7	79	201,3	2,3	0,75	2,03	0,6894737	1,40	0,1	3,6
26	17,1	12,4	7,6	4,4	72	230,7	2,7	0,75	3,30	0,6991228	2,31	0,2	8,3
27	16,1	12,5	8,9	2,7	84	172,8	2,0	0,75	2,03	0,7087719	1,44	2,3	2,8
28	14,8	12,2	9,5	2,3	80	287,7	3,3	0,75	1,73	0,7184211	1,24	4,9	2,5

	29	16,50	12,7	8,8	1,8	77	86,4	1,0	0,85	1,53	0,7280702	1,11	3,5	3,6
	30	15,00	11,8	8,6	0,8	80	57,9	0,7	0,85	0,68	0,7377193	0,50	4,9	1,6
	31	14,20	11,3	8,4	1,3	84	114,9	1,3	0,85	1,11	0,7473684	0,83	1,0	1,5
Agosto	1	16,4	12,3	8,2	2,7	75	51,8	0,6	0,85	2,30	0,7570175	1,74	0,0	1,7
	2	16,8	13,2	9,5	2,6	76	172,8	2,0	0,75	1,95	0,7666667	1,50	0,0	2,5
	3	17,1	13,2	9,2	3,2	72	112,3	1,3	0,85	2,72	0,7763158	2,11	0,0	3,4
	4	16,5	12,2	7,8	1,9	80	112,3	1,3	0,85	1,62	0,7859649	1,27	0,5	2,2
	5	15,9	12,4	8,9	2,1	82	198,7	2,3	0,75	1,58	0,7956140	1,25	0,1	2,3
	6	18,3	12,7	7,1	2,6	72	198,7	2,3	0,75	1,95	0,8052632	1,57	0,0	5,1
	7	18,9	12,0	5	3,6	68	172,8	2,0	0,7	2,52	0,8149123	2,05	0,4	6,1
	8	18,7	13,8	8,9	2,8	73	198,7	2,3	0,75	2,10	0,8245614	1,73	0,2	4
	9	18,5	13,5	8,5	2,8	77	51,8	0,6	0,85	2,38	0,8342105	1,99	0	3,2
	10	17,6	12,5	7,3	4,0	70	138,2	1,6	0,85	3,40	0,8438596	2,87	1	6,7
	11	16,7	12,7	8,7	2,3	75	172,8	2,0	0,75	1,73	0,8535088	1,47	0	0,7
	12	16,2	12,3	8,3	3,3	77	198,7	2,3	0,75	2,48	0,8631579	2,14	0	2,8
	13	17,5	13,2	8,9	4,5	66	172,8	2,0	0,7	3,15	0,8728070	2,75	4,5	7,6
	14	15,8	12,6	9,4	2,1	89	112,3	1,3	0,85	1,79	0,8824561	1,58	0,3	2,4
	15	15,7	11,2	6,7	2,2	82	224,6	2,6	0,85	1,87	0,8921053	1,67	0,2	2,2
	16	15,6	12,7	9,7	2,4	74	172,8	2,0	0,75	1,80	0,9017544	1,62	4,7	2,8

17	17,3	12,6	7,9	5,0	75	172,8	2,0	0,75	3,75	0,9114035	3,42	0,1	7
18	23,5	14,3	5	3,5	78	224,6	2,6	0,75	2,63	0,9210526	2,42	0,2	9,5
19	15,9	12,4	8,9	2,3	77	112,3	1,3	0,85	1,96	0,9307018	1,82	2	2,6
20	17,3	13,1	8,9	4,0	79	138,2	1,6	0,85	3,40	0,9403509	3,20	0	6
21	18,2	13,8	9,4	3,0	72	198,7	2,3	0,75	2,25	0,9500000	2,14	0	1,6

Dónde:

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

TABLA 17. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LA ETAPA INTERMEDIA (SEGUNDO CORTE)

Mes	Fecha	T°	T°	T°	Ev(A) (mm/día)	HR%	VV (Km/día)	VV (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Heliofanía
		Max.	Media	Mínima										
Agosto	22	17,9	12,8	7,7	2,9	67	86,4	1	0,75	2,18	0,95	2,07	1,5	4,3
	23	16,1	12,5	8,9	1,90	79	138,2	1,6	0,85	1,62	0,95	1,53	0	1,3
	24	16,4	13,2	9,9	2,1	76	172,8	2	0,75	1,58	0,95	1,50	3,7	2,1
	25	14,7	12,1	9,4	1,9	83	112,3	1,3	0,85	1,62	0,95	1,53	0,9	2
	26	18,2	13,3	8,4	4	73	138,2	1,6	0,85	3,40	0,95	3,23	0	7,3
	27	16,4	11,6	6,7	2,3	76	25,9	0,3	0,85	1,96	0,95	1,86	7,1	5,3
	28	13,7	11,4	9,1	1,4	87	224,6	2,6	0,75	1,05	0,95	1,00	2,6	1
	29	14,1	11,5	8,9	1,4	82	198,7	2,3	0,75	1,05	0,95	1,00	1,3	1
	30	15,1	12	8,9	3	83	112,3	1,3	0,85	2,55	0,95	2,42	0	3,9
	31	14,9	11,4	7,8	2,1	85	224,6	2,6	0,75	1,58	0,95	1,50	4,1	2,1
Septiembre	1	14,9	11,8	8,7	1,5	88	397,4	4,6	0,75	1,13	0,95	1,07	5,9	1,8
	2	14,8	11,9	8,9	2,8	87	198,7	2,3	0,75	2,10	0,95	2,00	0,1	2,6
	3	16,5	11,8	7,1	3,6	75	25,9	0,3	0,85	3,06	0,95	2,91	0,8	3,9
	4	15,7	12,4	9	2,9	79	112,3	1,3	0,85	2,47	0,95	2,34	0,4	3,9

5	16,2	10,7	5,1	2,1	80	172,8	2	0,75	1,58	0,95	1,50	0,4	2
6	17,5	13,5	9,4	4,9	79	112,3	1,3	0,85	4,17	0,95	3,96	4	6,9
7	15,6	12,9	10,1	2,4	82	285,1	3,3	0,75	1,80	0,95	1,71	1,1	3,4
8	17,1	13	8,8	2,6	73	198,7	2,3	0,75	1,95	0,95	1,85	0	7,3
9	16,4	12	7,5	3,4	76	138,2	1,6	0,85	2,89	0,95	2,75	0	5,5
10	18,4	11,8	5,2	5,3	64	172,8	2	0,7	3,71	0,95	3,52	0	10
11	17,4	13	8,5	5,6	66	224,6	2,6	0,7	3,92	0,95	3,72	0	8,8
12	17,6	10,5	3,4	5,5	58	311,0	3,6	0,7	3,85	0,95	3,66	0	10,1
13	17,6	10,8	4	5,6	59	345,6	4	0,7	3,92	0,95	3,72	0	10,4
14	17,7	10,8	3,8	5,4	57	311,0	3,6	0,7	3,78	0,95	3,59	0	10,6
15	18,4	11,2	4	5,1	65	198,7	2,3	0,7	3,57	0,95	3,39	1,6	10,4
16	17,4	12,8	8,2	2,9	78	138,2	1,6	0,85	2,47	0,95	2,34	0,7	2,3
17	20,6	14,5	8,4	4,3	72	172,8	2	0,75	3,23	0,95	3,06	3	5,4
18	17,2	13,6	10	2,3	83	25,9	0,3	0,85	1,96	0,95	1,86	0	1,9
19	17,2	13,6	10	2	80	51,8	0,6	0,85	1,70	0,95	1,62	0	0,3
20	19,4	14,7	9,9	3,7	77	138,2	1,6	0,85	3,15	0,95	2,99	1,3	3,6
21	19,5	15	10,4	3,9	76	112,3	1,3	0,85	3,32	0,95	3,15	0	4,9
22	18,5	14,3	10,1	4	74	198,7	2,3	0,75	3,00	0,95	2,85	0	3,8
23	15,3	12,5	9,7	2,9	79	198,7	2,3	0,75	2,18	0,95	2,07	0	0,3

24	16,4	11,5	6,6	2,2	73	138,2	1,6	0,85	1,87	0,95	1,78	0	2,5
25	16,6	13,1	9,6	3	78	198,7	2,3	0,75	2,25	0,95	2,14	0,1	3,9
26	17,2	13,8	10,3	3,5	76	86,4	1	0,85	2,98	0,95	2,83	0	2,7

Dónde:

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

4.1.4. Profundidad radicular del cultivo de alfalfa cultivo (*Medicago sativa*) var. Morada paisana.

- Etapa inicial

El crecimiento promedio de la profundidad radicular fue de 4.9 cm (figura 6) de profundidad, esto significa que la variable de la profundidad radicular va desde el día 0 hasta los 21 días que se desarrollaron de 2 a 4 hojas verdaderas (figura 3) en el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana.

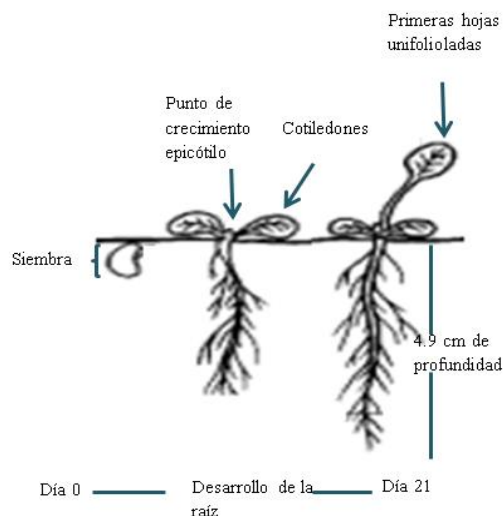


FIGURA 3. Desarrollo de la profundidad radicular de la etapa inicial.

- Etapa de desarrollo

La etapa de desarrollo, midió después que tres o más hojas trifoliadas han aparecido en el tallo principal, hasta la aparición de los primeros botones florales (figura 4). Dando como resultado una un promedio radicular de 20.1 cm. (figura 6).

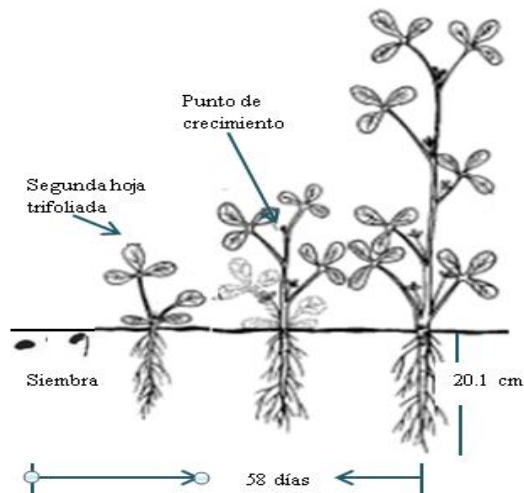


FIGURA 4. Desarrollo de la profundidad radicular de la etapa de desarrollo

- Etapa intermedia

La etapa intermedia comprende desde la aparición de las primeras flores hasta que en el cultivo haya cubierto el 50% de floración, y finaliza al comenzar la madurez del cultivo para realizar el primer corte (figura 5). Esta etapa tuvo una duración de 134 días. Dando como promedio radicular 34.20 cm. (figura 6).

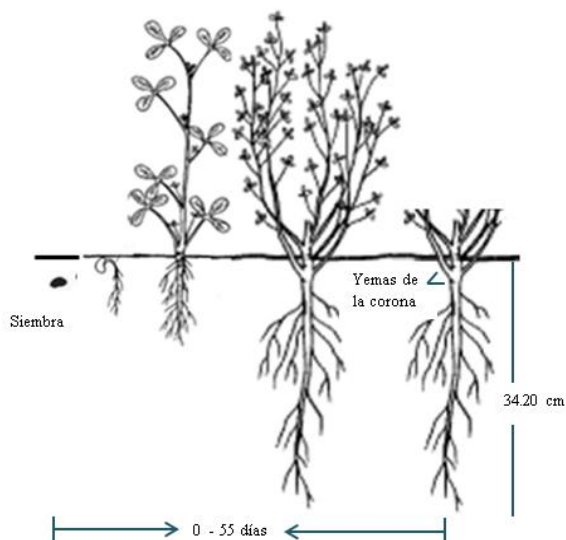


FIGURA 5. Desarrollo de la profundidad radicular de la etapa intermedia.

- Etapa de desarrollo (segundo corte)

La etapa de desarrollo tuvo un promedio radicular de 42.2 cm, Figura 6, esta etapa comenzó desde la realización del primer corte a los 134 días hasta la aparición de los primeros botones florales 191 días, la duración de esta etapa fue 57 días.

- Etapa intermedia (segundo corte)

Finalmente la etapa intermedia comenzó al producirse la cobertura máxima de la floración que ocurrió a los 191 días y finaliza con la madurez (caída de hojas, maduración de fruto) a los 227 días, determinando que la duración de esta etapa fue de 36 días. Teniendo un promedio radicular de 57.40 cm, Figura 6.

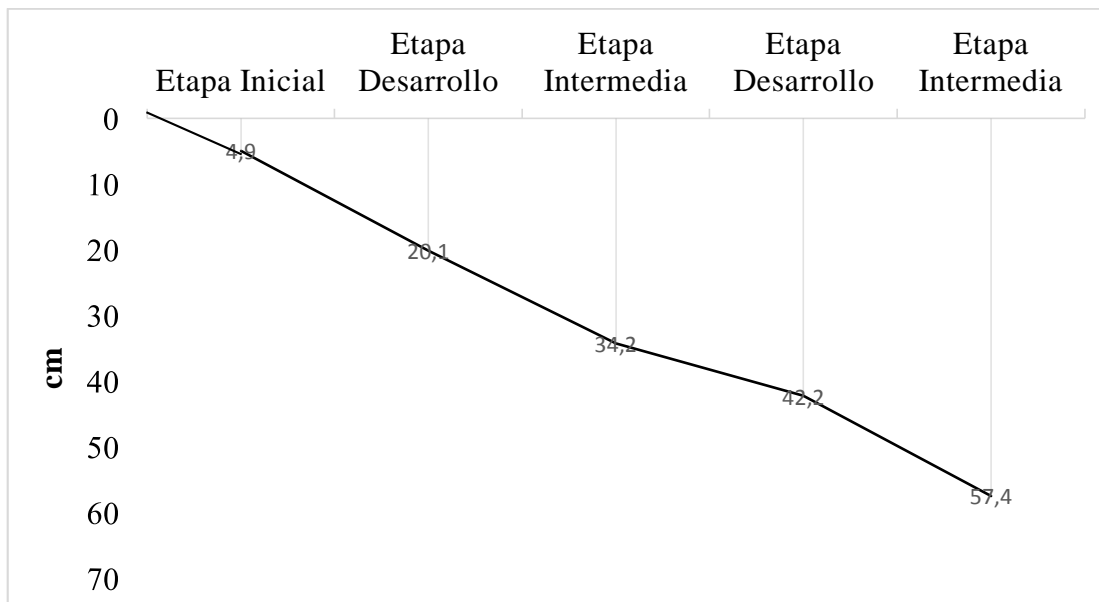


FIGURA 6: Promedio del desarrollo radicular del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana.

4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Al comparar los tiempos de duración de cada una de las etapas fenológicas no guarda relación con las registradas por la Universidad de UTAH, con seguridad debido a las condiciones climáticas sobre todo la temperatura (T°) y radiación solar en los cuales se realizó el ensayo, así como por las características genéticas de la alfalfa utilizada por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

En relación con la profundidad radical también se rechaza la hipótesis planteada por cuanto los valores registrados son diferentes a los de Adivan, debido a las características diferentes de suelo en las que se realizaron las investigaciones.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Concluido el trabajo de investigación sobre “Determinación de las Etapas Fenológicas del Cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana bajo las Condiciones Climáticas del Cantón Cevallos”, se concluye lo siguiente:

5.1. CONCLUSIONES

Los datos en relación a la duración de las etapas fenológicas que se obtuvieron del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, en la Granja Experimental Docente Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, perteneciente al Cantón Cevallos, fue de 227 días, con una duración en la Etapa Inicial de 21 días, en la etapa de desarrollo 58 días, 55 días la etapa intermedia. En el transcurso de la etapa inicial, etapa de desarrollo y etapa intermedia tuvo una duración de 134 días, en el primer corte. Para su segundo corte la duración de la etapa de desarrollo fue de 57 días y en la etapa intermedia con 36 días. Teniendo una diferencia de 1 día en la etapa de desarrollo y 19 días en la etapa intermedia. La duración de cada una de las etapas fenológicas estuvo dada bajo las siguientes condiciones climáticas: precipitación acumulada para este periodo fue de 477,5 mm, con una precipitación media diaria de 9,2 mm/día, temperatura media de 66,63 °C, humedad relativa media 375,32 %, heliofanía 820,9 horas y heliofanía media de 19,52 h/día.

Con respecto a la construcción de la Curva del Coeficiente (Kc) del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, empezó con un Kc de 0.40 valor que se mantiene durante los 35 días del transcurso de la etapa inicial. En la etapa de desarrollo el coeficiente de cultivo (Kc) registrado van desde 0.40 hasta 0.95 durante sus 58 días de duración. En la etapa intermedia el coeficiente del cultivo (Kc) permanece en 0.95 los 55 días que duró el periodo de la etapa.

En cuanto a la profundidad radicular en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, se pudo determinar que en la etapa inicial tuvo un crecimiento radicular promedio de 4.9 cm de profundidad. En la segunda etapa fenológica (etapa de desarrollo) la raíz alcanzó un crecimiento acumulado de 20,1 cm, en la etapa intermedia se presentó un promedio radicular de 34,2 cm. Para el segundo corte la etapa de desarrollo presento un promedio radicular de 42,2 cm, y finalmente la etapa intermedia presento un promedio de 57,4 cm de profundidad.

5.2. RECOMENDACIONES

Terminado el trabajo de investigación en “Determinación de las Etapas Fenológicas del Cultivo de Alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana bajo las Condiciones Climáticas del Cantón Cevallos”, se recomienda aplicar la propuesta adjunta.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. TÍTULO

Producción de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, con riego por aspersión en función de las etapas fenológicas.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

El comienzo y fin de las etapas fenológicas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas (Torres, 1995). La fenología agrícola se refiere a los fenómenos periódicos que presentan las plantas y su relación con las condiciones ambientales, tales como la temperatura, luz, humedad, etc. Una etapa fenológica está delimitada por dos fases sucesivas. Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento, de manera que las oscilaciones en los valores de este fenómeno meteorológico se reflejan en el rendimiento del cultivo.

En la fenología a medida que el cultivo se desarrolla suceden cambios fisiológicos y morfológicos de la planta. Estos procesos están determinados genéticamente y son influenciados por el ambiente.

La temperatura incide en el desarrollo de los cultivos (fenología). La descripción de estas etapas fenológicas permite correlacionarlas con el momento de ocurrencia de diversos factores ambientales y aspectos de manejo, para comprender así las respuestas del cultivo.

6.3. OBJETIVOS

Aumentar la producción del cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, mediante la aplicación del riego por aspersión en función de las etapas fenológicas.

Establecer un calendario de riego, de acuerdo a las etapas fenológicas.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La alfalfa es una planta forrajera con un gran porcentaje de proteína a la alimentación del sector agropecuario, desde una producción intensa como ganado vacuno, caballar, ovino y especies menores como cuyes y conejos, sea como forraje verde, heno y bajo forma de harina (alfarina). Es un recurso fundamental para la producción en nuestra región, se le usa sola o en mezcla con otras gramíneas y leguminosas., en la sierra es común su cultivo para expendio en verde en las ferias de pueblos y ciudades. Este alimento al ser un producto fresco posee gran cantidad de agua la misma que es aprovechada por microorganismos para proliferar en ese medio nutritivo provocando que su vida útil en el mercado sea reducida. Además que el consumo de forraje en proceso de descomposición puede enfermar al animal que la consuma derivando en algunos casos en la muerte.

En nuestro país el tema es planteado debido a que poseemos un potencial productor de alfalfa para abastecer a mercados nacionales e internacionales con un producto de alta calidad nutricional para los requerimientos del sector pecuario, además de contribuir al proceso agrícola y generando divisas para el desarrollo económico del Ecuador.

Grijalva (1995), manifiesta que el cultivo de alfalfa en el Ecuador en las explotaciones de especies medianas y pequeñas se lo viene realizando de manera relativa empírica, en donde la tecnificación del cultivo (uso de fertilizantes, variedades mejoradas, insecticidas, riegos y manejos adecuados de cortes) no son tareas cotidianas, lo que han conducido a obtener bajos rendimientos productivos. Además se estima que un cultivo de alfalfa puede ser económicamente rentable por seis o más años y en condiciones excepcionalmente favorables por treinta años. En el medio, los alfalfares de tres o cuatro años comienzan a decrecer su producción, debido fundamentalmente a la falta de nutrientes en el suelo, obligando al agricultor a realizar una nueva siembra, de esta manera se encarece los costos de producción

6.5. MANEJO TÉCNICO

6.5.1. Preparación del terreno

Para el establecimiento del cultivo de alfalfa se realizará las siguientes labores:

Identificación del terreno, realizar la remoción de las capas profundas, piedras, restos vegetales, para tractorar, esto lo haremos con el fin de obtener aireación y que la raíz se pueda desarrollar sin problemas de compactación. Posteriormente se procederá a la nivelación del terreno, con el fin de disminuir el encharcamiento debido

al riego o a intensas lluvias. Después delimitaremos las cinco parcelas con las siguientes dimensiones de 2 m de ancho por 10 m de largo.

6.5.2. Siembra y densidad de siembra

Antes de realizar la siembra de la semilla de alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, realizar un control fitosanitario en el suelo, para evitar el ataque de enfermedades a la semilla.

Se deberá trabajar con semilla de alfalfa var. Morada paisana, a una densidad de siembra de 0.40 cm x 0.30 cm y 0.5 cm de profundidad.

6.5.3. Riego

El riego se lo realizará cada 4 días con un aspersor marca: Naandanjain, modelo: 427 BAG, 427B GAG. Las características y el rendimiento de este aspersor pueden verificarse en la Tabla 9, página 40.

6.5.4. Calendario de riego, en función de las etapas fenológicas mediante riego por aspersor.

El establecimiento de un calendario de riegos consistirá en determinar las dosis de riego y los momentos adecuados de su aplicación. En la mayoría de los nuevos regadíos con sistemas presurizados (aspersión y goteo), el riego se efectúa a la demanda por lo que el regante tiene gran flexibilidad para variar dosis y frecuencia de riego.

La gran ventaja del riego por aspersión es que la cantidad de agua aplicada no depende de las características del suelo, sólo de la duración del riego. El empleo de equipos automatizados de riego por aspersión con programadores hace que la labor de programación del riego sea una tarea muy sencilla. Estas necesidades dependen fundamentalmente de la demanda evaporativa de la atmósfera (condiciones meteorológicas), del cultivo y de las características del sistema de riego. En términos generales, los calendarios de riego se pueden establecer de dos formas: a) a tiempo real cuando se dispone de datos meteorológicos diarios del año en curso; b) con datos meteorológicos del año medio para establecer una directriz general de riegos; en este caso, el regante puede aplicar los riegos de acuerdo a la directriz pero realizando correcciones según las condiciones meteorológicas del año específico.

En el lapso de los 134 días (duración de la etapas fenológicas del cultivo), se procederá a realizar 23 aplicaciones de riego, en los suelos con textura de Franco Arenoso. Con una frecuencia de aplicación de 4 días en cultivo a campo abierto.

- **Primer riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 1.72 \text{ cm}$$

$$Ln = 0.206 * 10 \text{ mm} = 2.06 * 10 \text{ m}^3 / 1 \text{ mm} = \mathbf{20.6 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{20.6 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 26.58 m^3/ha$$

- Segundo riego

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 2.70 \text{ cm}$$

$$Ln = 0.324 * 10 \text{ mm} = 3.24 * 10 m^3/1 \text{ mm} = \mathbf{32.4 m^3/ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{32.4 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = \mathbf{41.80 m^3/ha}$$

- Tercer riego

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 3.68 \text{ cm}$$

$$Ln = 0.442 * 10 \text{ mm} = 4.42 * 10 m^3/1 \text{ mm} = \mathbf{44.2 m^3/ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{44.2 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 57.03 m^3/ha$$

- Cuarto riego

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 4.66 \text{ cm}$$

$$Ln = 0.556 * 10 \text{ mm} = 4.42 * 10 m^3/1 \text{ mm} = 0.559 m^3/ha$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{0.56 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 0.72 m^3/ha$$

- Quinto riego

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} * 5.71 \text{ cm}$$

$$Ln = 0.685 * 10 \text{ mm} = 6.85 * 10 \text{ m}^3 / 1 \text{ mm} = \mathbf{68.5 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{68.5 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{0.775}$$

$$Lb = \mathbf{88.38 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

- **Sexto riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} * 6.79 \text{ cm}$$

$$Ln = 0.814 * 10 \text{ mm} = 8.14 * 10 \text{ m}^3 / 1 \text{ mm} = \mathbf{81.4 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{81.4 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{0.775}$$

$$Lb = \mathbf{105.03 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

- Séptimo riego

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 7.87 \text{ cm}$$

$$Ln = 0.94 * 10 \text{ mm} = 9.4 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = \mathbf{94 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{94 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = \mathbf{121.29 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

- Octavo riego

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 10.03 \text{ cm}$$

$$Ln = 1.2 * 10 \text{ mm} = 12 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = \mathbf{120 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{120 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 154.84 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Noveno riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} * 11.11 \text{ cm}$$

$$Ln = 1.3 * 10 \text{ mm} = 13 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = 130 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{130 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{0.775}$$

$$Lb = 167.74 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Decimo riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} * 13.27 \text{ cm}$$

$$Ln = 1.59 * 10 \text{ mm} = 15.9 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = 159 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{159 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 205.16 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Décimo primer riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 14.35 \text{ cm}$$

$$Ln = 1.7 * 10 \text{ mm} = 17 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = 170 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{170 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 219.35 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Décimo segundo riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 15.43 \text{ cm}$$

$$Ln = 1.9 * 10 \text{ mm} = 19 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = 190 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{190 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 245.16 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Décimo tercer riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 16.51 \text{ cm}$$

$$Ln = 1.98 * 10 \text{ mm} = 19.8 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = 198 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{198 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 255.48 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Décimo cuarto riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} * 17.59 \text{ cm}$$

$$Ln = 2.11 * 10 \text{ mm} = 21.1 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = \mathbf{211 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{211 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{0.775}$$

$$Lb = \mathbf{272.25 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

- **Décimo quinto riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} * 18.67 \text{ cm}$$

$$Ln = 2.24 * 10 \text{ mm} = 22.4 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = \mathbf{224 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{224 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{0.775}$$

$$Lb = \mathbf{289.03 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

- **Décimo sexto riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 20.36 \text{ cm}$$

$$Ln = 2.4 * 10 \text{ mm} = 24 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = \mathbf{240 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{240 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = \mathbf{309.67 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

- **Décimo séptimo riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 22.44 \text{ cm}$$

$$Ln = 2.67 * 10 \text{ mm} = 26.7 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = \mathbf{267 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{267 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 344.51 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Décimo octavo riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} * 23.48 \text{ cm}$$

$$Ln = 2.8 * 10 \text{ mm} = 28 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = 280 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{280 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{0.775}$$

$$Lb = 361.29 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Décimo noveno riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} * 24.52 \text{ cm}$$

$$Ln = 2.9 * 10 \text{ mm} = 29 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = 290 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{290 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 374.19 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Vigésimo riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 25.56 \text{ cm}$$

$$Ln = 3.1 * 10 \text{ mm} = 31 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = 310 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{310 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 400 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- **Vigésimo primer riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 26.6 \text{ cm}$$

$$Ln = 3.2 * 10 \text{ mm} = 32 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = 320 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{320 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 412.90 m^3/ha$$

- **Vigésimo segundo riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cm^3}}{1 \frac{g}{cm^3}} * 31.8 \text{ cm}$$

$$Ln = 3.82 * 10 \text{ mm} = 38.2 * 10 m^3/1 \text{ mm} = 382 m^3/ha$$

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{382 \frac{m^3}{ha}}{0.775}$$

$$Lb = 492.90 m^3/ha$$

- **Vigésimo tercero riego**

$$Ln = \frac{(Cc - Pmp)}{100} * \frac{Pea}{Pew} * Hz$$

$$Ln = \frac{(14-6)}{100} * \frac{1.50 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}{1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}} * 33.88 \text{ cm}$$

$$Ln = 4.07 * 10 \text{ mm} = 40.7 * 10 \text{ m}^3/1 \text{ mm} = \mathbf{407 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

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

$$Lb = \frac{407 \frac{\text{m}^3}{\text{ha}}}{0.775}$$

$$Lb = \mathbf{525.16 \text{ m}^3/\text{ha}}$$

TABLA 18. FRECUENCIA DE RIEGO.

Nº de riego	Frecuencia de riego (días)	Volumen (m³/Ha)
1	4	26,58
2	8	41,8
3	12	57,03
4	16	0,72
5	20	88,38
6	24	105,03
7	28	121,29
8	32	154,84
9	36	167,74
10	40	205,16
11	44	219,35
12	48	245,16
13	52	255,48
14	56	272,25
15	60	289,03
16	64	309,67
17	68	344,51
18	72	361,29
19	76	374,19
20	80	400
21	84	412,9
22	88	492,9
23	92	525,16

6.5.4. Fertilización

Basándose en los resultados obtenidos en el ensayo de campo, la dosis recomendada de fertilización edáfica se realizará a los 45 días después de la siembra, para un área de 10000 m², es la siguiente (Tabla 19):

TABLA 19. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES (KG/HA) PARA EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa*).

NUTRIENTE	REQUERIMIENTO (Kg/ ha)
N	215
P ₂ O ₅	60
K ₂ O	130
MgO	164
CaO	19
S	19

Con las siguientes fuentes de fertilizantes: Potrerros Max, Tigsamag, Nitrato de calcio, Muriato de potasio, Azufre 80wp, Urea

6.5.6. Control de malezas

Esta labor cultural se la efectuará generalmente de forma manual con la ayuda de un rastrillo eliminando toda maleza, presente en el cultivo.

6.5.7. Control fitosanitario

Se realizarán aplicaciones preventivas, utilizando fungicidas e insecticidas para la prevención de enfermedades y plagas.

6.5.7. Corte

El corte se deberá realizara al culminar la etapa fenológica Intermedia, puesta esta es la que señala el momento de la siega del cultivo.

Se recomienda a los agricultores que el corte de la alfalfa (*Medicago sativa*) var. Morada paisana, no se debe realizar alto ya que esto deja en la planta tallos ramificados y yemas que permiten el rebrote continuado.

Los cortes frecuentes implican un agotamiento de la alfalfa y como consecuencia produce una reducción en su rendimiento y densidad.

6.6. IMPLEMENTACIÓN Y PLAN DE ACCIÓN

El presente se dará a conocer a los agricultores mediante charlas técnicas con esto se buscara dar a conocer una nueva opción de producción del cultivo de ALFALFA (*Medicago sativa*) var. Morada paisana. Además se dará un apoyo técnico con la guía que se obtuvo mediante esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agrolab, 2005. Fertilización Análisis Técnicos, S.A. de C.V. Laboratorio Acreditado ISO 17025.
2. Alarcón y Cervantes. (2012). Manual para la Producción de Semilla de Alfalfa en El Valle del Mezquital, Hidalgo. Chapingo - México. Printed in México. 77 p.
3. Allen R, Pereira L, Raes D y Smith M. (2006). Evapotranspiración del cultivo. Traducido por Trezza R. y Andino J. (En línea). Publicación de la serie de riego y drenaje de la FAO # 56 (en español), Roma, Italia. 301 p.
4. Avidan, A. 2002. Determinación del régimen de riego de los cultivos “Cálculo de las necesidades de riego”. CIDNACO. Ministerio de Agricultura del Estado de Israel. Fascículo № 3. Israel.
5. Benítez, A. 1980. Pastos y Forrajes. Universidad Central del Ecuador. Universitaria. Quito – Ecuador. pp.173 - 210.
6. Clavijo y Cadena. 2011. Producción y calidad nutricional de la alfalfa (*Medicago sativa*) sembrada en dos ambientes diferentes y cosechada en distintos estadios fenológicos. Universidad de la Salle Facultad de Ciencias Agropecuarias. Bogotá D.C. 35 p.
7. D’attellis R. 2005. Alfalfa (*Medicago sativa*) producción de semilla. Gobierno de la provincia de Catamarca. Ministerio de producción y desarrollo. Catamarca-Argentina. 47 p.
8. Domínguez, V. 1993. Fertirrigación. Madrid. Mundi-Prensa editorial. 217 p.

9. FAO - 56 (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Evapotranspiración del cultivo. Roma. 298 p.
10. Fuentes, J. 2003. Técnicas de Riego. Madrid – España. Mundi- Prensa editorial. 483 p.
11. Gajon, C. 1950. Cultivo de Alfalfa. México D.F. Bartolometrucco editorial. 287 p.
12. Grijalva, J. 1995. Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador. Quito, Ecuador. 540 p.
13. Gurovich, L. (1999). Riego Superficial Tecnificado. México D.F. Alfaomega editorial. 610 p.
14. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2014. Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cevallos - Ecuador-. 2 p.
15. León, E. 2003. Pastos y Forrajes, Producción y Manejo. (Folleto pastos y forrajes). Universidad Central. 251 p.
16. López, A. 1975. Guía para la asistencia técnica agrícola. México D.F. Profr editorial. 79 p.
17. Padilla W. 1979. “Guía de Recomendaciones de Fertilización para los Principales Cultivos del Ecuador”. INIAP (Est. Experimental “Santa Catalina” .Quito. Boletín técnico N° 32. 34 p.
18. Pico, M. 1997. Diseño del sistema de riegos e implementación del huerto de manzano, en la Granja Experimental Docente Querochaca. Tesis. Ing. Agr.

Ambato-Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. 150 p.

19. Pozo, M. 1983. La Alfalfa su cultivo y aprovechamiento. Madrid – España. Mundi-Prensa editorial. 380 pág.
20. Romero, Comeron, y Ustarroz, 1995. Crecimiento y utilización de la alfalfa. Editorial Hijano y Navarro. La alfalfa en la Argentina, Subprograma Alfalfa-INTA, Agro Cuyo, manuales. 156 p.
21. Trezza R. y Andino J. 2002. Determinación de la Evapotranspiración de los cultivos. (Folleto riegos). Utah State University. 31 p.
22. Yzarra y López. 2012. Manual de Observaciones Fenológicas. S/editorial. 98 p.

BIBLIOGRAFÍA EN LÍNEA

1. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1990. Evapotranspiración del cultivo en condiciones no estándar (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. (En línea). Disponible en:
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/x0490s/x0490s03.pdf>
2. Mundo-pecuario, 2015. Plagas y enfermedades. Ecuador. (En línea). Disponible en: <http://mundo-pecuario.com/tema195/enfermedades/peca-1097.html>
3. Pérez, J. 2013. EVAPORACIÓN Y USO CONSUNTIVO. Facultad de Ingeniería Civil Hidrología Superficial. Instituto Tecnológico de Chetumal, México. (En línea). Disponible en:

<https://es.scribd.com/doc/140064288/Unidad-4-Hidrologia-Part-2>

4. Ruiz, C. 2003. “PROYECTO DE PELLETIZACION DE ALFALFA (Medicago sativa)”. Tesis en Ingeniería en Industrialización de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito. (En línea). Disponible en:

<http://myslide.es/documents/226171.html>

5. Santos, L. 2010. El riego y sus tecnologías. Albacete – España. 296 pág. (En línea). Consultado el 13 de enero del 2014. Disponible en:

http://www.fagro.edu.uy/~hidrologia/riego/El_Riego_y_sus_Tecnologias.pdf

6. Suttie, M. 2003. Cultivos para heno-Leguminosas forrajeras y legumbres. Capítulo VI. 215 pág. (En línea). Consultado el 10 de Octubre del 2015. Disponible en :

<http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s0a.htm#bm10>.

ANEXOS

ANEXO 1. Fotografías de la etapa inicial.



Comienza la aparición del primer par de hojas verdaderas, a los después de la siembra.



Realización de la toma de la primera etapa fenológica, en la fotografía se puede observar las 4 hojas verdaderas.

ANEXO 2. Fotografías etapa de desarrollo.



Proceso de la etapa de desarrollo, a los 21 días después de haber realizado la toma de datos de la etapa inicial.



Fotografía tomada a los 75 días



En esta fotografía se puede apreciar la aparición del botón floral, el cual nos ha indicado la culminación de la etapa de desarrollo.

ANEXOS 3. Fotografías etapa intermedia



Comienza el desarrollo del botón floral.



Se puede observar el desarrollo floral en su totalidad



La flor muestra una madures alta, lo cual ha indicado la finalización de la etapa intermedia.



Procedimiento a la toma de datos de la profundidad radicular del cultivo.

ANEXO 4. Actividades culturales



Realización de la deshierba.



Fotografía después de haber realizado la fertilización adecuada.



Preparación para realizar la fumigación.

ANEXO 5. El coeficiente K_{Tan}

(A) Tanque evaporímetro colocado en una superficie verde de poca altura.

Distancia a barlovento a la cual cambia la cobertura	Velocidad de viento		Humedad relativa media		
	D (m)	(Km/día)	(m/s)	< 40	40 - 70
				K_{Tan}	
0 a 9	< 175	< 2	0,55	0,65	0,75
	175 - 425	2 - 5	0,50	0,60	0,65
	425 - 700	5 - 8	0,45	0,50	0,60
	> 700	> 8	0,40	0,45	0,50
10 a 99	< 175	< 2	0,65	0,75	0,85
	175 - 425	2 - 5	0,60	0,70	0,75
	425 - 700	5 - 8	0,55	0,60	0,65
	> 700	> 8	0,45	0,55	0,60
100 a 999	< 175	< 2	0,70	0,80	0,85
	175 - 425	2 - 5	0,65	0,75	0,80
	425 - 700	5 - 8	0,60	0,65	0,70
	> 700	> 8	0,50	0,60	0,65
Más de 1000	< 175	< 2	0,75	0,85	0,85
	175 - 425	2 - 5	0,70	0,80	0,80
	425 - 700	5 - 8	0,65	0,70	0,75
	> 700	> 8	0,55	0,60	0,65

Fuente: Avidan, 2002.

(B) Tanque evaporímetro colocado en una superficie de barbecho seco.

Distancia a barlovento a la cual cambia la cobertura	Velocidad de viento		Humedad relativa media		
	D (m)	(Km/día)	(m/s)	< 40	40 - 70
0 a 9	< 175	< 2	0,70	0,80	0,85
	175 - 425	2 - 5	0,65	0,75	0,80
	425 - 700	5 - 8	0,60	0,65	0,70
	> 700	> 8	0,50	0,60	0,65
10 a 99	< 175	< 2	0,60	0,70	0,80
	175 - 425	2 - 5	0,55	0,65	0,70
	425 - 700	5 - 8	0,50	0,55	0,65
	> 700	> 8	0,45	0,50	0,55
100 a 999	< 175	< 2	0,55	0,65	0,75
	175 - 425	2 - 5	0,50	0,60	0,65
	425 - 700	5 - 8	0,45	0,50	0,60
	> 700	> 8	0,40	0,45	0,50
Más de 1000	< 175	< 2	0,50	0,60	0,70
	175 - 425	2 - 5	0,45	0,55	0,60
	425 - 700	5 - 8	0,40	0,45	0,55
	> 700	> 8	0,35	0,40	0,45

Fuente: Avidan, 2002.

ANEXO 6. Balance hídrico y tiempo de riego de la etapa inicial

Mes	Fecha	T° Max.	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR%	VV (Km/día)	VV (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Heliofanía	Balance hídrico	Suma de Bh	Volumen de aporte (LT)	Tiempo de riego (seg)
Febrero	12	19,1	14,3	9,4	3,1	78	86,4	1,0	0,85	2,64	0,4	1,1	0,0	2,3	1,054			
	13	19,1	15,0	10,8	3,4	79	230,7	2,7	0,75	2,55	0,4	1,0	0,0	3,4	1,02			
	14	21,5	16,1	10,7	3,7	73	172,8	2,0	0,75	2,78	0,4	1,1	5,1	4,2	-3,99			
	15	17,6	13,6	9,5	2,1	80	114,9	1,3	0,85	1,79	0,4	0,7	0,0	2,0	0,714	-1,202		
	16	20,2	14,1	7,9	4,2	70	172,8	2,0	0,7	2,94	0,4	1,2	0,0	6,6	1,176			
	17	20,5	14,3	8,1	5,4	59	317,1	3,7	0,7	3,78	0,4	1,5	0,0	8,6	1,512			
	18	24,4	14,9	5,4	5,7	61	172,8	2,0	0,7	3,99	0,4	1,6	0,0	10,4	1,596			
	19	21,3	15,5	9,6	4,5	71	201,3	2,3	0,75	3,38	0,4	1,4	0,0	5,0	1,35	5,634	4,10	25,6
	20	23,5	16,3	9,0	5,8	48	172,8	2,0	0,7	4,06	0,4	1,6	0,0	7,4	1,624			
	21	23,3	14,4	5,5	5,8	62	86,4	1,0	0,75	4,35	0,4	1,7	2,0	8,8	-0,26			
	22	21,7	15,4	9,1	5,6	68	114,9	1,3	0,75	4,20	0,4	1,7	0,0	7,8	1,68			
	23	22,7	15,8	8,8	4,4	65	114,9	1,3	0,75	3,30	0,4	1,3	0,0	6,2	1,32	4,364	3,18	19,8
	24	22,5	15,3	8,1	4,3	63	144,3	1,7	0,75	3,23	0,4	1,3	1,9	6,4	-0,61			
	25	20,8	14,4	7,9	3,2	70	172,8	2,0	0,7	2,24	0,4	0,9	0,0	3,5	0,896			
	26	21,9	15,1	8,2	5,0	67	144,3	1,7	0,75	3,75	0,4	1,5	0,0	4,9	1,5			
	27	21,2	15,2	9,2	5,6	66	144,3	1,7	0,75	4,20	0,4	1,7	0,0	5,4	1,68	3,466	2,52	15,8
	28	19,1	14,5	9,8	3,0	77	114,9	1,3	0,85	2,55	0,4	1,0	0,0	2,2	1,02			
Marzo	1	20,9	15,5	10,0	5,6	69	114,9	1,3	0,75	4,20	0,4	1,7	0,0	5,9	1,68			
	2	23,2	14,8	6,4	4,6	64	172,8	2,0	0,7	3,22	0,4	1,3	0,7	5,8	0,588			

3	22,5	15,4	8,3	3,4	68	144,3	1,7	0,75	2,55	0,4	1,0	0,8	5,2	0,22	3,508	2,55	16,0
4	21,0	14,7	8,4	4,0	74	86,4	1,0	0,85	3,40	0,4	1,4	0,5	4,5	0,86			

Dónde:

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

Kc: Coeficiente del cultivo

Etc: Evapotranspiración del cultivo

- : No se efectúa riego

+ : Se efectúa el riego

ANEXO 7. Balance hídrico y tiempo de riego de la etapa de desarrollo

Mes	Fecha	T° Max.	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR%	VV (Km/día)	VV (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Heliofanía	Balance hídrico	Suma de Bh	Volumen de aporte (LT)	Tiempo de riego (seg)	
Marzo	5	20,1	15,0	9,8	3,2	69	57,9	0,7	0,75	2,40	0,40948	0,98	0,0	2,7	1,0				
	6	15,9	12,0	8,0	1,2	78	86,4	1,0	0,85	1,02	0,4189655	0,43	0,0	0,0	0,4				
	7	18,7	14,7	10,6	2,2	81	230,7	2,7	0,75	1,65	0,4284483	0,71	0,0	1,5	0,7	3,0	2,17	13,5	
	8	17,3	13,8	10,3	3,0	78	114,9	1,3	0,85	2,55	0,4379310	1,12	0,5	3,9	0,6				
	9	17,6	14,0	10,4	3,4	76	259,2	3,0	0,75	2,55	0,4474138	1,14	0,7	2,6	0,4				
	10	18,7	14,8	10,9	2,8	79	287,7	3,3	0,75	2,10	0,4568966	0,96	0,6	2,8	0,4				
	11	17,6	14,1	10,5	2,9	75	317,1	3,7	0,75	2,18	0,4663793	1,01	0,1	1,0	0,9	2,3	1,70	10,6	
	12	20,4	14,6	8,7	2,6	72	201,3	2,3	0,75	1,95	0,4758621	0,93	0,5	1,1	0,4				
	13	19,9	15,2	10,5	2,8	77	86,4	1,0	0,85	2,38	0,4853448	1,16	0,4	3,1	0,8				
	14	21,3	15,6	9,9	2,1	75	201,3	2,3	0,75	1,58	0,4948276	0,78	1,8	4,3	-1,0				
	15	17,3	14,3	11,3	2,7	79	114,9	1,3	0,85	2,30	0,5043103	1,16	0,6	1,1	0,6	0,6	0,41	2,5	
	16	22,1	16,5	10,8	2,8	72	114,9	1,3	0,85	2,38	0,5137931	1,22	0,0	2,8	1,2				
	17	21,2	15,5	9,8	2,1	79	86,4	1,0	0,85	1,79	0,5232759	0,93	14,8	1,4	-13,9				
	18	13,5	11,3	9,0	2,0	92	28,5	0,3	0,85	1,70	0,5327586	0,91	4,9	0,0	-4,0				
	19	19,1	14,6	10,0	1,1	85	57,9	0,7	0,85	0,94	0,5422414	0,51	14,5	0,9	-14,0	-30,6			
	20	14,6	11,9	9,2	1,8	90	0,0	0,0	0,85	1,53	0,5517241	0,84	1,8	0,0	-1,0				
	21	18,6	13,2	7,8	2,8	72	114,9	1,3	0,85	2,38	0,5612069	1,34	0,0	4,5	1,3				
	22	16,1	12,6	9,1	1,5	81	57,9	0,7	0,85	1,28	0,5706897	0,73	2,7	0,1	-2,0				
	23	19,9	13,2	6,5	3,2	72	114,9	1,3	0,85	2,72	0,5801724	1,58	1,2	6,3	0,4	0,4	0,28	1,7	
	24	20,8	14,7	8,5	5,4	71	114,9	1,3	0,85	4,59	0,5896552	2,71	0,0	7,3	2,7				
	25	21,6	15,8	9,9	4,1	79	114,9	1,3	0,85	3,49	0,5991379	2,09	2,0	4,5	0,1				

	26	20,7	15,0	9,3	3,8	71	144,3	1,7	0,85	3,23	0,6086207	1,97	0,0	4,3	2,0			
	27	19,6	14,3	8,9	3,2	76	201,3	2,3	0,75	2,40	0,6181034	1,48	0,0	2,8	1,5	6,2	4,54	28,4
	28	19,9	14,2	8,4	2,8	73	28,5	0,3	0,85	2,38	0,6275862	1,49	5,2	2,4	-3,7			
	29	17,0	13,4	9,8	2,2	86	86,4	1,0	0,85	1,87	0,6370690	1,19	9,6	1,7	-8,4			
	30	20,3	14,2	8,0	4,8	75	57,9	0,7	0,85	4,08	0,6465517	2,64	4,8	6,4	-2,2			
	31	19,4	15,2	10,9	4,3	75	144,3	1,7	0,85	3,66	0,6560345	2,40	4,6	7,1	-2,2	-2,2		
Abril	1	18,8	13,7	8,6	1,8	77	57,9	0,7	0,85	1,53	0,6655172	1,02	2,2	3,3	-1,2			
	2	16,5	13,2	9,9	3,2	81	28,5	0,3	0,85	2,72	0,6750000	1,84	0,8	0,9	1,0			
	3	18,1	13,5	8,9	2,7	78	144,3	1,7	0,85	2,30	0,6844828	1,57	0,0	3,6	1,6			
	4	19,1	13,0	6,9	2,7	75	28,5	0,3	0,85	2,30	0,6939655	1,59	0,0	2,7	1,6	3,0	2,20	13,7
	5	20,5	14,0	7,5	3,8	75	28,5	0,3	0,85	3,23	0,7034483	2,27	1,8	4,4	0,5			
	6	16,7	13,1	9,5	3,1	77	114,9	1,3	0,85	2,64	0,7129310	1,88	2,2	1,1	-0,3			
	7	14,7	12,1	9,5	1,5	82	144,3	1,7	0,85	1,28	0,7224138	0,92	0,2	0,3	0,7			
	8	19,7	14,5	9,3	3,1	76	86,4	1,0	0,85	2,64	0,7318966	1,93	1,8	3,5	0,1	0,1	0,09	0,6
	9	19,6	14,7	9,7	3,3	78	114,9	1,3	0,85	2,81	0,7413793	2,08	0,2	4,0	1,9			
	10	19,5	13,3	7,1	4,4	75	201,3	2,3	0,75	3,30	0,7508621	2,48	0,0	6,1	2,5			
	11	17,0	13,5	9,9	2,6	74	144,3	1,7	0,85	2,21	0,7603448	1,68	0,0	0,6	1,7			
	12	17,8	14,2	10,5	2,9	71	259,2	3,0	0,75	2,18	0,7698276	1,67	0,8	3,4	0,9	6,9	5,03	31,4
	13	19,5	14,3	9,1	3,7	72	144,3	1,7	0,85	3,15	0,7793103	2,45	0,2	4,5	2,3			
	14	16,3	12,5	8,6	1,1	79	28,5	0,3	0,85	0,94	0,7887931	0,74	1,2	0,0	-0,5			
	15	20,4	13,6	6,7	3,2	67	86,4	1,0	0,75	2,40	0,7982759	1,92	0,0	5,3	1,9			
	16	20,5	14,3	8,1	2,3	82	86,4	1,0	0,85	1,96	0,8077586	1,58	1,0	3,1	0,6	0,6	0,42	2,6
	17	22,1	15,8	9,5	3,6	72	114,9	1,3	0,85	3,06	0,8172414	2,50	0,0	4,0	2,5			
	18	21,9	14,2	6,5	2,7	75	86,4	1,0	0,85	2,30	0,8267241	1,90	1,4	3,0	0,5			
	19	21,7	15,5	9,3	4,3	71	114,9	1,3	0,85	3,66	0,8362069	3,06	0,0	6,8	3,1			
	20	21,3	14,2	7,1	4,4	67	57,9	0,7	0,75	3,30	0,8456897	2,79	3,3	5,4	-0,5	5,5	4,04	25,2
	21	16,4	12,8	9,1	1,2	85	86,4	1,0	0,85	1,02	0,8551724	0,87	4,4	1,4	-3,5			
	22	17,9	13,4	8,9	3,7	74	172,8	2,0	0,75	2,78	0,8646552	2,40	2,4	5,7	0,0			
	23	17,5	13,7	9,8	2,2	84	114,9	1,3	0,85	1,87	0,8741379	1,63	1,1	3,0	0,5			
	24	16,3	12,4	8,5	1,7	85	144,3	1,7	0,85	1,45	0,8836207	1,28	0,5	1,2	0,8	0,8	0,57	3,5

Mayo	25	17,4	13,7	9,9	2,5	81	144,3	1,7	0,85	2,13	0,8931034	1,90	10,7	3,5	-8,8	
	26	16,5	12,8	9,1	1,2	85	259,2	3,0	0,75	0,90	0,9025862	0,81	0,6	3,2	0,2	
	27	17,5	13,7	9,9	4,1	80	172,8	2,0	0,75	3,08	0,9120690	2,80	0,2	3,8	2,6	
	28	14,5	12,2	9,8	1,4	80	114,9	1,3	0,85	1,19	0,9215517	1,10	1,1	0,1	0,0	-6,0
	29	16,5	12,7	8,9	2,7	78	201,3	2,3	0,75	2,03	0,9310345	1,89	0,0	2,9	1,9	
	30	16,1	12,3	8,4	2,2	81	86,4	1,0	0,85	1,87	0,9405172	1,76	0,0	0,8	1,8	
	1	18,3	12,7	7,1	2,3	75	86,4	1,0	0,85	1,96	0,9500000	1,86	0,0	0,9	1,9	

Dónde:

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

Kc: Coeficiente del cultivo

Etc: Evapotranspiración del cultivo

- : No se efectúa riego

+ : Se efectúa el riego

ANEXO 8. Balance hídrico y tiempo de riego de la etapa intermedia.

Mes	Fecha	T° Max.	T° Media	T° Mínima	Ev(A) (mm/día)	HR%	VV (Km/día)	VV (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Heliofanía	Balance hídrico	Suma de Bh	Volumen de aporte (LT)	Tiempo de riego (seg)
Mayo	2	20,3	12,0	3,7	3,7	69	172,8	2,0	0,7	2,59	0,95	2,46	1,8	8,5	0,7	6,2	4,48	28,0
	3	21,7	15,3	8,9	5,3	76	57,9	0,7	0,85	4,51	0,95	4,28	17,8	7,4	-13,5			
	4	19,3	14,0	8,7	3,5	76	57,9	0,7	0,85	2,98	0,95	2,83	3,0	3,4	-0,2			
	5	17,6	13,8	9,9	1,8	82	57,9	0,7	0,85	1,53	0,95	1,45	0,0	0,5	1,5			
	6	13,9	10,2	6,4	1,8	80	287,7	3,3	0,75	1,35	0,95	1,28	0,0	0,0	1,3	-11,0		
	7	19,4	13,2	7,0	2,7	75	114,9	1,3	0,85	2,30	0,95	2,18	0,0	4,4	2,2			
	8	16,9	12,9	8,8	3,3	78	144,3	1,7	0,85	2,81	0,95	2,66	0,0	3,0	2,7			
	9	19,2	12,9	6,5	4,2	72	172,8	2,0	0,75	3,15	0,95	2,99	0,0	5,6	3,0			
	10	17,3	14,0	10,7	3,7	76	230,7	2,7	0,75	2,78	0,95	2,64	1,0	6,4	1,6	9,5	6,89	43,1
	11	13,4	11,6	9,8	1,2	86	201,3	2,3	0,75	0,90	0,95	0,86	1,2	0,9	-0,3			
	12	14,8	12,2	9,6	2,0	81	114,9	1,3	0,85	1,70	0,95	1,62	3,6	1,2	-2,0			
	13	15,3	12,6	9,9	2,1	84	201,3	2,3	0,75	1,58	0,95	1,50	0,4	0,4	1,1			
	14	15,1	12,1	9,1	2,0	81	259,2	3,0	0,75	1,50	0,95	1,43	0,0	0,4	1,4	0,2	0,14	0,9
	15	18,7	14,0	9,2	1,5	74	86,4	1,0	0,85	1,28	0,95	1,21	0,0	1,5	1,2			
	16	18,9	13,3	7,7	2,7	77	114,9	1,3	0,85	2,30	0,95	2,18	2,9	3,1	-0,7			
	17	16,7	12,8	8,9	1,7	83	86,4	1,0	0,85	1,45	0,95	1,37	1,3	0,1	0,1			
	18	15,9	13,1	10,3	2,0	81	144,3	1,7	0,85	1,70	0,95	1,62	0,0	0,5	1,6	2,2	1,59	9,9
	19	19,4	14,1	8,7	3,4	73	114,9	1,3	0,85	2,89	0,95	2,75	0,0	5,1	2,7			

	20	19,8	14,7	9,6	3,6	81	114,9	1,3	0,85	3,06	0,95	2,91	0,5	2,6	2,4				
	21	17,2	13,5	9,8	2,0	76	57,9	0,7	0,85	1,70	0,95	1,62	0,0	2,0	1,6				
	22	20,3	13,0	5,7	3,7	70	144,3	1,7	0,75	2,78	0,95	2,64	0,0	7,1	2,6	9,4	6,84	42,8	
	23	17,6	13,2	8,8	2,0	83	201,3	2,3	0,75	1,50	0,95	1,43	2,1	1,0	-0,7				
	24	19,7	12,5	5,2	3,5	69	144,3	1,7	0,75	2,63	0,95	2,49	0,1	7,1	2,4				
	25	19,1	13,5	7,9	2,1	78	114,9	1,3	0,85	1,79	0,95	1,70	0,0	1,6	1,7				
	26	18,9	13,8	8,6	3,7	74	86,4	1,0	0,85	3,15	0,95	2,99	0,1	5,2	2,9	6,3	4,59	28,7	
	27	19,3	14,4	9,4	4,2	74	114,9	1,3	0,85	3,57	0,95	3,39	2,7	6,0	0,7				
	28	14,3	11,2	8	1,2	88	28,5	0,3	0,85	1,02	0,95	0,97	6,5	0,1	-5,5				
	29	20,5	14,6	8,7	2,0	76	86,4	1,0	0,85	1,70	0,95	1,62	1,5	3,2	0,1				
	30	19,7	12,5	5,3	3,0	73	114,9	1,3	0,85	2,55	0,95	2,42	0,0	6,3	2,4	-2,3			
	31	17,2	13,2	9,1	3,4	76	172,8	2,0	0,75	2,55	0,95	2,42	0,3	4,4	2,1				
Junio	1	15,9	12,3	8,7	2,2	76	201,3	2,3	0,75	1,65	0,95	1,57	3,1	3,2	-1,5				
	2	17,2	12,5	7,7	1,4	72	86,4	1,0	0,85	1,19	0,95	1,13	10,4	2,6	-9,3				
	3	15,0	11,6	8,2	1,4	83	114,9	1,3	0,85	1,19	0,95	1,13	2,5	0,9	-1,4	-10,0			
	4	15,3	12,3	9,3	0,4	87	144,3	1,7	0,85	0,34	0,95	0,32	7,6	2,3	-7,3				
	5	14,5	11,5	8,4	1,0	84	86,4	1,0	0,85	0,85	0,95	0,81	6,9	0,2	-6,1				
	6	16,5	13,1	9,7	1,5	84	144,3	1,7	0,85	1,28	0,95	1,21	2,0	4,4	-0,8				
	7	16,8	12,9	9,0	4,0	76	144,3	1,7	0,85	3,40	0,95	3,23	2,4	5,0	0,8	-13,3			
	8	13,0	10,7	8,3	1,1	86	172,8	2,0	0,75	0,83	0,95	0,78	6,1	0,0	-5,3				
	9	19,1	13,5	7,8	1,6	72	86,4	1,0	0,85	1,36	0,95	1,29	3,0	3,1	-1,7				
	10	17,4	13,8	10,1	2,9	75	114,9	1,3	0,85	2,47	0,95	2,34	0,4	2,6	1,9				
	11	17,5	13,0	8,4	3,4	74	144,3	1,7	0,85	2,89	0,95	2,75	0,6	3,0	2,1	-2,9			
	12	16,3	12,6	8,9	1,8	81	201,3	2,3	0,75	1,35	0,95	1,28	6,6	2,6	-5,3				
	13	16,2	12,7	9,1	3,2	86	57,9	0,7	0,85	2,72	0,95	2,58	0,4	0,2	2,2				
	14	19,9	12,9	5,9	5,1	70	259,2	3,0	0,7	3,57	0,95	3,39	0,0	0,5	3,4				

15	19,7	13,1	6,5	3,3	72	144,3	1,7	0,85	2,81	0,95	2,66	7,3	6,9	-4,6	-4,4			
16	18,0	13,8	9,5	3,3	71	144,3	1,7	0,85	2,81	0,95	2,66	8,2	5,0	-5,5				
17	16,1	13,0	9,9	2,7	85	259,2	3,0	0,75	2,03	0,95	1,92	0,7	3,8	1,2				
18	16,1	11,9	7,7	3,0	79	374,1	4,3	0,75	2,25	0,95	2,14	12,1	5,7	-10,0				
19	13,1	11,2	9,3	1,3	82	86,4	1,0	0,85	1,11	0,95	1,05	4,8	0,0	-3,8	-18,0			
20	15,6	11,9	8,1	1,1	87	230,7	2,7	0,75	0,83	0,95	0,78	3,1	1,3	-2,3				
21	16,4	12,3	8,2	2,5	83	144,3	1,7	0,85	2,13	0,95	2,02	0,4	1,6	1,6				
22	16,9	12,4	7,9	3,2	74	86,4	1,0	0,85	2,72	0,95	2,58	0,7	5,2	1,9				
23	14,5	11,4	8,3	1,7	81	144,3	1,7	0,85	1,45	0,95	1,37	1,5	0,4	-0,1	1,1	0,77	4,8	
24	13,9	11,0	8,1	0,6	83	403,5	4,7	0,75	0,45	0,95	0,43	7,1	0,2	-6,7				
25	14,1	11,7	9,3	0,9	90	114,9	1,3	0,85	0,77			8,4	0,3					

Dónde:

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

Kc: Coeficiente del cultivo

Etc: Evapotranspiración del cultivo

- : No se efectúa riego

+ : Se efectúa el riego

ANEXO 9. Balance hídrico de la etapa desarrollo (segundo corte).

Mes	Fecha	T° Max.	T° Media	T° Mínima	Ev(A) (mm/día)	HR%	VV (Km/día)	VV (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Heliofanía	Balance hídrico	Suma de Bh	Volumen de aporte (LT)	Tiempo de riego (seg)
Junio	26	12,5	10,4	8,2	1,3	84	259,2	3,0	0,75	0,98	0,4096491	0,40	4,8	0,0	-4,40			
	27	14,4	11,5	8,5	1,1	78	144,3	1,7	0,85	0,94	0,4192982	0,39	4,1	3,7	-3,71	-22,45		
	28	15,1	11,8	8,5	2,3	77	114,9	1,3	0,85	1,96	0,4289474	0,84	0,0	3,1	0,84			
	29	16,5	12,3	8,1	3,1	72	259,2	3,0	0,75	2,33	0,4385965	1,02	0,0	3,0	1,02			
	30	19,3	13,1	6,9	3,2	72	57,9	0,7	0,85	2,72	0,4482456	1,22	0,1	5,0	1,12			
Julio	1	18,0	12,7	7,3	3,7	68	114,9	1,3	0,75	2,78	0,4578947	1,27	0,0	4,8	1,27	4,25	3,09	19,3
	2	18,3	13,3	8,2	3,3	73	28,5	0,3	0,85	2,81	0,4675439	1,31	0,0	3,6	1,31			
	3	17,2	11,7	6,2	4,6	67	259,2	3,0	0,7	3,22	0,4771930	1,54	0,0	8,0	1,54			
	4	16,4	13,5	10,5	2,9	76	172,8	2,0	0,75	2,18	0,4868421	1,06	1,5	1,4	-0,44			
	5	16,0	12,8	9,5	3,2	74	172,8	2,0	0,75	2,40	0,4964912	1,19	0,6	2,9	0,59	3,00	2,18	13,6
	6	19,9	14,9	9,8	4,2	75	114,9	1,3	0,85	3,57	0,5061404	1,81	9,2	6,3	-7,39			
	7	19,4	14,7	10,0	1,6	71	144,3	1,7	0,85	1,36	0,5157895	0,70	17,3	6,5	-16,60			
	8	18,0	14,0	9,9	3,7	76	287,7	3,3	0,75	2,78	0,5254386	1,46	0,0	2,4	1,46			
	9	17,5	13,7	9,8	3,8	74	144,3	1,7	0,85	3,23	0,5350877	1,73	1,3	5,3	0,43	-22,11		
	10	14,5	12,0	9,5	2,1	76	230,7	2,7	0,75	1,58	0,5447368	0,86	0,6	1,4	0,26			
	11	13,9	11,7	9,4	1,5	77	114,9	1,3	0,85	1,28	0,5543860	0,71	2,2	0,7	-1,49			
	12	15,2	12,1	8,9	2,1	80	114,9	1,3	0,85	1,79	0,5640351	1,01	6,1	1,1	-5,09			
	13	20,2	13,7	7,2	4,9	63	114,9	1,3	0,75	3,68	0,5736842	2,11	10,8	9,8	-8,69	-15,02		
	14	19,4	11,0	2,5	3,0	66	201,3	2,3	0,7	2,10	0,5833333	1,23	0,0	3,7	1,23			
	15	17,4	11,1	4,8	2,1	76	114,9	1,3	0,85	1,79	0,5929825	1,06	2,1	2,4	-1,04			

	16	15,9	12,4	8,9	2,7	76	201,3	2,3	0,75	2,03	0,6026316	1,22	1,9	3,6	-0,68			
	17	17,1	11,0	4,9	2,8	68	114,9	1,3	0,75	2,10	0,6122807	1,29	14,5	8,3	-13,21	-13,71		
	18	15,3	11,4	7,4	1,5	85	114,9	1,3	0,85	1,28	0,6219298	0,79	5,9	0,0	-5,11			
	19	18,7	12,4	6,0	3,3	73	86,4	1,0	0,85	2,81	0,6315789	1,77	8,3	6,7	-6,53			
	20	19,9	14,4	8,9	3,3	75	28,5	0,3	0,85	2,81	0,6412281	1,80	0,5	3,4	1,30			
	21	18,1	13,6	9,0	9,7	73	172,8	2,0	0,75	7,28	0,6508772	4,74	20,8	5,5	-16,06	-26,40		
	22	11,9	10,4	8,9	0,3	88	86,4	1,0	0,85	0,26	0,6605263	0,17	16,2	0,0	-16,03			
	23	14,5	11,4	8,3	1,0	84	172,8	2,0	0,75	0,75	0,6701754	0,50	3,1	1,5	-2,60			
	24	16,7	12,3	7,8	3,4	76	201,3	2,3	0,75	2,55	0,6798246	1,73	0,4	5,4	1,33			
	25	16,9	11,2	5,5	2,7	79	201,3	2,3	0,75	2,03	0,6894737	1,40	0,1	3,6	1,30	-16,00		
	26	17,1	12,4	7,6	4,4	72	230,7	2,7	0,75	3,30	0,6991228	2,31	0,2	8,3	2,11			
	27	16,1	12,5	8,9	2,7	84	172,8	2,0	0,75	2,03	0,7087719	1,44	2,3	2,8	-0,86			
	28	14,8	12,2	9,5	2,3	80	287,7	3,3	0,75	1,73	0,7184211	1,24	4,9	2,5	-3,66			
	29	16,50	12,7	8,8	1,8	77	86,4	1,0	0,85	1,53	0,7280702	1,11	3,5	3,6	-2,39	-4,80		
	30	15,00	11,8	8,6	0,8	80	57,9	0,7	0,85	0,68	0,7377193	0,50	4,9	1,6	-4,40			
	31	14,20	11,3	8,4	1,3	84	114,9	1,3	0,85	1,11	0,7473684	0,83	1,0	1,5	-0,17			
Agosto	1	16,4	12,3	8,2	2,7	75	51,8	0,6	0,85	2,30	0,7570175	1,74	0,0	1,7	1,74			
	2	16,8	13,2	9,5	2,6	76	172,8	2,0	0,75	1,95	0,7666667	1,50	0,0	2,5	1,50	-1,34		
	3	17,1	13,2	9,2	3,2	72	112,3	1,3	0,85	2,72	0,7763158	2,11	0,0	3,4	2,11			
	4	16,5	12,2	7,8	1,9	80	112,3	1,3	0,85	1,62	0,7859649	1,27	0,5	2,2	0,77			
	5	15,9	12,4	8,9	2,1	82	198,7	2,3	0,75	1,58	0,7956140	1,25	0,1	2,3	1,15			
	6	18,3	12,7	7,1	2,6	72	198,7	2,3	0,75	1,95	0,8052632	1,57	0,0	5,1	1,57	5,60	4,08	25,5
	7	18,9	12,0	5	3,6	68	172,8	2,0	0,7	2,52	0,8149123	2,05	0,4	6,1	1,65			
	8	18,7	13,8	8,9	2,8	73	198,7	2,3	0,75	2,10	0,8245614	1,73	0,2	4	1,53			
	9	18,5	13,5	8,5	2,8	77	51,8	0,6	0,85	2,38	0,8342105	1,99	0	3,2	1,99			
	10	17,6	12,5	7,3	4,0	70	138,2	1,6	0,85	3,40	0,8438596	2,87	1	6,7	1,87	7,04	5,12	32,0
	11	16,7	12,7	8,7	2,3	75	172,8	2,0	0,75	1,73	0,8535088	1,47	0	0,7	1,47			
	12	16,2	12,3	8,3	3,3	77	198,7	2,3	0,75	2,48	0,8631579	2,14	0	2,8	2,14			
	13	17,5	13,2	8,9	4,5	66	172,8	2,0	0,7	3,15	0,8728070	2,75	4,5	7,6	-1,75			
	14	15,8	12,6	9,4	2,1	89	112,3	1,3	0,85	1,79	0,8824561	1,58	0,3	2,4	1,28	3,13	2,28	14,3
	15	15,7	11,2	6,7	2,2	82	224,6	2,6	0,85	1,87	0,8921053	1,67	0,2	2,2	1,47			

16	15,6	12,7	9,7	2,4	74	172,8	2,0	0,75	1,80	0,9017544	1,62	4,7	2,8	-3,08			
17	17,3	12,6	7,9	5,0	75	172,8	2,0	0,75	3,75	0,9114035	3,42	0,1	7	3,32			
18	23,5	14,3	5	3,5	78	224,6	2,6	0,75	2,63	0,9210526	2,42	0,2	9,5	2,22	3,93	2,86	17,9
19	15,9	12,4	8,9	2,3	77	112,3	1,3	0,85	1,96	0,9307018	1,82	2	2,6	-0,18			
20	17,3	13,1	8,9	4,0	79	138,2	1,6	0,85	3,40	0,9403509	3,20	0	6	3,20			
21	18,2	13,8	9,4	3,0	72	198,7	2,3	0,75	2,25	0,9500000	2,14	0	1,6	2,14			

Dónde:

T°: Temperatura

- : No se efectúa riego

Ev(A): Evaporación del tanque evaporímetro clase A

+ : Se efectúa el riego

HR %: Humedad relativa en porcentaje

V.V: Velocidad de viento

Kp: Coeficiente de instalación del tanque evaporímetro

Etp: Evapotranspiración potencial

Kc: Coeficiente del cultivo

Etc: Evapotranspiración del cultivo

ANEXO 10. Balance hídrico y tiempo de riego de la etapa intermedia (segundo corte).

Mes	Fecha	T° Max.	T° Media	T° Mínima	Ev (A) (mm/día)	HR%	VV (Km/día)	VV (m/s)	Kp	Etp (mm/día)	Kc	Etc (mm/día)	Precipitación	Heliofanía	Balance hídrico	Suma de Bh	Volumen de aporte (LT)	Tiempo de riego (seg)	
Agosto	22	17,9	12,8	7,7	2,9	67	86,4	1	0,75	2,18	0,95	2,07	1,5	4,3	0,57	5,72	4,16	26,0189	
	23	16,1	12,5	8,9	1,90	79	138,2	1,6	0,85	1,62	0,95	1,53	0	1,3	1,53				
	24	16,4	13,2	9,9	2,1	76	172,8	2	0,75	1,58	0,95	1,50	3,7	2,1	-2,20				
	25	14,7	12,1	9,4	1,9	83	112,3	1,3	0,85	1,62	0,95	1,53	0,9	2	0,63				
	26	18,2	13,3	8,4	4	73	138,2	1,6	0,85	3,40	0,95	3,23	0	7,3	3,23	3,19	2,32	14,5310	
	27	16,4	11,6	6,7	2,3	76	25,9	0,3	0,85	1,96	0,95	1,86	7,1	5,3	-5,24				
	28	13,7	11,4	9,1	1,4	87	224,6	2,6	0,75	1,05	0,95	1,00	2,6	1	-1,60				
	29	14,1	11,5	8,9	1,4	82	198,7	2,3	0,75	1,05	0,95	1,00	1,3	1	-0,30				
	30	15,1	12	8,9	3	83	112,3	1,3	0,85	2,55	0,95	2,42	0	3,9	2,42	-4,73			
	31	14,9	11,4	7,8	2,1	85	224,6	2,6	0,75	1,58	0,95	1,50	4,1	2,1	-2,60				
	Septiembre	1	14,9	11,8	8,7	1,5	88	397,4	4,6	0,75	1,13	0,95	1,07	5,9	1,8	-4,83			
2		14,8	11,9	8,9	2,8	87	198,7	2,3	0,75	2,10	0,95	2,00	0,1	2,6	1,90				
3		16,5	11,8	7,1	3,6	75	25,9	0,3	0,85	3,06	0,95	2,91	0,8	3,9	2,11	-3,43			
4		15,7	12,4	9	2,9	79	112,3	1,3	0,85	2,47	0,95	2,34	0,4	3,9	1,94				
5		16,2	10,7	5,1	2,1	80	172,8	2	0,75	1,58	0,95	1,50	0,4	2	1,10				
6		17,5	13,5	9,4	4,9	79	112,3	1,3	0,85	4,17	0,95	3,96	4	6,9	-0,04				
7		15,6	12,9	10,1	2,4	82	285,1	3,3	0,75	1,80	0,95	1,71	1,1	3,4	0,61	3,60	2,62	16,3958	
8		17,1	13	8,8	2,6	73	198,7	2,3	0,75	1,95	0,95	1,85	0	7,3	1,85				
9		16,4	12	7,5	3,4	76	138,2	1,6	0,85	2,89	0,95	2,75	0	5,5	2,75				
10		18,4	11,8	5,2	5,3	64	172,8	2	0,7	3,71	0,95	3,52	0	10	3,52				

11	17,4	13	8,5	5,6	66	224,6	2,6	0,7	3,92	0,95	3,72	0	8,8	3,72	11,85	8,62	53,8825
12	17,6	10,5	3,4	5,5	58	311,0	3,6	0,7	3,85	0,95	3,66	0	10,1	3,66			
13	17,6	10,8	4	5,6	59	345,6	4	0,7	3,92	0,95	3,72	0	10,4	3,72			
14	17,7	10,8	3,8	5,4	57	311,0	3,6	0,7	3,78	0,95	3,59	0	10,6	3,59			
15	18,4	11,2	4	5,1	65	198,7	2,3	0,7	3,57	0,95	3,39	1,6	10,4	1,79	12,76	9,29	58,0556
16	17,4	12,8	8,2	2,9	78	138,2	1,6	0,85	2,47	0,95	2,34	0,7	2,3	1,64			
17	20,6	14,5	8,4	4,3	72	172,8	2	0,75	3,23	0,95	3,06	3	5,4	0,06			
18	17,2	13,6	10	2,3	83	25,9	0,3	0,85	1,96	0,95	1,86	0	1,9	1,86			
19	17,2	13,6	10	2	80	51,8	0,6	0,85	1,70	0,95	1,62	0	0,3	1,62	5,18	3,77	23,5504
20	19,4	14,7	9,9	3,7	77	138,2	1,6	0,85	3,15	0,95	2,99	1,3	3,6	1,69			
21	19,5	15	10,4	3,9	76	112,3	1,3	0,85	3,32	0,95	3,15	0	4,9	3,15			
22	18,5	14,3	10,1	4	74	198,7	2,3	0,75	3,00	0,95	2,85	0	3,8	2,85			
23	15,3	12,5	9,7	2,9	79	198,7	2,3	0,75	2,18	0,95	2,07	0	0,3	2,07	9,75	7,10	44,3616
24	16,4	11,5	6,6	2,2	73	138,2	1,6	0,85	1,87	0,95	1,78	0	2,5	1,78			
25	16,6	13,1	9,6	3	78	198,7	2,3	0,75	2,25	0,95	2,14	0,1	3,9	2,04			
26	17,2	13,8	10,3	3,5	76	86,4	1	0,85	2,98	0,95	2,83	0	2,7	2,83			

Dónde:

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

Kc: Coeficiente del cultivo

Etc: Evapotranspiración del cultivo

- : No se efectúa riego

+ : Se efectúa el riego