



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA: INGENIERIA AGRONÓMICA



**“DETERMINACIÓN DEL K_c Y E_{tp} EN LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DE
(*Allium cepa L*) VARIEDAD BURGUESA, BAJO LAS CONDICIONES
CLIMÁTICAS DE QUEROCHACA”**

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMOREQUISITO
PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

AUTOR:

RICARDO MARCELO SALAZAR ALTAMIRANO

TUTOR:

ING. Mg. ALBERTO CRISTÓBAL. GUTIERREZ ALBÁN

CEVALLOS

2023

“DETERMINACIÓN DEL Kc Y Etp EN LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DE (*Allium cepa L*) VARIEDAD BURGUESA, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE QUEROCHACA”

REVISADO POR:

ING. AGR. ALBERTO CRISTÓBAL GUTIERREZ ALBÁN
TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha:

:
16/03/2023

Dr. Patricio Núñez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Mg. Giovanni Velastegui
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

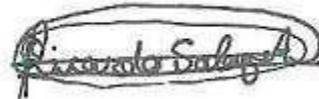
16/03/2023

Ing. Mg. Luciano Valle
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

16/03/2023

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Ricardo Marcelo Salazar Altamirano, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval border. The signature is written in a cursive style and appears to read "Ricardo Salazar".

.....
Ricardo Marcelo Salazar Altamirano

DERECHO DEL AUTOR

Al presentar el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “DETERMINACIÓN DEL Kc Y Etp EN LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DE (*Allium cepa L*) VARIEDAD BURGUESA, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DE QUEROCHACA” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad. Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial. Sin perjuicio de ejercer su derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final o parte de él.



.....
Ricardo Marcelo Salazar Altamirano

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme vivir e impulsarme a ser un buen ser humano cada día, construir cada uno de mis sueños y objetivos con Él para que sea lo mejor para mi vida y darme fuerza de voluntad para lograr a obtener mi profesión de la cual me siento lleno de orgullo y satisfacción.

A mi abuelito, SANTOS ALTAMIRANO LOPEZ de quien me siento orgulloso por ser un ser humano muy importante en la elección de mi profesión y guiar mis pasos hasta llegar a la meta.

A mi abuelita, MARIA NELLY YOLANDA MAYORGA MARTINEZ por brindarme todo su amor, cariño y comprensión, apoyarme incondicionalmente en mis estudios por lo que estoy muy agradecido.

A mi mamá IRMA CECILIA ALTAMIRANO MAYORGA por darme la vida, guiarme en mis estudios a través de sus sabios consejos, enseñarme a cumplir mis sueños y no darme por vencido a pesar de las dificultades que tenga que atravesar ser positivo y conseguir el éxito en mis estudios y en todo lo demás que me proponga.

A mi papá JAIRO EDISON SALAZAR PEREZ por darme la vida, brindarme su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida, enseñarme a ser una mejor persona cada día.

A mis abuelitos WILFRIDO SALAZAR y ENMA PEREZ por acompañarme en un momento muy difícil de mi vida porque me abrieron la puerta de su casa sin nada a cambio y sin pensarlo una y otra vez a pesar que tienen que soportar mi genio me quieren y se preocupan mucho por mí por eso tengo que terminar mis estudios y brindarles una gran alegría.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a Mamita María por su intersección para lograr culminar mis estudios universitarios y llegar a ser un profesional exitoso ya que al poder estar en la presencia del Señor y la Virgencita todas las cosas son más fáciles de lograr conseguir, y a parte son una bendición.

A la familia de mi papá y de mi mamá en especial a mi tía Bertha Altamirano por sus sabios consejos a parte de preocuparse y apoyarme en todo momento especialmente en mis estudios para poder ser una persona de bien y contribuir en la sociedad a través de mi esfuerzo para no depender de nadie y aportar en mi familia y hogar.

A la Universidad Técnica de Ambato por abrirme sus puertas para poder estudiar y obtener un título profesional el cual resulta muy importante y útil en mi vida porque con el ejerceré mi profesión y ayudare a muchos agricultores a tener una mejor calidad de vida.

Al ingeniero Alberto Gutiérrez por ser mi tutor y enseñarme como desarrollar mi trabajo de titulación de acuerdo al tema propuesto, sus conocimientos son muy valiosos y proporcionan una información muy acertada para poder llevar a término la tesis y poder culminar mis estudios universitarios. Durante la carrera fue un excelente maestro por todo su conocimiento y experiencia que tiene.

Al ingeniero Giovanni Velástegui por aportarme sus valiosos conocimientos sobre algunas asignaturas de la carrera.

Al ingeniero Olguer León por aportarme sus valiosos conocimientos para poder llevar a cabo mi trabajo de titulación, de igual manera por ser mi profesor durante algunos semestres de mi carrera y brindarme todo su conocimiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Fundamentos Teóricos	3
1.2.1. La Cebolla	3
1.2.2. Etapas Fenológicas	4
1.2.3. Partes de la planta	5
1.2.4. Condiciones Climáticas	5
1.2.5. La Evapotranspiración	6
1.2.6. La Estación Meteorológica	11
1.2.7. Labores culturales	12
1.2.7.1. Preparación del Suelo	12
1.2.7.2. Siembra	13
1.2.7.3. Fertilización	13
1.2.7.4. Riego	14
1.2.7.5. Control de malezas	15
1.2.7.6. Cosecha	16
1.2.7.6.1. Curado de Cebolla	18
1.2.7.6.2. Almacenamiento del cultivo de cebolla	18
1.2.7.7. Plagas	19
1.2.7.8. Enfermedades	20
OBJETIVOS	24
Objetivo general	24
Objetivos específicos	24
CAPITULO II	25
METODOLOGIA	25
2.1. Fase de campo	25
2.1.1. Equipos y Materiales	25
2.1.2. Ubicación del Experimento	25
2.1.3. Características edafoclimáticas del lugar	25
2.1.4. Características de la unidad experimental	26
2.1.5. Factores en Estudio	26
2.1.6. Interpretación de resultados	26

2.1.7.	Variables Respuesta.....	26
2.1.7.1.	Número de días a la etapa inicial.....	26
2.1.7.2.	Número de días a la etapa de desarrollo y madurez comercial	26
2.2	Metodología	27
2.2.1.	Manejo del cultivo.....	27
2.2.1.1.	Semillero	27
2.2.1.2.	Cultivo en campo:	27
2.3.	Fase de Cálculo de la Evapotranspiración	27
2.3.1.	Trazado de la Curva de Coeficiente de Cultivo (Kc).....	27
2.3.2.	Procesamiento de la Información	28
2.3.3.	Método utilizado.....	28
2.3.4.	Determinación de los Coeficientes diarios del Cultivo	28
2.3.4.1.	Número de días a la etapa de desarrollo y madurez comercial	29
2.4.	Ejercicio Desarrollado	29
	CAPITULO III	31
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1.	Etapas Fenológicas	31
3.2.	Coeficiente de Cultivo (Kc)	39
3.3	Cosecha	39
	CAPITULO IV.....	40
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
4.1	Conclusiones.....	40
4.2.	Recomendaciones.....	41
	C. MATERIALES DE REFERENCIA	42
	Anexos	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Cálculo de la evapotranspiración del cultivo de cebolla de bulbo (<i>Allum cepa</i> , L), por el método del Tanque Clase A modificado por la FAO	29
Tabla 2.	Datos meteorológicos promedio años 2015 - 2019	31
Tabla 3.	Datos meteorológicos promedio años 2015 - 2019	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curva del Coeficiente de Cultivo (Kc).....	39
Figura 2. Abonar el suelo	
Figura 3. Primer riego	48
Figura 4. Siembra	
Figura 5. Aporque	48
Figura 6. Fertilización	
Figura 7. Riego	48
Figura 8. Fumigación	
Figura 9. Cosecha	49
Figura 10. Etapa Inicial (0-15 días)	
Figura 11. Etapa Inicial (15- 30 días)	49
Figura 12. Etapa de Desarrollo (30-55 días)	
Figura 13. Etapa de Desarrollo (55-80 días)	49
Figura 14. Etapa de Desarrollo (80 – 105 días)	
Figura 15. Etapa de Desarrollo (105-130 días)	50
Figura 16. Etapa de Desarrollo (130 – 155 días)	
Figura 17. Cosecha (155 – 180 días)	50

RESUMEN

El proyecto de investigación con el tema: “Determinación del Kc Y Etp en las Etapas Fenológicas de (*Allium Cepa L*) variedad Burguesa bajo las condiciones climáticas de Querochaca” se realizó en la provincia de Tungurahua cantón Cevallos en los predios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato a una altitud de 2865 msnm, sus coordenadas geográficas son 01°22’02” de latitud Sur y 78°36’20” de longitud Oeste.

El principal fundamento del proyecto de investigación es establecer el tiempo que dura cada etapa fenológica del cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) var. Burguesa desde la siembra hasta la cosecha, calcular el coeficiente del cultivo (Kc) y la evapotranspiración del cultivo para eso es importante conocer la incidencia del clima durante el desarrollo del cultivo.

Para obtener el coeficiente de instalación Kc del cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) var. Burguesa se necesita conocer el valor de la etapa inicial y de desarrollo del cultivo. El valor del coeficiente de instalación (KTan) se obtiene con la multiplicación de los datos de la velocidad del viento y de la humedad relativa. El valor de la evapotranspiración del cultivo (Etc) se obtiene mediante la multiplicación de la evapotranspiración potencial (Etp) con el coeficiente del cultivo (Kc).

El cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) en la etapa inicial tuvo un periodo de 28 días desde la siembra que fue el 23 de Mayo hasta el 20 de Junio que fue trasplantada. La etapa de desarrollo tuvo una duración de 6 meses desde el trasplante que fue el 21 de Junio hasta la cosecha que fue el 20 de Diciembre. El valor del coeficiente de cultivo Kc en la etapa inicial fue 0,7 y culminó en el valor de 1,04 en la cosecha. En la etapa inicial el valor promedio de la Evapotranspiración potencial (Etp) fue de 1,7, el valor de la Evapotranspiración del cultivo (Etc) fue de 1,24. En la etapa de desarrollo el valor promedio de la Evapotranspiración potencial (Etp) fue de 2,49, el valor de la Evapotranspiración del cultivo (ETc) fue de 2,17

Palabras Clave: cebolla, etapas fenológicas, coeficiente de cultivo, balance hídrico.

SUMMARY

The research project with the theme: "Determination of Kc and Etp in the Phenological Stages of (*Allium cepa L*) Bourgeois Variety under the climatic conditions of Querochaca" was conducted in the province of Tungurahua, canton Cevallos on the grounds of the Faculty of Agricultural Sciences of Universidad Técnica de Ambato, at an altitude of 2865 masl, its geographical coordinates are 01°22'02" South latitude and 78°36'20" West longitude.

The main basis of this research project is to establish the time that each phenological stage of the onion (*Allium cepa L*) Bourgeois Variety crop lasts, from sowing to harvest, to calculate the crop coefficient (Kc) and the crop evapotranspiration. For this purpose, it is important to know the incidence of climate during crop development.

To obtain the installation coefficient Kc of the onion crop (*Allium cepa L*) Bourgeois Variety, it is necessary to know the value of the initial stage and development stage of the crop. The value of the installation coefficient (KTan) is obtained by multiplying the data of wind speed and relative humidity. The value of potential evapotranspiration (Etp) is obtained by multiplying the evaporation with the installation coefficient (KTan). The crop evapotranspiration value (ETc) is obtained by multiplying the potential evapotranspiration (Etp) with the crop coefficient (Kc). The value of the water balance is obtained by subtracting crop evapotranspiration (ETc) with precipitation.

The onion (*Allium cepa L*) crop in the initial stage had a period of 28 days from sowing, which was on May 23th until June 20th, when it was transplanted. The development stage lasted 6 months from transplanting on June 21st to harvesting on December 20th. The value of the crop coefficient Kc at the initial stage was 0.7 and ended at a value of 1.04 at the harvest stage. In the initial stage the average value of the potential Evapotranspiration (Etp) was 1.7, the value of the crop evapotranspiration (ETc) was 1.24. In the development stage, the average value of potential Evapotranspiration (Etp) was 2.49, the value of crop Evapotranspiration (ETc) was 2.17.

Key words: onion, phenological stages, crop coefficient, water balance.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos-

Entre los antecedentes, se destaca la investigación realizada por Cuji (2017) quien desarrolló un trabajo denominado Determinación de los requerimientos hídricos para el cultivo de la cebolla colorada (*Allium cepa L.*) var. Burguesa en base al contenido de agua en el suelo, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo cuyo objetivo fue determinar los recursos hídricos para el cultivo de la cebolla colorada (*Allium Cepa L.*) var. Burguesa en base al contenido de agua en el suelo. Esta investigación estuvo centrada en buscar mejores soluciones y estrategias de riego para comprobar si se influyen en el rendimiento del crecimiento de los bulbos de la cebolla (Cuji, 2017).

Este trabajo se lo realizó mediante la ejecución y aplicación de varios lisímetros que miden la cantidad de agua consumida a través del drenaje, dicho experimento se lo hizo dentro de un diseño de varios bloques completos al azar (DBCA), al igual que la inclusión de varios tratamientos y repeticiones de riego, conforme a las condiciones y el abatimiento que presentaba la humedad del suelo. Por otro lado, en relación con los resultados, se observó que las distintas láminas que fueron establecidas para el riego si tuvieron un impacto significativo en el rendimiento del *Allium cepa L.* es decir, con la aplicación de las etapas y el debido procedimiento como el preanálisis de las variables, las cuales fueron fundamentales para el cultivo, los estudios fenológicos y los ajustes del kc para cada etapa fenológica (Cuji, 2017).

Con relación a las conclusiones, se pudo denotar que la aplicación de los distintos tratamientos permitió saber cuál es el óptimo bajo los parámetros de estudios biométricos como la altura, número de hojas y el diámetro del pseudotallo de la cebolla colorada, además, del ajuste óptimo del kc. Los resultados del coeficiente de cultivo (kc) provenientes de las medidas lisimétricas fue: kc inicial: 0,6 para T1, T2 y T3, kc de desarrollo: 0,9 para T1, T2 y 0,8 para T3, kc medio: 1,2 para T1, T3 y 1,3 para T2 y kc final: 0,9 para T1, T2 y 0,8 para T3 respectivamente El aporte respectivo por parte de este estudio estuvo en el tratamiento T2 ya que fue el que más beneficia al desarrollo del

cultivo, también se detalla las características del *Allium cepa L.* en el tratamiento T2, referente a la reposición del agua y humedad del suelo, obteniendo como resultado final una alta rentabilidad con relación al beneficio/costo (Cuji, 2017).

De igual manera, Tipantiza (2017), en su investigación titulada Influencia de bioestimulantes naturales, en el rendimiento del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa L.*) Var Burguesa realizada en la granja experimental docente de Querochaca, ubicada en el cantón Cevallos, con el objetivo de determinar si el efecto de aplicación de los diferentes bioestimulantes naturales que resultan mejor dentro de los diferentes parámetros productivos del cultivo del (*Allium cepa L.*) Var. Burguesa, este estudio tuvo su basamento dentro de las variables independiente y dependiente para así poder correlacionar los distintos tratamientos que se pudieron aplicar con el rendimiento de los cultivos de la cebolla colorada.

El enfoque de esta investigación fue experimental y explicativo, manifestando la aplicación de diseño de bloques al azar, también se aplicaron pruebas de significación de Tukey al 5% para los distintos tratamientos a realizarse. Los diferentes resultados que se obtuvieron a lo largo del estudio estuvieron relacionados a la significación de los tratamientos a los 90 y 120 días, obteniendo diferencias estadísticas que dieron a conocer que el mejor tratamiento fue el M5B5 (maíz 5% y biol 5%). Dicho tratamiento resulto esencial e importante debido a su alto grado de impacto sobre el crecimiento y la formación de cultivo en general (Tipantiza, 2017).

Las conclusiones demarcan que, es de mucha importancia el clima, las diferentes soluciones aplicadas con medidas exactas, el tratamiento escogido, y especialmente el Biol elegido para un mejor rendimiento del cultivo. Los parámetros elegidos también son esenciales al momento de aplicar el tratamiento, en este caso, el tratamiento BM15 (biol 1% y maíz 15%) resultó mejor que los otros tratamientos ya que tuvieron una demora significativa en comparación al BM15 (Tipantiza, 2017).

Finalmente, un estudio realizado por Agüero (2022), cuyo tema fue Respuestas del cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) a tres frecuencias de riego localizado en condiciones del centro agronómico K'AYRA-San Jerónimo-Cusco, donde el objetivo fue evaluar las respuestas por parte del cultivo de la cebolla (*Allium cepa l.* var. Burguesa) a tres frecuencias de riego localizado. Las diferentes motivaciones que surgieron para realizar este estudio fueron el conocer mediante la aplicación de frecuencias de riego, si el

crecimiento y la productividad del cultivo de cebolla roja arequipeña es efectiva con lo expuesto a lo largo del estudio.

La metodología usada en esta investigación fue descriptiva y experimental, debido a que se puntualizó las distintas características de la población a estudiarse, cabe resaltar, el énfasis del estudio que se hace en determinar la demanda de agua para el cultivo de la cebolla, también existió el cálculo de la frecuencia de riego diaria, las frecuencias medidas por días, cálculo del coeficiente de uniformidad, distribución de envases y el cálculo de uniformidad de descarga para cada planta, es así que, se calculará cual es el mejor riego que da mejor rendimiento a los cultivos (Agüero, 2022).

Las conclusiones ratifican que a una mayor frecuencia de riego en los cultivos se obtiene mayor desarrollo de la planta, esto quiere decir, que a partir de las evaluaciones previas en el estudio del cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L. var. Burguesa), se pudo observar resultados favorables, así como también la inclusión de características importantes como es la demanda hídrica que juega un papel importante dentro del desarrollo de la planta, con un riego diario de 224.32 mm, también el coeficiente de uniformidad de distribución que arrojó un resultado de 92.5% de uniformidad lo que significó que 92 plantas de 100 reciben la misma cantidad de agua (Agüero, 2022).

1.2. Fundamentos Teóricos

1.2.1. La Cebolla

Su cultivo data de una especie de planta que se viene cultivando desde épocas muy remotas, Muchos de los botánicos que estudian esta planta opinan que es casi imposible encontrarla en un estado silvestre ya que necesita de un suelo húmedo y que es proveniente de las zonas del oeste de Pakistán e Irán. Por su parte Méndez (2021) menciona que los centros secundarios de desarrollo y distribución han sido el Asia Occidental y los países del Mediterráneo, desde donde fue introducida posteriormente en América a través de viajeros y emigrantes. Su cultivo en el continente americano data de 1629

La cebolla o por su nombre científico (*Allium cepa* L.) es una planta de la familia liliácea que tiene un tamaño pequeño y un bulbo muy compacto, es un producto comestible donde se aprovecha su parte verde aéreo o la parte del bulbo.

La cebolla es una planta que se produce en los diferentes climas templados no húmedos, también necesita de un terreno que sea rico en materia orgánica y al mismo tiempo que se encuentren sanos, sin tanto uso, bastante profundos y generalmente sueltos (de la A Santos, 2018). En la misma línea de pensamiento Blanco et al. (2021) explica que su cultivo se realiza normalmente en suelos de textura media (francos arenosos), con buen drenaje y ricos en materia orgánica para favorecer el desarrollo de las raíces y de los bulbos.

Según Chicaiza (2014) citado por de la A Santos (2018) nos mencionan que la cebolla se describe taxonómicamente de la siguiente forma:

- 1.1.1.1. **Reino:** Vegetal
- 1.1.1.2. **División:** Angiospermas
- 1.1.1.3. **Orden:** Liliflorae
- 1.1.1.4. **Familia:** Liliaceae
- 1.1.1.5. **Género:** Allium
- 1.1.1.6. **Especie:** Ceba
- 1.1.1.7. **Nombre científico:** *Allium cepa L.*

1.2.2. Etapas Fenológicas:

Las etapas fenológicas de la cebolla (*Allium cepa L.*) según CEPA (2016) citado por Montenegro (2020) nos explica que:

El cultivo de cebolla de bulbo roja se puede reproducir de forma asexual utilizando bulbos de cebolla, o mediante la reproducción sexual con semillas, pero la más utilizada es la reproducción con semillas. Después de la germinación se requiere que la plántula tenga una altura de 12 a 15 cm, con un grosor de 0.5 cm, y cuatro hojas como mínimo. A los 40 días aproximadamente después de la germinación están listas las plántulas para ser trasplantadas.

Entre más frío sea el clima, más demorada será la cosecha, tomando por ejemplo ciudades como Bogotá, y departamentos como Boyacá y Nariño, en donde la cosecha se presenta a los 150 días después de trasplante, mientras que en el Valle del Cauca se cosecha a los 110 días después de trasplante, y en el Sur del Atlántico, donde la temperatura es mayor, la cosecha se presenta a los 90 y 100 días después de trasplante (Montenegro, 2020).

1.2.3. Partes de la planta

Raíz. - Las raíces de la planta de cebolla son adventicias y de pequeño tamaño de color blanco.

Tallo. - Se caracteriza por presentar dos tipos de tallo, el uno se encuentra en la base y el otro constituye los escapos florales los cuales son huecos y pueden alcanzar una altura de 1.50 m.

Hojas. - Contiene vaina envolvente y lámina redonda, hueca y fistulosa cada hoja nueva nace del orificio que se abre entre el límite de la vaina y la lámina.

Bulbo. - El bulbo se forma cuando las condiciones ambientales y fisiológicas son adecuadas, se forma por medio del engrosamiento de las hojas basales donde se forman sustancias de reserva.

Flores. - Su flor es hermafrodita y actinomorfa con perigonio compuesto de tépalos connados en su base en dos series de tres y dos ciclos de tres estambres, más largos que los tépalos, el ovario es supero con un estigma trilobado (Camargo & Quiel, 2019).

1.2.4. Condiciones Climáticas

La temperatura ideal para que se desarrolle el cultivo de cebolla está entre los 10 a 18°C, y una precipitación por ciclo entre los 600 a 800 mm de agua. Los suelos deben tener un buen drenaje, así como una buena disponibilidad de agua, por otro lado, según Montenegro (2020) nos menciona que las temperaturas ideales para la producción de cebolla de bulbo oscilan entre los 12°C hasta los 28°C, pero las mejores producciones se han obtenido en temperaturas entre los 18°C y 22°C durante la fase decrecimiento del cultivo de la cebolla es importante tener una humedad en el suelo del 60% dentro de los primeros 40 centímetros de profundidad. El contenido que posee dentro de la materia orgánica debe encontrarse entre un 5% a 6% a fin de mantener la temperatura y humedad del suelo. El pH del suelo ideal para el cultivo es entre 6 a 6,5 (Barboza et al., 2006).

El objetivo general de la política climática es encontrar una combinación eficaz de soluciones de adaptación para reducir el cambio climático y sus consecuencias. Es fundamental mejorar la adaptabilidad a la variabilidad climática para avanzar en cualquier esfuerzo por promover la seguridad alimentaria, la agricultura sostenible y la conservación de los recursos naturales (Bolaños et al., 2017).

En el mismo contexto Zamora (2016) menciona que:

La cebolla requiere una variación de temperatura fresca durante la etapa de plántula y para la formación de bulbo temperaturas moderadas altas. Sus plantas forman hojas y raíces en su etapa inicial, y en la etapa final se forma los bulbos. Por lo que para garantizar el desarrollo de la planta deben existir condiciones ambientales favorables antes de la formación de bulbos.

Para su germinación de semilla se requiere temperaturas de 7 a 30 °C (36 – 47 °F) con un promedio de 18 °C (42 °F). para la segunda fase como es el desarrollo y formación de bulbo requiere temperaturas entre 12 a 24 °C (39 – 45 °F). El inicio de la formación de bulbos depende de la duración del día, en tanto que el crecimiento del bulbo depende de la temperatura, a mayor temperatura mayor crecimiento, mientras que las temperaturas bajas prolongan el tiempo de desarrollo (Zamora, 2016).

La cebolla se adapta a varias temperaturas; crece bien en climas cálidos, templados y fríos entre 50 y 300 metros sobre el nivel del mar; produce mejor en altitudes superiores a los 900 metros sobre el nivel del mar, en un ambiente seco y brillante; temperatura ambiente entre 18 y 25°C. Por debajo de 18 °C, los bulbos no se desarrollan bien, dando como resultado un crecimiento alto. Es fotoperiódica, con días cortos que permiten desarrollar el bulbo con 10 a 12 horas de luz. Así también menciona que en la etapa de crecimiento soporta temperaturas bajas, mientras que para la formación de bulbo debe tener una temperatura elevada (20-25 °C) y días largos entre 12 a 16 horas de luz. Solo las horas de luz requeridas (días cortos) darán como resultado el crecimiento de las hojas (de la A Santos, 2018).

1.2.5. La Evapotranspiración

La evapotranspiración (ETc) se define en unidades de una "lámina" de la cantidad de agua expresada en mm por unidad de tiempo que puedes ser día, (mm/día). 1 mm de ETc es igual a 1 litro por cada metro cuadrado de superficie, o su equivalente a 10 metros cúbicos por cada hectárea. Sin embargo, el riego en la agricultura está jugando un papel vital en su desarrollo y sostenibilidad. En estos momentos, el 19,7% de la tierra cultivable está amenazada (Camargo & Quiel, 2019).

Los modelos de cambio climático predicen la escasez de agua, particularmente en la región mediterránea, por lo que es fundamental desarrollar herramientas avanzadas y precisas para clasificar y monitorear cultivos, estimar el área ocupada por cada cultivo y determinar los diferentes requerimientos de agua. Una de estas herramientas es la teledetección, que promueve el uso sostenible de los recursos hídricos en la agricultura. La estimación de la evapotranspiración de agua en cultivos basada en teledetección ayudará en el manejo y aprovechamiento óptimo del cultivo durante todo el ciclo del cultivo (Freire, 2019).

Uno de los componentes más significativos del ciclo del agua es la evapotranspiración, cuya proporción relativa a la precipitación determina la disponibilidad de agua. En consecuencia, juega un papel importante en el desarrollo de los cultivos ya que la combinación de ambos permite determinar las necesidades hídricas y estimar el volumen hídrico, viabilizando las decisiones sobre la gestión del agua (Freire, 2019). Conceptualmente, es la evapotranspiración real de un determinado cultivo, determinada por las condiciones reales del medio y sus características. La tasa de evaporación y transpiración de un cultivo debe estar libre de enfermedades que crecen en el campo, en suelo ideal, fertilización y suministro de agua adecuado. La evapotranspiración que se produce en una superficie cultivada se puede medir directamente mediante métodos de transferencia de masa o de balance de energía, o indirectamente mediante lisímetros (Sucojayo, 2020).

La evapotranspiración de un cultivo puede entonces estimarse utilizando datos meteorológicos y de cultivo. Los procesos de evaporación y transpiración se ven afectados por la demanda evaporativa de la atmósfera, el contenido de humedad y la naturalidad del suelo, así como las características de la cubierta vegetal. Sobre los efectos del cambio climático en la transpiración invernal. La tasa de transpiración en un invernadero aumenta linealmente con la radiación solar, el déficit de presión de vapor y la velocidad del viento; sin embargo, se demostró que la temperatura del aire y la concentración de CO₂ no tuvieron una influencia significativa (Sucojayo, 2020).

Los cultivos en cada etapa fenológica consumen diferente cantidad de agua. En la primera etapa en la que el cultivo es pequeño no consume mucha cantidad de agua a diferencia de cuando se encuentra en una etapa de maduración cuando se presenta con un mayor desarrollo de su follaje y fruto en el caso de la cebolla (*Allium cepa L*) el crecimiento del bulbo el cual es más grande, ocupa mayor espacio en el suelo y por lo tanto necesita de mayor cantidad de agua para continuar su crecimiento antes del periodo de cosecha. El cultivo para tener la capacidad de reponer el agua en el proceso de transpiración el suelo debe disponer de la humedad suficiente para que pueda ser absorbida por las raíces y de esta forma se puede satisfacer la demanda hídrica de la planta En una misma línea de pensamiento Álvarez-Hernández (2020) menciona que el término de evapotranspiración se utiliza para englobar tanto el proceso físico de pérdida de agua por evaporación como el proceso de evaporación del agua absorbida por las plantas (transpiración)

La evapotranspiración (ET) es la combinación de dos procesos separados mediante los cuales se pierde agua a través de la superficie del suelo por evaporación y por transpiración de la planta. La evaporación y la transpiración ocurren juntas, y no hay una manera fácil de distinguir entre los dos procesos. La fracción de radiación solar que alcanza la superficie de un suelo cultivado determina su evaporación. En las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero a medida que el cultivo madura y finalmente cubre toda la superficie, la transpiración se convierte en el proceso principal. Como resultado de las temperaturas más bajas durante todo el invierno, la evaporación es menor (Sucojayo, 2020).

La curva característica de retención de humedad expresa la relación entre el contenido de agua (θ ; $m^3 m^{-3}$) y el potencial matricial del suelo (ψ , Pa). Esta correspondencia proporciona información sobre características importantes como la capacidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo, la capacidad de campo y el punto de marchitamiento. Tales procesos actúan de manera asimétrica por el efecto de histéresis en el estado de capilaridad del agua en el suelo, lo cual origina un comportamiento diferencial entre las fases de absorción de y de desorción producidas en los poros, y con ello distintos comportamientos de tensión y deformación dependiendo del grado de saturación en que se encuentra el suelo (Peña, 2015).

La evaporación y la transpiración son dos procesos que tienen relación con la evapotranspiración del cultivo y que se dan de manera simultánea. La evaporación ocurre principalmente cuando el cultivo se encuentra en sus primeras etapas, mientras que la transpiración ocurre cuando el cultivo cubre gran parte del suelo porque se encuentra en la etapa intermedia, en esta etapa el cultivo de cebolla (*Allium cepa*) desarrolla su bulbo y las hojas aumentan en tamaño y número. En un análisis más profundo la evaporación siempre tiene una dependencia de las diferentes condiciones climatológicas, ya que diferentes factores que ocurren como la humedad, la velocidad del viento y el calor hacen que la evaporación forme parte fundamental del proceso del crecimiento de la cebolla. Por otro lado, la transpiración igualmente forma parte de una de las etapas en el desarrollo de la planta donde esta es regulada por el tipo de cultivo en el que se trabaja (Pérez, 2018).

Los factores que afectan la evapotranspiración del cultivo son el clima, el cultivo y el sitio o lugar donde se realiza la investigación. A continuación, se detalla cada uno de ellos:

- El clima. - Las variables climáticas como son la radiación solar y la precipitación tienen importancia al momento de calcular la evapotranspiración del cultivo.
- El cultivo. - El tipo de cultivo, la variedad y la etapa fenológica en la que se encuentra son las variables que tomar en cuenta al momento de medir el valor de la evapotranspiración.
- Condiciones de Manejo y Ambientales. - Es importante conocer el tipo de suelo donde va a ser sembrado el cultivo, porque depende mucho del manejo para que el resultado de la evapotranspiración sea el correcto. También se debe tomar en cuenta la densidad de siembra, la humedad del suelo para cuantificar la tasa de la evapotranspiración (Peña, 2015).

La evapotranspiración del cultivo de referencia o ETo el cual se determina por medio de un cultivo hipotético de pasto con una altura de 12cm en crecimiento permanente que se encuentra sobre la superficie del suelo y no sufre estrés hídrico. El único método para el cálculo de la ETo es el de Penman - Monteith. Se calcula mediante los datos meteorológicos de una estación meteorológica la cual tiene instrumentos y aparatos que miden la incidencia del clima como la precipitación, la velocidad del viento y sudirección, la radiación solar, la humedad relativa del lugar donde se encuentra sembrado el cultivo. Así Duarte et al. (2012) menciona que los coeficientes de cultivo (Kc)

constituyen los principales indicadores para conocer los requerimientos hídricos de la planta. Estos se obtienen relacionado la Evapotranspiración de cultivo (Etc), con la Evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto).

Los parámetros que determinan la evapotranspiración del cultivo son la radiación solar, la temperatura del aire, la humedad del aire y la velocidad del viento.

- Radiación solar. - La evapotranspiración se determina por la cantidad de energía disponible para evaporar el agua del suelo. El sol es el mayor proveedor de radiación de forma natural y participa en el cambio de estado del agua de líquida a vapor de agua. Para determinar el valor de la radiación solar se debe considerar que no toda la energía disponible se utiliza para evaporar el agua porque parte de esta energía es utilizada para calentar la atmósfera y el suelo (Espinoza et al., 2019).
- Este factor de la radiación solar es tan importante como otros debido a que es un determinante del microclima que se genera en un área geográfica determinada, a su vez, la energía que produce condiciona siempre la temperatura que tiene el aire y el suelo, la evapotranspiración y también la fotosíntesis en tal grado que coadyuva al crecimiento y desarrollo de la planta (Cely, 2010).
- Velocidad del viento. - La demanda de evapotranspiración es alta, bajo condiciones de tiempo caliente y seco debido al aire seco y la disponibilidad de radiación solar y calor latente. La tasa de evapotranspiración es más baja cuando en la atmósfera hay mayor humedad con presencia de nubes (Espinoza et al., 2019).
- Temperatura del aire. - El calor sensible del aire circundante transfiere energía al cultivo y ejerce un control en la tasa de evapotranspiración. Esta a su vez junto a la luz forman un factor que proviene del medio ambiente el cual tiene una influencia directa sobre el porcentaje de crecimiento foliar, es decir una temperatura adecuada u óptima se encuentra relacionada con el clima del medio ambiente en donde se encuentra la planta, de manera más específica asociada con la temperatura del aire (Cely, 2010).

- Humedad del aire: En sí es una medida relativa que permite saber la humedad en la que se encuentra el aire, ya sea esta húmeda o también puede estar seco, cabe mencionar que la ET será más sencillo de manejar con datos climáticos referentes a la posición donde se encuentran los cultivos de planta de la Cebolla (*Allium Cepa L.*) (Cely, 2010).

1.2.6. La Estación Meteorológica

La meteorología es una ciencia la que se encarga de estudiar a la atmósfera y a los fenómenos que en ella ocurren. Es una de las ramas de la física sobre la que aborda al estado del tiempo, a la atmósfera y a las leyes que la representan, es importante recordar que la Tierra se divide en tres partes básicas importantes: una parte de ella es sólida llamada litósfera, otra parte es acuosa llamada hidrosfera y la tercera parte es gaseosa llamada atmósfera, estos interactúan entre ellas, provocando profundos cambios en sus características. La Geofísica es una ciencia que estudia las características, propiedades y movimientos de las tres capas fundamentales de la Tierra, en este sentido, la meteorología es la rama de la geofísica la que se ocupa de todo el estudio detallado de la capa gaseosa de la Tierra junto a sus fenómenos (Villalta & Sorto, 2013).

Una estación meteorológica es aquella colección de unidades que capturan varios cambios en el medio ambiente su propósito está destinado a calcular, registrar y exportar datos a un servidor de almacenamiento de datos de forma regular, todas las bases de datos que han sido generadas por estos equipos se utilizan especialmente para realizar estudios climáticos, así como también para realizar predicciones meteorológicas basadas en los modelos numéricos, en este caso, en base al estudio realizado la estación meteorológica es de suma importancia para la agricultura y el cultivo de la cebolla, o a su vez cualquier otro producto alimenticio, ya que esta estación nos proporciona cierta información climatológica como: precipitaciones, temperatura, etc., el cual, nos ayuda al momento de tomar decisiones y aplicar el conocimiento para saber si el lugar del cultivo es el adecuado (Villalta & Sorto, 2013).

Toda estación está proporcionada por los instrumentos de medición más importantes, los que incluyen lo siguiente:

- Anemómetro (mide la velocidad del viento)
- Veleta (indica la dirección del viento)

- Barómetro (para medir presión atmosférica)
- Hidrómetro (mide la humedad)
- Piranómetro (radiación solar).
- Pluviómetro (cantidad de agua caída por la lluvia)
- Termómetro (mide la temperatura)

Tanque evaporímetro clase “A” (en él se registra la evaporación diaria mm/día)

Los instrumentos mencionados anteriormente juegan un papel muy importante en el desarrollo de cualquier cultivo, por otro lado, los temas teóricos de la meteorología se basan, ante todo, en un conocimiento profundo de las diversas capas de la atmósfera y los efectos que los rayos solares tienen sobre ellas. Los meteorólogos, en exclusiva, establecieron el balance energético, el cual es el que compara la energía solar atraída por la tierra con la energía irradiada por ella y disipada en el espacio interestelar, cada estudio involucra una comprensión de los efectos que los movimientos de la tierra tienen sobre el tiempo, el clima y la sucesión de todas las estaciones, es así que profundos estudios teóricos han dado paso también a los dos principales parámetros relacionados con la corriente atmosférica: la presión y la temperatura, por lo que las gradientes y variaciones hay que conocer con la mayor precisión (Villalta & Sorto, 2013).

1.2.7. Labores culturales

1.2.7.1.Preparación del Suelo

Es necesario preparar el suelo antes de la siembra con la finalidad de mejorar las condiciones de su entorno físico para poder lograr una mayor calidad de circulación de aire, agua y a la vez tener mayor facilidad para el desarrollo radicular y el crecimiento de las plantas de cebolla (*Allium cepa*). Hay que tomar en cuenta que la degradación del suelo también juega un papel importante y es preferible tomar precauciones ya que externamente existen cambios que provocan inestabilidad en la preparación del suelo y esta a su vez hace que se pierda la calidad de esta (Peláez, 2021). Seguidamente, con su preparación se debe arar el suelo a una profundidad de 20 a 40 cm, pasar la rastra por lo general 2 veces, nivelar antes de hacer los surcos o camas. El cultivo de la cebolla no requiere un suelo arado tan profundo, estos suelos deben estar con un buen drenaje y bastante finos en lo que se refiere a la parte superficial, por otro lado, si el suelo es ligero conviene completarlo con un trabajo preparatorio de rulados antes de que se siembre la planta (Mora, 2021).

Para determinar la fertilidad, es preferible un análisis químico del suelo. En suelos con contenidos de fósforos superiores al 20 mg/ml, no se obtendrá respuesta al fósforo. En este caso, se recomienda aplicar 150 kg N, 20 kg P₂O₅, 60 kg K₂O y 25 kg Mg O por hectárea; en la siembra, 150 kg/ha de fertilizante 18-5-15-6-1,2 y dos aplicaciones de nitrato de amonio, treinta y treinta días después del trasplante (de la A Santos, 2018).

Siempre debe anticiparse la preparación del suelo al igual que las camas, particularmente en suelos medianos a pesados. Levantar las camas lo suficientemente temprano permitirá que el clima ejerza su influencia sobre las camas a través de la insolación, el viento, las montañas y la lluvia, lo que hará que los terrones se rompan naturalmente. De esta forma, antes de plantar, se puede pasar una rastra de dientes (o herramienta similar) para nivelar las camas. En consecuencia, se evitará el uso del roto cultivador, lo que redundará en un deterioro de las propiedades físicas del suelo (Arboleya et al., n.d.).

1.2.7.2. Siembra

La temperatura ideal para la germinación es desde los 4°C y puede alcanzar hasta los 35°C. Debe realizarse la limpieza del semillero antes de colocar la semilla y debe mantenerse libre de arvenses para que la planta pueda crecer hasta alcanzar un desarrollo óptimo para su trasplante en el terreno. Cuando hayan alcanzado su máximo desarrollo se realiza un arranque manual para ello la tierra debe encontrarse húmeda para que puedan salir las plantas con sus raíces. Un semillero bien cuidado proporciona alrededor de 500 plantas con lo que se puede estimar la cantidad de semillero que se debe hacer para una hectárea que se encuentra entre 300 a 600 m². La densidad de siembra varía de acuerdo al tamaño de los bulbos que queramos obtener en el momento de la cosecha. La densidad de siembra para que podamos obtener unos bulbos de un tamaño normal es de 0,10 m x 0,30 m y se pueden obtener 750000 bulbos por hectárea (Avilés et al., 2019).

1.2.7.3. Fertilización

El cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) requiere de una fertilización adecuada de los nutrientes, los más requeridos son el nitrógeno y el potasio. El nitrógeno es el constituyente principal de las proteínas y el potasio participa en la regulación de la apertura y cierre de las estomas debido a la relación agua, planta que ayuda a mantener la turgencia de la planta de cebolla. Principalmente, al inicio también se debe realizar un previo análisis acerca del suelo que permita poder identificar si este tiene alguna

deficiencia, ya que posteriormente dependiendo de su estado se procede a insertar el plan de fertilización que requiere el cultivo de la cebolla (Montenegro, 2020).

La cantidad de nutrientes para que el cultivo de cebolla produzca 35 Tn/ha deben encontrarse en el suelo en una proporción de 128 Kg/ha de N, 24 Kg/ha de P, 99 Kg/ha de K, 28 Kg/ha de Ca y 6,3 Kg/ha de Mg. Pero estas cantidades casi nunca se encuentran en el suelo de forma precisa por lo que es necesario realizar un análisis de suelo antes de sembrar para poder aportar con abono orgánico o químico en una proporción acorde a la cantidad que se necesita para obtener una producción rentable. Así mismo Contreras et al. (2016) menciona que los fertilizantes en el cultivo de la cebolla son insumos relevantes en los costos de producción, por lo que la decisión de qué cantidades se aplicarán debe basarse en las necesidades reales del cultivo. Para comenzar un plan nutricional es necesario tomar en cuenta una serie de factores de manejo para obtener un máximo rendimiento. Dentro de los factores más importantes a tomar en cuenta es el riego debido a que las raíces del cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) son poco profundas por lo que es necesario mantener una humedad adecuada en el suelo a capacidad de campo para favorecer la generación de una mayor cantidad de raíces las cuales puedan absorber de mejor manera los nutrientes que se encuentran en el suelo. Otro factor para considerar es la densidad de siembra, si la cantidad de plantas aumenta también aumenta el rendimiento, pero no se debe de exceder el número de que se esperasembrar en una dicha hectárea debido a que se reduce el tamaño de los bulbos (Avilés et al., 2019).

1.2.7.4. Riego

El riego es un factor importante que se debe considerar desde el momento de la siembra hasta la cosecha en el cultivo de cebolla porque es fundamental para la germinación de la semilla, su posterior crecimiento, desarrollo y maduración. Para conseguir un riego de calidad se debe tomaren cuenta ciertos factores como el clima, el suelo y el cultivo. Se debe realizar una programación del riego con la finalidad de cubrir las necesidades hídricas de la planta. Para poder aplicar el riego se debe conocer la cantidad de agua que necesita el cultivo en cada etapa fisiológica para evitar en lo posible que sufra un estrés hídrico lo que ocasiona una disminución en la producción, así también Peñaloza-Sánchez et al. (2020) explica que la huella hídrica de los cultivos de cebolla (*Allium cepa L.*) debe estimarse por cultivo y ciclo de producción para cada cuenca donde la agricultura de riego demanda cantidades importantes de agua y compite con otros usos sectoriales

Los factores que se deben considerar en el momento de aplicar el riego son:

- El clima. - Es el principal factor por la precipitación y radiación solar, En una precipitación se debe tomar en cuenta el nivel de lluvia para evitar regar y no encharcar el suelo provocando que las raíces del cultivo se asfixien por un exceso de humedad. Un alto porcentaje de los bulbos experimenta el estrés por falta de agua, la lucha contra los diferentes climas en los que se desarrolla la planta de la cebolla es preocupante ya que en este caso se necesita un clima donde la planta pueda desarrollarse con normalidad (Estrada-Prado et al., 2015).
- El suelo. - Se considera un medio trifásico y poroso en el cual el cultivo puede desarrollar sus raíces debido a los nutrientes disponibles que se encuentran en el mismo y el agua la cual cumple cuatro funciones muy importantes en la planta (González et al., 2014).
- El cultivo. - Requiere de la radiación solar, nutrientes y el agua para poder crecer y llevar a cabo sus funciones fisiológicas y bioquímicas. El cultivo desarrolla sus raíces las cuales alcanzan una mayor profundidad por lo que es necesario disponer el agua de riego acorde al tamaño de la raíz para satisfacer sus necesidades hídricas y pueda tener un mayor crecimiento la planta de acuerdo con la etapa fenológica en la que se encuentra. La evapotranspiración del cultivo se calcula mediante la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración del cultivo durante un lapso de un tiempo determinado por unidad de superficie. Se utiliza un lisímetro para realizar el cálculo de la evapotranspiración (González et al., 2014).

1.2.7.5. Control de malezas

Para obtener una buena cosecha es necesario eliminar las malas hierbas ya que proporcionan un fuerte entorno competitivo para el cultivo, sobre todo porque el sistema radicular de la cebolla es muy corto. Se harán limpiezas repetidas para despejar hierba mala y airear el suelo. Lo primero se hace después de que las plantas hayan alcanzado los 10 cm de altura, y el resto se hace según las necesidades y siempre antes de que las malas hierbas invadan el suelo. Sin embargo, es esencial mantener el suelo libre de malas hierbas, especialmente en las primeras etapas del cultivo cuando este suelo ya insalubre carece de un sistema radicular fuerte. Por todo ello, el uso de herbicidas es cada vez más habitual. El herbicida para utilizar y su dosificación están determinados por la textura del suelo cultivable, el contenido del herbicida en materia orgánica y,

lo que es más importante, las especies de plantas invasoras que deben eliminarse (Sala, 2010).

Los herbicidas se pueden utilizar antes del cultivo, es decir, después de la cosecha, pero antes del inicio de la cebolla. Existe una amplia gama de herbicidas disponibles tanto para un caso como para otro, con la excusa de que un tratamiento inadecuado o el uso de productos inadecuados puede provocar una disminución de la producción y dificultades para su conservación. Después del nacimiento de la cebolla y durante las etapas de crecimiento, se pueden aplicar tratamientos adicionales si es necesario; sin embargo, deben iniciarse cuando la planta tenga por lo menos cuatro hojas reales. También hay una amplia variedad de herbicidas como Glifosato, Atrazina, Ametrina, Clethodim, Paraquat, etc (Sala, 2010).

1.2.7.6. Cosecha

La cosecha de la cebolla se debe realizar cuando el cuello de las plantas se ablanda y las hojas comienzan a volcarse antes que se sequen completamente. El índice de cosecha se basa en el número de hojas volcadas es decir que se debe cosechar a los 20 días después de la etapa fenológica de maduración. La cosecha se realiza de manera manual en dos etapas la primera es el arrancado y la segunda es la recolección. La primera etapa se desarrolla jalando las hojas y tirando las plantas que ya se encuentran secas o utilizando maquinaria agrícola con la cual se facilita el proceso de la cosecha.

Diferentes cultivares tienen hojas protectoras (catáfilas) en colores que van del amarillo al marrones, blanco o rojo. Estas dos últimas representan alrededor del 15% del producto comercializado, a nivel mundial. Las condiciones ambientales en la postcosecha surgen el número y aspecto de estas catáfilas, al influir en la etapa de curado. También existen varios tipos de bombillas, como globosas, achatadas, cónicas, alargadas, y sus combinaciones. También varían en color de pulpa, contenido de materia seca (5 a 20%), pungencia o sabor, época de cosecha, aptitud para la conservación y respuesta a enfermedades (Vilaró et al., n.d.).

Aspectos importantes a momento de referirnos a la cosecha de la cebolla según (Coca, 2017) son:

Un aspecto muy importante en el caso de la cosecha con el desarrollo máximo es la determinación del momento en que debe hacerse. En todo caso el síntoma más empleado

ha de apreciarse en las hojas. Se puede esperar a que estén completamente acostadas, o que la planta tenga dos o tres hojas externas secas o bien que el cuello se doble. Incluso en este último caso hay quienes proceden al arranque con solo un determinado porcentaje de plantas que presenten el follaje caído (Rozo et al., 2016).

La fecha de cosecha está determinada por el tipo de cebolla y la finalidad del cultivo, en las cebollas destinadas a la producción de bulbos secos, el índice de madurez más usado es el debilitamiento y curvatura de las hojas en la zona del falso cuello, que se tornan amarillentas y se doblan a la altura del cuello, para luego secarse totalmente. Al observar entre el 50 y el 80% de las plantas están curvadas se puede cosechar. Para favorecer la maduración de los bulbos es aconsejable suspender los riegos aproximadamente 15 días antes de la fecha probable de cosecha, o en el momento que entre el 1 al 10% de las plantas estén curvadas (Rozo et al., 2016).

Dentro de la post-cosecha suelen ser enfriadas las cebollas de forma estibada en sacos dentro de algún lugar que se encuentre sombreado, la circulación de aire es muy importante como se ha venido explicando a lo largo de la investigación debido a que la falta de aire puede llevar a cabo la pudrición de la cebolla, adicionalmente un correcto procedimiento de mantener fresca y viva a la planta es mantenerla a una temperatura de 0°C. Posteriormente la planta se encuentra lista para cosechar cuando se puede visualizar que más de la mitad de sus hojas se han logrado doblar desde su base, pero es mejor esperar a que un 90% de ellas esté doblada para su respectiva cosecha (Zamora, 2016).

Deben evitarse las cosechas demasiado tempranas o a su vez tardías. Cuando los bulbos se cosechan con anticipación, tardan más en madurar, pesan menos y pueden dar como resultado una cabeza abierta, una piel arrugada y un sabor suave, lo que en última instancia afecta la salud y el rendimiento. Si los bulbos se cosechan más tarde, el peso de los bulbos es mayor, pero puede haber daño por insolación, pérdida de catafilas externas y menor capacidad de conservación por ataque de microorganismos. El tiempo transcurrido entre el trasplante y el mejor momento que pasa para la cosecha, cambia según la variedad y las condiciones climáticas que existan hasta ese momento, en particular, la temperatura, la humedad relativa y la radiación solar. El índice de cosecha hace referencia a cuando al menos el 50% de los tallos de la planta se han duplicado, lo que indica que la planta ha alcanzado su máximo desarrollo y madurez para su respectivo almacenamiento y curado (Guangasi, 2017).

1.2.7.6.1. Curado de Cebolla

El curado de la cebolla es aquel secado que se hace a las raíces y al cuello del respectivo bulbo para poder prevenir diferentes enfermedades que puedan afectar a la cebolla, añadiendo la importancia de que se lo hace a partir de los 3 y 12 días, también tiene como objetivo primordial el reducir la humedad de las catafilas que se encuentran en el exterior de las raíces y del cuello (Zamora, 2016).

Un buen curado provee:

- Una buena protección física delante a los posibles daños por la manipulación de estas.
- Protección frente a la posible pérdida de líquido en la manipulación.
- Barrera protectoras fisiológica que prevé el ataque de diferentes microorganismos.

Algunos de los niveles del curado son:

- Grado 1.- El reciente cosechado y descolado, con cuello verde y succulento
- Grado 2.- El cuello comienza a secarse
- Grado 3.- Mayoría de la planta totalmente seca
- Grado 4.- La base del cuello aún se encuentra húmeda
- Grado 5.- El curado se encuentra completo y la planta seca

Las maneras del curado son dos: el curado natural o a campo abierto y el curado que es forzado. Estos curados se diferencian porque se lo hace en la intemperie, es decir, al aire libre por casi entre 20 a 30 días y este depende de las condiciones climáticas. Por último, el curado forzado se lo realiza en climas húmedos (Peña, 2015).

1.2.7.6.2. Almacenamiento del cultivo de cebolla

El almacenamiento de la cebolla debe realizarse a una temperatura de 0°C, con una humedad relativa del 65-70%. Alargar el periodo de almacenamiento depende de la variedad de cebolla. Uno de los problemas en el almacenamiento es el de que la cebolla sea cosechada antes de completar su proceso de curado y se dañe de forma progresiva. Es importante tomar en cuenta la temperatura y la humedad relativa durante el almacenamiento.

Teniendo en cuenta lo anterior, la cebolla en rama es un producto potencialmente prometedor en la competitividad del departamento por sus porcentajes de cosechados.

1.2.7.7. Plagas

Los cuatro estadios del insecto son: huevo, larva, pupa y adulto. Los estados de huevo y pupa son estados inmóviles en la que el insecto no se alimenta, pero sufre transformaciones internas para cambiar a un siguiente estado.

Las principales plagas que afectan al cultivo de cebolla son:

Trips (*Trips tabaci*). - Son insectos que se caracterizan a parte de ser pequeños por tener un cuerpo alargado y delgado que mide entre 0,4 y 1,5 mm, sus patas son cortas y su cabeza es alargada con ojos compuestos, sus alas son bien desarrolladas. Los daños que causa la plaga pueden ser directos cuando ataca a la planta directamente o indirectos cuando es vector de un virus. El daño que causa es que chupa la savia de las hojas de la planta lo que produce unas líneas de color amarillo a gris sobre las hojas las cuales se deforman y se marchitan desde la punta hacia abajo. El bulbo se vuelve pequeño debido a que retarda su crecimiento. Así también según Galindo (2020) los daños causados por el trips se clasifican en directos (por el consumo de la planta) y también en indirectos (por la transmisión de virus por parte del insecto) (Avilés et al., 2019).

Control. - Se debe utilizar productos químicos como insecticidas el que tiene mayor efecto sobre el control de la plaga son los piretroides los cuales deben ser manejados adecuadamente para evitar que el insecto se vuelva resistente.

Mosca de la cebolla (*Delia antiqua*). - Son insectos pequeños que miden entre 8 a 9 mm de largo y son parecidos a la mosca común, pero es difícil poder observarlos a simple vista. Las hembras depositan sus huevos en el suelo y eclosionan cuando la temperatura del ambiente se encuentra entre los 18°C y salen las larvas las cuales afectan a las plantas jóvenes provocando su muerte, también afectan a los bulbos los cuales provocan un daño mínimo, pero si debilitan a la planta considerablemente (Galindo, 2020).

Control. - Evitar sembrar en un suelo con alta cantidad de materia orgánica no descompuesta.

Minador de la cebolla (*Lyriomiza cepae*). - La hembra perfora la hoja y coloca sus huevos en el interior. Las larvas son de color gris y se alimentan del interior de la hoja formando galerías irregulares. Las larvas a medida que crecen adquieren un color blancuzco o verde

claro y forman minas más anchas. Para que exista un daño considerable se necesita de varias larvas para que debiliten considerablemente el cultivo y a la planta en sí donde después se desprende esta larva al momento que se convierte en adulto (Galindo, 2020).

Control. - Se debe retirar los residuos de cosechas.

Gusano Verde (*Spodoptera exigua*). - Su nombre se debe a que su cuerpo es de color verde, al costado tiene un color verde oscuro entre dos líneas blancas delgadas, en el dorso tiene otra línea verde y en el primer segmento después de la cabeza tiene un puntonegro. Ataca al cultivo de cebolla en época seca. Son de hábito nocturno. Atacan al cultivo de cebolla comiéndose las hojas en su etapa larvaria el daño es insignificante en comparación al estado adulto cuando se comen una hoja completa o dañan los bulbos.

Monitoreo. - Se debe realizar un monitoreo desde las etapas iniciales de la larva revisando las hojas maduras donde ingresan con facilidad. Se debe utilizar feromonas con el fin de atraer al gusano macho el cual muere atrapado en la trampa (Avilés et al., 2019).

Control. - Se debe realizar un control preventivo con el fin de evitar que el ataque de la plaga afecte a los demás lotes de cebolla se debe evitar la siembra escalonada.

Nematodos. - Las hojas de la planta se retuercen y se deforman, se desarrollan de una manera deficiente y se tornan de un color azulado, tienen consistencia frágil y se nota gruesa. Los bulbos se vuelven cerosos, se hinchan y puede provocar el estallido del bulbo. Las generaciones de ellos nematodos depende de sus generaciones y de la duración que tenga el ciclo del cultivo, en este caso la cebolla *Allium Cepa L* (Naranjo, 2019).

Control. - Se debe utilizar para la siembra variedades resistentes, realizar una limpieza de los aperos y evitar sembrar en un campo infestado.

1.2.7.8. Enfermedades

Las enfermedades que afectan al cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) según Zuñiga (2018) citado por Mora (2021) mencionan que son: la Raíz Rosada (*Phoma terrestris*), Podredumbre Blanda (*Fusarium oxysporum f. cepae*), Botrytis (*Botrytis allii*, *B squamosa*; *B cinérea*) Podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*), Peronospora (*Peronospora destructor*), Mosaico (*Onion Mosaic Virus*). en el mismo contexto

Las enfermedades que atacan al cultivo de cebolla son (*Allium cepa* L):

Mildiu Velloso (*Peronospora destructor*). - el cual ocasiona que las hojas se produzcan manchas grandes ovaladas de color verde brillante en posición longitudinal que al esporular se tornan de un color gris que al avanzar la enfermedad se vuelven de un color amarillo y se secan (Mora, 2021).

Control. - Se debe realizar la siembra a una distancia adecuada para que haya circulación del aire en el terreno y mantener un buen drenaje del suelo para disminuir el exceso de humedad.

Botrytis. - Este hongo causa dos enfermedades las cuales se detallan a continuación:

Pudrición del cuello del bulbo (*Botrytis alli*). - Se presenta en condiciones húmedas y frías. Afecta principalmente al bulbo en el momento de la cosecha y almacenamiento aparece como lesiones pequeñas, marrones y grises en el bulbo. En la parte del cuello aparece una lesión conocida como pudrición blanda y acuosa que avanza hasta dañar completamente el bulbo (Mora, 2021).

Tizón de la hoja (*Botrytis squamosa*). - Se presenta en la etapa final del cultivo debido a la humedad y el desarrollo del follaje ocasionando una quemazón que posteriormente se secan y mueren. El hongo aparece como una lesión blanca pequeña de dos milímetros rodeada por un halo verde claro. Con el transcurso del tiempo la enfermedad avanza y provoca la muerte de la hoja (Mora, 2021).

Control. - Se debe utilizar semilla certificada para prevenir la aparición de la pudrición del cuello del bulbo, otra de las medidas es mantener condiciones de temperatura entre 0 y 1°C y una humedad relativa del 75%. Una de las medidas preventivas para el tizón de la hoja es la rotación de los cultivos.

Alternaría (*Alternaria porri*). - También denominada “mancha purpura” es una enfermedad que ataca a las hojas y a los bulbos. El hongo puede permanecer latente en los restos de la anterior cosecha. Las esporas se desarrollan cuando las condiciones ambientales son favorables y la humedad del suelo es la adecuada. El periodo de incubación dura entre uno a cuatro días. Los bulbos son susceptibles y se infectan a través

de heridas en el cuello o por medio de ampollas carnosas en la cosecha y en el almacenamiento. La característica de la podredumbre es que al principio es semiacuosa y de color amarillo que posteriormente se vuelve de color negro. Los síntomas aparecen en las hojas como unas pequeñas lesiones hundidas y acuosas con centro blanco, las manchas cada vez aumentan su tamaño y el centro se torna de un color purpura rojizo donde se formarán las esporas con un color negro. Las manchas se rodean de un halo amarillento y pueden atacar a toda la hoja provocando que se marchite y se seque. El bulbo es infectado por la secreción de un pigmento rojo que es secretado por el hongo lo que provoca que se pudra completamente (Mora, 2021).

Control. - Se debe evitar el exceso de riego y aplicar un plan de fertilización adecuado sin exceso de nitrógeno.

Fusariosis (*Fusarium oxysporum*).- Ocasiona severos daños al cultivo de cebolla. Afecta principalmente a la raíz, al disco basal y a los bulbos. La temperatura para su óptimo desarrollo debe encontrarse entre los 25 y 28°C. Los principales síntomas se desarrollan en la parte inferior de la planta donde las raíces se infectan con el micelio del hongo y empieza su descomposición posteriormente aparecen en la parte aérea de la planta un amarillamiento progresivo y una muerte regresiva. El bulbo puede presentar un color blanco o terminar pudriéndose durante el almacenamiento (Mora, 2021).

Control. - Se debe sembrar plantas resistentes al hongo, evitar mantener almacenado el cultivo infectado por un largo periodo de tiempo.

Raíz Rosada (*Pyrenochaeta terrestris*).- El hongo provoca daños en las raíces de las cebollas, las cuales se tornan de un color rosado a purpura las cuales se marchitan y mueren. Las plantas muestran un crecimiento lento, debido al déficit de humedad y quemaduras en las hojas (Mora, 2021).

Control. - Se debe utilizar plantas resistentes que tengan la capacidad de formar raíces y se vean menos afectadas por la enfermedad.

Pudrición Blanca (*Sclerotinia cepivorum*).- Se caracteriza por presentar al inicio un amarillamiento general en la etapa de bulbificación lo que ocasiona un retardo en el

crecimiento de la planta y la muerte de sus hojas. La planta se deteriora y se produce la pudrición basal (Mora, 2021).

Control. - Se utilizan productos químicos para controlar el hongo que cada vez se vuelve más resistente por lo que es necesario la rotación del ingrediente activo.

Pudrición Blanda (*Erwinia carotovora*).- La enfermedad se produce cuando los bulbos han alcanzado su madurez y están listos para su cosecha. La infección se desarrolla en las escamas las cuales se vuelven translúcidas y de un color amarillo pálido a gris. Las hojas se marchitan y se vuelven de un color blancuzco. El cuello pierde consistencia y al apretar el bulbo sale un líquido con mal olor que es conocida como una fermentación butírica (Mora, 2021).

Control. - Se deben cosechar los bulbos cuando estén maduros y secos para evitar que se dañen durante el almacenamiento.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Determinar el comportamiento del coeficiente de cultivo y la Evapotranspiración potencial en las diferentes etapas de cultivo de (*Allium cepa L*) var. Burguesa.

Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento en cada una de las etapas fenológicas del cultivo de cebolla var. Burguesa en relación con las condiciones climáticas de Querochaca.
- Determinar el coeficiente de cultivo (Kc) de cada una de las etapas fenológicas del cultivo de cebolla var. burguesa.
- Calcular la evapotranspiración del cultivo (ETc) del cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) var. Burguesa

CAPITULO II METODOLOGIA

La investigación tuvo dos fases, una de campo en la que se estableció el cultivo de cebolla paiteña (*Allium cepa L*) y la segunda fase fue el cálculo de la evapotranspiración potencial mediante datos climáticos para el mismo cultivo.

2.1. Fase de campo

2.1.1. Equipos y Materiales

Semillas de cebolla paiteña, var. burguesa

Insumos agrícolas: protón, amin forte, cimazol, florone, cedrus.

Herramientas agrícolas y equipos: azadón, rastrillo, hoyadora, bomba de mochila, tanque de 50 litros, valde de 20 litros, balanza gramera, vaso de precipitación de 100 ml, flexómetro, estacas, rótulos, piola.

Computadora

Material de oficina y gabinete

Libro de campo

2.1.2. Ubicación del Experimento

Provincia: Tungurahua

Cantón: Cevallos

Sector: Querochaca

Coordenadas:

LatitudGeografía:01°22' 02" S

Longitud geográfica:78°36'20" W

Altitud: 2865msnm

2.1.3. Características edafoclimáticas del lugar

Temperatura media anual: 13,6°C.

Humedad relativa: 72,4% promedio anual.

Pluviosidad: 291,06 mm anual.

Fuente: estación meteorológica: 841600, Querochaca, INAMHI, promedios entre enero y noviembre promedio de 5 años (2015 al 2019)

Textura del suelo: Franco arenoso

2.1.4. Características de la unidad experimental

Área total de la unidad experimental: 125 m².

Área de una parcela: : 25 m².

Número de parcelas: 5

Tamaño de la parcela: 5m x 5m

Distancia entre planta: 10 cm.

Distancia entre hilera: 40 cm

Número total de plantas: 6000

2.1.5. Factores en Estudio

Se determinó las etapas fenológicas del cultivo de cebolla de bulbo que fueron de acuerdo a la FAO, la misma que divide al ciclo de cultivo en cuatro etapas, de las cuales en esta investigación se estudiaron la primera y segunda etapa fenológica. Y las enuncia de la siguiente manera:

Primera Etapa.- Desde la siembra y hasta que el cultivo quedó plenamente establecido en el campo. En esta etapa se han desarrollado las primeras hojas verdaderas y el cultivo cubre un 10% de la superficie.

Segunda Etapa.- Desde el final de la etapa inicial, y hasta que el cultivo cubre efectivamente la superficie del suelo no menos de un 70-80% de esta hasta su cosecha.

2.1.6. Interpretación de resultados

Los resultados se interpretaron mediante medidas de tendencia central (Media, Desviación estándar).

2.1.7. Variables Respuesta

2.1.7.1. Número de días a la etapa inicial

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando la planta cubre el 10% del área.

2.1.7.2. Número de días a la etapa de desarrollo y madurez comercial

Desde el final de la etapa inicial, y hasta que el cultivo cubre efectivamente la superficie del suelo no menos de un 70-80% de esta, y se encuentra en estado de madurez comercial.

2.2 Metodología

2.2.1. Manejo del cultivo

2.2.1.1. Semillero

- Se realizó el semillero utilizando 6000 plantas y se aplicó el riego todos los días hasta capacidad de campo
- Se efectuó la siembra de cebolla de bulbo a razón de una semilla por alveolo en las bandejas.
- Se tamizó la tierra y se la colocó sobre la semilla unos 2 cm aproximadamente.

2.2.1.2. Cultivo en campo:

- Se abonó el suelo con gallinaza a una dosis de 30 tm/ha en donde se trasplantó la cebolla bulbo de los semilleros.
- Se rastreó el suelo utilizando tractor y su apero.
- Se realizó surcos en 5 parcelas de 25 m² de 5m x 5m.
- Se trasplantó la cebolla en las parcelas.
- Se efectuó riegos semanales por gravedad.
- La fertilización se realizó en cuatro fases respectivas a base de nitrógeno, fósforo y potasio.
- Se efectuó el control de plagas y enfermedades utilizando los productos: proton, amin forte, cimazol, florone, cedrus.
- El control de malezas se realizó tres veces durante el ciclo de cultivo de forma manual utilizando azadón.
- Se cosechó la cebolla de forma manual, desprendiendo el bulbo del suelo y colocando en gavetas perforadas.

2.3. Fase de Cálculo de la Evapotranspiración

2.3.1. Trazado de la Curva de Coeficiente de Cultivo (Kc)

- Sobre una hoja cuadriculada se marcó la fecha sobre la abscisa y los coeficientes Kc sobre la ordenada. En la fecha de siembra se colocó el valor del Kc inicial
- Se marcó las fases del cultivo sobre una barra horizontal –en la base del gráfico– añadiendo el número de días correspondiente a cada fase.

- Se añadió dos líneas al gráfico:
 - La correspondiente a la fase inicial.
 - El valor de Kc (Max) durante la tercera fase.
 - El valor Kc para el final de la temporada.
- Se proyectó una recta el final de la primera fase con el inicio de la tercera fase.
- Se añadió una línea entre el final de la 3ª fase con el valor de Kc al final de la temporada.

2.3.2. Procesamiento de la Información

A través del cálculo de las medidas de tendencia central se obtuvo las medias de los días de cada una de las etapas fenológicas.

2.3.3. Método utilizado

Se utilizó el método del tanque evaporímetro clase “A” modificado por la FAO, el método permite estimar los efectos integrados del clima como la velocidad del viento y la humedad relativa, en función de la evaporación de una superficie de agua libre de dimensiones estándar.

Fórmula de cálculo ETo $ETo = ETan \times KTan$

ETo = Evapotranspiración potencial del cultivo en mm/día.

ETan = Evaporación media diaria del Tanque Evaporímetro Clase “A” en mm/día.

KTan = Coeficiente del Tanque Evaporímetro Clase “A”

Fórmula de cálculo de la ETc $ETc = ETo \times Kc$

ETc = Evapotranspiración real del cultivo en mm/día.

ETo = Evaporación potencial del cultivo en mm/día.

Kc = Coeficiente del cultivo

2.3.4. Determinación de los Coeficientes diarios del Cultivo

Se elaboró una curva en base a los datos obtenidos del cultivo realizado experimentalmente en el cual se estableció la duración de las dos fases, inicial, y desarrollo hasta la cosecha comercial.

2.3.4.1. Número de días a la etapa de desarrollo y madurez comercial

Desde el final de la etapa inicial, y hasta que el cultivo cubre efectivamente la superficie del suelo no menos de un 70-80% de esta, y se encuentra en estado de madurez comercial.

2.4. Ejercicio Desarrollado

2.4.1. Datos

Localidad: Querochaca.

Cultivo: cebolla de bulbo (*Allium cepa*, L)

Días: Primero, Segundo, Tercero.

2.4.2. Procedimiento de cálculo

PRIMERO. El día por analizarse se colocó en la columna 1 de la Tabla 1.

SEGUNDO. La evaporación del día uno que es 3,8 mm/día se colocó en la columna 2.

TERCERO. Se colocó la velocidad del viento que corresponde a 5,2 m/s que se registró en la columna 3.

CUARTO. Se colocó la humedad relativa media que es del 81% en la columna 4.

QUINTO. Se seleccionó el coeficiente del tanque K_{Tan} mediante la tabla 1 en base a distancia a barlovento, niveles de viento y humedad relativa y lo ubicamos en la columna 5 y corresponde a 0,6.

SEXTO. Se calculó la evapotranspiración del cultivo en mm/día que es de 2,28, multiplicando la evaporación del tanque por el coeficiente del tanque y se anotó el resultado en la columna 6.

SEPTIMO. El coeficiente de cultivo para ese día es 1,0, calculado con los datos experimentales del cultivo, se colocó los resultados en la columna 7.

OCTAVO. La evapotranspiración del cultivo de cebolla (ET_c) que corresponde a 2,28;

se obtuvo multiplicando la ETo por el Coeficiente de cultivo y se colocó el resultado en la columna 8.

También se complementó el cálculo colocando la evaporación del tanque clase A en mm en la columna 10 que fue de 0,3 mm y por último se calculó el balance hídrico (BH) que es la diferencia entre la cantidad de lluvia menos la evaporación del tanque clase A.

Tabla 1.

Cálculo de la evapotranspiración del cultivo de cebolla de bulbo(*Allium cepa*, L), por el Método del Tanque Clase A modificado por la FAO.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Día	Ev.Tan	V.Viento	HR	KTan	ETo	Kc	ETc	Precipitación	BH
	mm/día	m/s	%		mm/día		mm/día	mm/día	mm/día
1	3.8	5.2	81	0.6	2.28	1	2.28	0.3	1.98
2	2.8	7.8	86	0.6	1.68	1	1.68	0.0	1.68
3	1.2	3.5	89	0.6	9.72	1	0.72	0.1	0.62

Nota:

Ev. Tan = evaporación del tanque

V.Viento = Velocidad del viento

HR = Humedad Relativa

KTan = Coeficiente de instalación del tanque

ETo = Evapotranspiración Potencial

Kc = Coeficiente de cultivo

ETc = Evapotranspiración del cultivo

CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Etapas Fenológicas

En la tabla 2, se presenta la información meteorológica del tiempo de la duración de la primera etapa fenológica (Etapa Inicial), la misma que duró 28 días, cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*) var. Burguesa, esta es considerada desde la siembra hasta cuando el cultivotuvo cuatro hojas verdaderas, la fecha de siembra es el 23 de mayo y la culminación el 20 de junio del 2022.

Al comparar con la investigación de Trezza & Andino (2001) mencionan que el periodo de la etapa fenológica inicial del cultivo de cebolla de bulbo fue de 25 días en clima mediterráneo, mediante la siembra en los meses de abril y mayo y 20 días en clima árido su siembra en el mes de octubre, las temperaturas en esas fechas las medias son superiores de 20°C en cambio, en el sitio en donde se instaló el experimento Querochaca, la temperatura fue de 13,36 °C por lo que se pudo observar que la temperatura si influye en los días de la primera etapa; obteniendo como resultado un período de 8 días adicionales en la duración de esta etapa con respecto del dato de Trezza & Andino (2001)

El comportamiento de los datos climáticos en la primera fase fenológica, registra una evaporación total de 63.9 mm en los 28 días, con una media de 2,28 mm/día; con relación al efecto de la velocidad de viento en la etapa inicial, se registra una media de 1,70 m/s la humedad relativa es de 76,08 % lo que permite cambios en el K_{Tan} (Coeficiente del tanque evaporímetro clase “A”) con valores entre 0,85 y 0,75 . La evapotranspiración potencial ET_p calculada como media es de 2,40 mm /día .El coeficiente del cultivo es de 0,70 durante la etapa inicial. La evapotranspiración del cultivo de la cebolla de bulbo (*Allium cepa L.*) var. Burguesa” es de 2,15 mm/día como promedio de la etapa inicial. El balance hídrico, que se relaciona entre la precipitación y la ET_c indica los día que se debe aportar agua como valores positivos, en cambio los valores negativos indican un exceso de agua por lo tanto hay que drenar.

Tabla 2.

Datos Meteorológicos Promedio Años 2 015 – 2 019

Etapa Inicial

Fecha	Evaporación (mm)	Velocidad de viento m/s	Humedad relativa (%)	KTan	Etp	Kc	Etc	Precipitación (mm)	B. H (mm)
23/5/2022	1,70	1,66	81,00	0,85	1,44	0,70	1,01	1,50	-0,48
24/5/2022	0,60	4,66	83,00	0,75	0,45	0,70	0,31	7,10	-6,78
25/5/2022	0,90	1,33	90,00	0,85	0,76	0,70	0,53	8,40	-7,86
26/5/2022	1,30	3,00	84,00	0,75	0,97	0,70	0,68	4,80	-4,11
27/5/2022	1,10	1,66	78,00	0,85	0,93	0,70	0,65	4,10	-3,44
28/5/2022	2,30	1,33	77,00	0,85	1,95	0,70	1,36	0,00	1,36
29/5/2022	3,10	3,00	72,00	0,75	2,32	0,70	1,62	0,00	1,62
30/5/2022	3,20	0,66	72,00	0,85	2,72	0,70	1,90	0,10	1,80
31/5/2022	3,00	2,00	76,00	0,75	2,25	0,70	1,58	0,30	1,28
1/6/2022	2,20	2,33	76,00	0,75	1,65	0,70	1,15	3,10	-1,94
2/6/2022	1,40	1,00	72,00	0,85	1,19	0,70	0,83	10,40	-9,57
3/6/2022	1,40	1,33	83,00	0,85	1,19	0,70	0,83	2,50	-1,66
4/6/2022	0,40	1,66	87,00	0,85	0,34	0,70	0,23	7,60	-7,36
5/6/2022	1,00	1,00	84,00	0,85	0,85	0,70	0,59	6,90	-6,30
6/6/2022	1,50	1,66	84,00	0,85	1,27	0,70	0,89	2,00	-1,10
7/6/2022	4,00	1,66	76,00	0,85	3,40	0,70	2,38	2,40	-0,02
8/6/2022	1,10	2,00	86,00	0,75	0,82	0,70	0,57	6,10	-5,52
9/6/2022	2,60	1,00	72,00	0,85	2,21	0,70	1,54	3,00	-1,45
10/6/2022	2,90	1,33	75,00	0,85	2,46	0,70	1,72	0,40	1,32
11/6/2022	3,40	1,66	74,00	0,85	2,89	0,70	2,02	0,60	1,42
12/6/2022	1,80	2,33	81,00	0,75	1,35	0,70	0,94	6,60	-5,65
13/6/2022	3,20	0,66	86,00	0,85	2,72	0,70	1,90	0,40	1,50
14/6/2022	5,10	3,00	70,00	0,70	3,57	0,70	2,49	0,00	2,49
15/6/2022	3,30	1,66	72,00	0,85	2,80	0,70	1,96	7,30	-5,33
16/6/2022	3,30	1,66	71,00	0,85	2,80	0,70	1,96	8,20	-6,23
17/6/2022	2,70	3,00	85,00	0,75	2,02	0,70	1,41	0,70	0,71
18/6/2022	3,00	4,33	79,00	0,75	2,25	0,70	1,57	12,10	-10,52
19/6/2022	1,30	1,00	82,00	0,85	1,10	0,70	0,77	4,80	-4,02
20/6/2022	1,10	2,66	87,00	0,75	0,82	0,70	0,57	3,10	-2,52
SUMA	63,90	56,23	2295,00		51,49		35,96	114,50	-78,36
MEDIA	2,20	1,94	79,14		1,78		1,24	3,95	-2,70

Nota:

Ev. Tan = evaporación del tanque

V.Viento = Velocidad del viento

HR = Humedad Relativa

KTan = Coeficiente de instalación del tanque

ETo = Evapotranspiración Potencial

Kc = Coeficiente de cultivo

ETc = Evapotranspiración del cultivo
B.H. = Balance Hídrico

En la tabla 3 se presenta la información de la segunda etapa fenológica, la misma que duro 182 días, se encuentran los datos desde que el cultivo fue trasplantado el 21 de Junio y cubrió el 10% de la superficie hasta que fue cosechado el 20 de Diciembre.

Etapa de Desarrollo y Cosecha en madurez comercial.- La etapa de desarrollo hasta la cosecha del cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) var. Burguesa duro aproximadamente 182 días desde el trasplante que fue el 21 de Junio hasta el 20 de Diciembre que fue la cosecha.

El ciclo de cultivo de la cebolla (*Allium cepa L*) var. Burguesa fue de 210 días es decir 7 meses 28 días de la etapa inicial y 182 días de la etapa de desarrollo y cosecha.

Los datos climáticos obtenidos en la segunda etapa fenológica, nos permite inferir que mientras la temperatura es menor el ciclo de cultivo se alarga, así tenemos que los valores de los experimentos de Trezza y Andino (2001) indican que la fase de desarrollo corresponde a valores que se encuentran entre 30 y 55 días en zonas de California y el Mediterráneo, en Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua – Ecuador esta fase se extiende a 182 días, con los datos que a continuación se detalla: Evaporación del tanque evaporímetro clase “A” 396.24 mm/etapa de desarrollo, Etp 1,78 mm/día y ETc 1.24 mm/día.

Tabla 3.

Datos Meteorológicos Promedio Años 2 015 – 2 019

Etapa de Desarrollo y Cosecha

Fecha	Evaporación	Velocidad de	Humedad relativa	KTan	Etp	Kc	Etc	Precipitación	B. H (mm)
21/6/2022	2,50	1,66	83,00	0,85	1,87	0,71	1,33	0,40	0,93
22/6/2022	3,20	1,00	76,00	0,85	2,40	0,71	1,70	0,70	1,00
23/6/2022	1,70	1,66	81,00	0,85	1,27	0,71	0,90	1,50	-0,59
24/6/2022	0,60	4,66	83,00	0,75	0,45	0,71	0,31	7,10	-6,78
25/6/2022	0,90	1,33	90,00	0,85	0,76	0,71	0,54	8,40	-7,85
26/6/2022	1,30	3,00	84,00	0,75	0,97	0,71	0,69	4,80	-4,10
27/6/2022	1,10	1,66	78,00	0,85	0,93	0,72	0,67	4,10	-3,42
28/6/2022	2,30	1,33	77,00	0,85	1,95	0,72	1,40	0,00	1,40
29/6/2022	3,10	3,00	72,00	0,75	2,32	0,72	1,67	0,00	1,67
30/6/2022	3,20	0,85	72,00	0,85	2,72	0,72	1,95	0,10	1,85
1/7/2022	3,70	0,66	68,00	0,75	2,78	0,72	2,00	0,00	2,00
2/7/2022	3,30	0,33	73,00	0,85	2,81	0,72	2,02	0,00	2,02
3/7/2022	4,60	2,66	67,00	0,70	3,22	0,73	2,35	0,00	2,35
4/7/2022	2,90	2,00	76,00	0,75	2,18	0,73	1,59	1,50	0,09
5/7/2022	3,20	2,00	74,00	0,75	2,40	0,73	1,75	0,60	1,15
6/7/2022	4,20	1,33	75,00	0,85	3,57	0,73	2,61	2,10	0,51
7/7/2022	1,60	1,66	71,00	0,85	1,36	0,73	0,99	0,40	0,59
8/7/2022	3,70	3,33	76,00	0,75	2,78	0,73	2,03	0,00	2,03
9/7/2022	3,80	1,66	74,00	0,85	3,23	0,74	2,39	1,30	1,09
10/7/2022	2,10	2,66	76,00	0,75	1,58	0,74	1,17	0,60	0,57
11/7/2022	1,50	1,33	77,00	0,85	1,28	0,74	0,94	2,20	-1,26
12/7/2022	2,10	1,33	80,00	0,85	1,79	0,74	1,32	0,20	1,12
13/7/2022	4,90	1,33	63,00	0,75	3,68	0,74	2,72	0,00	2,72
14/7/2022	3,00	2,33	66,00	0,70	2,10	0,74	1,55	0,00	1,55
15/7/2022	2,10	1,33	76,00	0,85	1,79	0,75	1,34	2,10	-0,76
16/7/2022	2,70	2,33	76,00	0,75	2,03	0,75	1,52	1,90	-0,38
17/7/2022	2,80	1,33	68,00	0,75	2,10	0,75	1,58	14,50	-12,93
18/7/2022	1,50	1,33	85,00	0,85	1,28	0,75	0,96	5,90	-4,94
19/7/2022	3,30	1,00	73,00	0,85	2,48	0,75	1,86	8,30	-6,44
20/7/2022	3,30	0,33	75,00	0,85	2,48	0,75	1,86	0,50	1,36
21/7/2022	2,50	2,00	73,00	0,75	1,88	0,76	1,43	20,80	-19,38
22/7/2022	0,30	1,00	88,00	0,85	0,23	0,76	0,17	16,20	-16,03
23/7/2022	1,00	2,00	84,00	0,75	0,75	0,76	0,57	3,10	-2,53
24/7/2022	3,40	2,33	76,00	0,75	2,55	0,76	1,94	0,40	1,54
25/7/2022	2,70	2,33	79,00	0,75	2,03	0,76	1,54	0,10	1,44

26/7/2022	4,40	2,66	72,00	0,75	3,30	0,76	2,51	0,20	2,31
27/7/2022	2,70	2,00	84,00	0,75	2,03	0,77	1,56	2,30	-0,74
28/7/2022	2,30	3,33	80,00	0,75	1,73	0,77	1,33	4,90	-3,57
29/7/2022	1,80	1,00	77,00	0,85	1,35	0,77	1,04	3,50	-2,46
30/7/2022	0,80	0,66	80,00	0,85	0,60	0,77	0,46	4,90	-4,44
31/7/2022	1,30	1,33	84,00	0,85	0,98	0,77	0,75	1,00	-0,25
1/8/2022	2,70	0,66	75,00	0,85	2,30	0,77	1,77	0,00	-1,77
2/8/2022	2,60	2,00	76,00	0,75	1,95	0,78	1,52	0,00	-1,52
3/8/2022	3,20	1,33	72,00	0,85	2,72	0,78	2,12	0,00	-2,12
4/8/2022	1,90	1,33	80,00	0,85	1,62	0,78	1,26	0,50	-0,76
5/8/2022	2,10	2,33	82,00	0,75	1,58	0,78	1,23	0,10	-1,13
6/8/2022	2,60	2,33	72,00	0,75	1,95	0,78	1,52	0,00	-1,52
7/8/2022	3,60	2,00	68,00	0,70	2,52	0,78	1,97	0,40	-1,57
8/8/2022	2,80	2,33	73,00	0,75	2,10	0,79	1,66	0,20	-1,46
9/8/2022	2,80	0,66	77,00	0,85	2,38	0,79	1,88	0,00	-1,88
10/8/2022	4,00	1,66	70,00	0,75	3,00	0,79	2,37	1,00	-1,37
11/8/2022	2,30	2,00	75,00	0,75	1,73	0,79	1,36	0,00	-1,36
12/8/2022	3,30	2,33	77,00	0,75	2,48	0,79	1,96	0,00	-1,96
13/8/2022	4,50	2,00	66,00	0,70	3,15	0,79	2,49	4,50	2,01
14/8/2022	2,10	1,33	89,00	0,85	1,79	0,80	1,43	0,30	-1,13
15/8/2022	2,20	2,66	82,00	0,75	1,65	0,80	1,32	0,20	-1,12
16/8/2022	2,40	2,00	74,00	0,75	1,80	0,80	1,44	4,70	3,26
17/8/2022	5,00	2,00	75,00	0,75	3,75	0,80	3,00	0,10	-2,90
18/8/2022	3,50	2,66	78,00	0,75	2,63	0,80	2,10	0,20	-1,90
19/8/2022	2,30	1,33	77,00	0,85	1,96	0,80	1,56	2,00	0,44
20/8/2022	4,00	1,66	79,00	0,85	3,40	0,81	2,75	0,00	-2,75
21/8/2022	3,00	2,33	72,00	0,75	2,25	0,81	1,82	0,00	-1,82
22/8/2022	2,90	1,00	67,00	0,75	2,18	0,81	1,76	1,50	-0,26
23/8/2022	1,90	1,66	79,00	0,85	1,62	0,81	1,31	0,00	-1,31
24/8/2022	2,10	2,00	76,00	0,75	1,58	0,81	1,28	3,70	2,42
25/8/2022	1,90	1,33	83,00	0,85	1,62	0,81	1,31	0,90	-0,41
26/8/2022	4,00	1,66	73,00	0,85	3,40	0,82	2,79	0,00	-2,79
27/8/2022	2,30	0,33	76,00	0,85	1,96	0,82	1,60	7,10	5,50
28/8/2022	1,40	2,66	87,00	0,75	1,05	0,82	0,86	2,60	1,74
29/8/2022	1,40	2,33	82,00	0,75	1,05	0,82	0,86	1,30	0,44
30/8/2022	3,00	1,33	83,00	0,85	2,55	0,82	2,09	0,00	-2,09
31/8/2022	2,10	2,66	85,00	0,75	1,58	0,82	1,29	4,10	2,81
1/9/2022	1,50	4,66	88,00	0,75	1,13	0,83	0,93	5,90	-4,97
2/9/2022	2,80	2,33	87,00	0,75	2,10	0,83	1,74	0,10	1,64
3/9/2022	3,60	0,33	75,00	0,85	3,06	0,83	2,54	0,80	1,74
4/9/2022	2,90	1,33	79,00	0,85	2,47	0,83	2,05	0,40	1,65
5/9/2022	2,10	2,00	80,00	0,75	1,58	0,83	1,31	0,40	0,91
6/9/2022	4,90	1,33	79,00	0,85	4,17	0,83	3,46	4,00	-0,54

7/9/2022	2,40	3,33	82,00	0,75	1,80	0,84	1,51	1,10	0,41
8/9/2022	2,60	2,33	73,00	0,75	1,95	0,84	1,64	0,00	1,64
9/9/2022	3,40	1,66	76,00	0,85	2,89	0,84	2,43	0,00	2,43
10/9/2022	5,30	2,00	64,00	0,70	3,71	0,84	3,12	0,00	3,12
11/9/2022	5,60	2,66	66,00	0,70	3,92	0,84	3,29	0,00	3,29
12/9/2022	5,50	3,66	58,00	0,70	3,85	0,84	3,23	0,00	3,23
13/9/2022	5,60	4,00	59,00	0,70	3,92	0,85	3,33	0,00	3,33
14/9/2022	5,40	3,66	57,00	0,70	3,78	0,85	3,21	0,00	3,21
15/9/2022	5,10	2,33	65,00	0,70	3,57	0,85	3,03	1,60	1,43
16/9/2022	2,90	1,66	78,00	0,85	2,47	0,85	2,10	0,70	1,40
17/9/2022	4,30	2,00	72,00	0,75	3,23	0,85	2,74	3,00	-0,26
18/9/2022	2,30	0,33	83,00	0,85	1,96	0,85	1,66	0,00	1,66
19/9/2022	2,00	0,66	80,00	0,85	1,70	0,86	1,46	0,00	1,46
20/9/2022	3,70	1,66	77,00	0,85	3,15	0,86	2,70	1,30	1,40
21/9/2022	3,90	1,33	76,00	0,85	3,32	0,86	2,85	0,00	2,85
22/9/2022	4,00	2,33	74,00	0,75	3,00	0,86	2,58	0,00	2,58
23/9/2022	2,90	2,33	79,00	0,75	2,18	0,86	1,87	0,00	1,87
24/9/2022	2,20	1,66	73,00	0,85	1,87	0,86	1,61	0,00	1,61
25/9/2022	3,00	2,33	78,00	0,75	2,25	0,87	1,96	0,10	1,86
26/9/2022	3,50	1,00	76,00	0,85	2,98	0,87	2,59	0,00	2,59
27/9/2022	4,10	1,33	68,00	0,75	3,08	0,87	2,68	0,60	2,08
28/9/2022	4,10	0,66	77,00	0,85	3,49	0,87	3,03	0,00	3,03
29/9/2022	5,60	2,00	68,00	0,70	3,92	0,87	3,41	0,00	3,41
30/9/2022	4,50	1,33	67,00	0,75	3,38	0,87	2,94	0,00	2,94
1/10/2022	4,90	0,66	76,00	0,85	4,16	0,88	3,66	0,00	-3,67
2/10/2022	4,20	1,66	68,00	0,75	3,15	0,88	2,77	0,00	-2,77
3/10/2022	1,70	1,33	79,00	0,85	1,45	0,88	1,27	1,00	-0,27
4/10/2022	1,40	2,66	91,00	0,75	1,05	0,88	0,92	5,00	4,08
5/10/2022	3,20	1,66	74,00	0,85	2,72	0,88	2,39	3,80	1,41
6/10/2022	3,90	2,33	76,00	0,75	2,93	0,88	2,57	0,30	-2,27
7/10/2022	3,70	1,33	75,00	0,85	3,15	0,89	2,80	0,00	-2,80
8/10/2022	4,10	1,33	65,00	0,75	3,08	0,89	2,74	0,50	-2,24
9/10/2022	3,10	2,33	73,00	0,75	2,33	0,89	2,07	0,70	-1,37
10/10/2022	2,70	1,33	80,00	0,85	2,30	0,89	2,04	1,20	-0,84
11/10/2022	2,20	1,00	81,00	0,85	1,87	0,89	1,66	0,40	-1,26
12/10/2022	4,40	1,00	75,00	0,85	3,74	0,89	3,33	2,70	-0,63
13/10/2022	1,90	1,00	79,00	0,85	1,62	0,90	1,45	6,90	5,45
14/10/2022	3,20	0,66	78,00	0,85	2,72	0,90	2,45	11,80	9,35
15/10/2022	3,60	0,66	81,00	0,85	3,06	0,90	2,75	3,60	0,85
16/10/2022	2,70	0,33	85,00	0,85	2,30	0,90	2,07	0,00	-2,07
17/10/2022	1,70	1,33	86,00	0,85	1,45	0,90	1,30	0,90	-0,40
18/10/2022	1,50	3,00	91,00	0,75	1,13	0,90	1,01	0,20	-0,81
19/10/2022	3,20	1,66	79,00	0,85	2,72	0,91	2,48	0,40	-2,08

20/10/2022	2,50	1,00	81,00	0,85	2,13	0,91	1,93	0,00	-1,93
21/10/2022	4,80	2,33	68,00	0,70	3,36	0,91	3,06	0,00	-3,06
22/10/2022	2,80	1,66	73,00	0,85	2,38	0,91	2,17	0,00	-2,17
23/10/2022	4,30	1,66	70,00	0,75	3,23	0,91	2,93	0,00	-2,93
24/10/2022	3,70	1,33	72,00	0,85	3,15	0,91	2,86	0,50	-2,36
25/10/2022	3,40	1,66	78,00	0,85	2,89	0,92	2,66	0,20	-2,46
26/10/2022	4,20	2,33	75,00	0,75	3,15	0,92	2,90	0,00	-2,90
27/10/2022	3,70	1,33	71,00	0,85	3,15	0,92	2,89	0,00	-2,89
28/10/2022	3,60	3,33	72,00	0,75	2,70	0,92	2,48	0,80	-1,68
29/10/2022	5,40	1,00	73,00	0,85	4,59	0,92	4,22	0,00	-4,22
30/10/2022	3,60	1,33	71,00	0,85	3,06	0,92	2,82	0,70	-2,12
31/10/2022	4,90	2,33	70,00	0,70	3,43	0,93	3,19	0,00	-3,19
1/11/2022	3,80	1,33	74,00	0,85	3,23	0,93	3,00	0,00	3,00
2/11/2022	4,30	1,00	69,00	0,75	3,23	0,93	3,00	0,00	3,00
3/11/2022	6,80	2,00	66,00	0,70	4,76	0,93	4,43	0,00	4,43
4/11/2022	3,30	2,00	69,00	0,70	2,31	0,93	2,15	0,00	2,14
5/11/2022	4,10	1,66	62,00	0,75	3,08	0,93	2,86	7,10	-4,24
6/11/2022	3,80	1,00	74,00	0,85	3,23	0,94	3,04	20,20	-17,16
7/11/2022	0,70	0,33	97,00	0,85	0,60	0,94	0,56	8,80	-8,24
8/11/2022	1,80	0,66	80,00	0,85	1,53	0,94	1,44	0,30	1,14
9/11/2022	1,80	0,33	85,00	0,85	1,53	0,94	1,44	3,40	-1,96
10/11/2022	1,90	2,00	84,00	0,75	1,43	0,94	1,34	0,00	1,33
11/11/2022	2,20	1,33	77,00	0,85	1,87	0,94	1,76	0,30	1,45
12/11/2022	1,60	0,66	84,00	0,85	1,36	0,95	1,29	0,50	0,79
13/11/2022	3,70	1,00	77,00	0,85	3,15	0,95	2,99	0,00	2,99
14/11/2022	3,10	1,33	82,00	0,85	2,64	0,95	2,50	0,80	1,70
15/11/2022	2,80	2,00	87,00	0,75	2,10	0,95	2,00	0,10	1,89
16/11/2022	4,50	1,33	76,00	0,85	3,83	0,95	3,63	3,30	0,33
17/11/2022	0,70	1,00	92,00	0,85	0,60	0,95	0,57	2,10	-1,53
18/11/2022	3,70	0,66	79,00	0,85	3,15	0,96	3,02	0,00	3,02
19/11/2022	5,20	1,66	73,00	0,85	4,42	0,96	4,24	0,00	4,24
20/11/2022	5,60	1,00	71,00	0,85	4,76	0,96	4,57	0,00	4,57
21/11/2022	4,10	1,00	72,00	0,85	3,49	0,96	3,35	0,30	3,04
22/11/2022	4,70	1,00	76,00	0,85	4,00	0,96	3,84	0,90	2,93
23/11/2022	3,80	1,00	75,00	0,85	3,23	0,96	3,10	0,00	3,10
24/11/2022	4,40	1,00	76,00	0,85	3,74	0,97	3,63	2,10	1,52
25/11/2022	4,20	2,33	76,00	0,75	3,15	0,97	3,06	0,00	3,06
26/11/2022	3,30	0,66	75,00	0,85	2,81	0,97	2,72	0,00	2,72
27/11/2022	4,90	1,33	70,00	0,75	3,68	0,97	3,56	0,00	3,56
28/11/2022	3,70	1,00	71,00	0,85	3,15	0,97	3,05	0,00	3,05
29/11/2022	3,60	2,33	78,00	0,75	2,70	0,97	2,62	0,00	2,62
30/11/2022	3,20	2,00	79,00	0,75	2,40	0,98	2,35	0,00	2,35
1/12/2022	2,70	3,00	83,00	0,75	2,03	0,98	1,98	1,20	0,78

2/12/2022	3,00	2,00	83,00	0,75	2,25	0,98	2,21	0,00	2,21
3/12/2022	5,40	2,66	64,00	0,70	3,78	0,98	3,70	0,00	3,70
4/12/2022	4,70	1,33	64,00	0,75	3,53	0,98	3,45	0,00	3,45
5/12/2022	2,80	0,66	71,00	0,85	2,38	0,98	2,33	0,00	2,33
6/12/2022	5,10	2,00	69,00	0,70	3,57	0,99	3,53	0,00	3,53
7/12/2022	3,40	1,00	74,00	0,85	2,89	0,99	2,86	0,00	2,86
8/12/2022	2,30	1,66	81,00	0,85	1,96	0,99	1,94	0,00	1,94
9/12/2022	3,60	2,00	73,00	0,75	2,70	0,99	2,67	0,40	2,27
10/12/2022	4,40	2,33	80,00	0,75	3,30	0,99	3,27	0,00	3,27
11/12/2022	3,70	2,66	74,00	0,75	2,78	0,99	2,75	0,00	2,75
12/12/2022	4,00	0,66	69,00	0,75	3,00	1,00	3,00	0,00	3,00
13/12/2022	4,20	2,33	67,00	0,70	2,94	1,00	2,94	8,20	-5,26
14/12/2022	3,56	1,00	77,00	0,85	3,03	1,00	3,03	0,40	2,63
15/12/2022	1,80	1,33	87,00	0,85	1,53	1,00	1,53	8,80	-7,27
16/12/2022	4,40	2,00	76,00	0,75	3,30	1,00	3,30	0,00	3,30
17/12/2022	2,50	1,66	74,00	0,85	2,13	1,00	2,13	3,00	-0,88
18/12/2022	2,80	2,33	86,00	0,75	2,10	1,00	2,12	0,60	1,52
19/12/2022	3,20	1,33	81,00	0,85	2,72	1,00	2,75	0,80	1,95
20/12/2022	2,80	2,33	82,00	0,75	2,10	1,00	2,12	0,00	2,12
SUMA	580,86	311,91	13923,00		456,36		396,24	297,20	-6,06
MEDIA	3,17	1,70	76,08		2,49		2,17	1,62	-0,03

Nota:

Ev. Tan = evaporación del tanque

V.Viento = Velocidad del viento

HR = Humedad Relativa

KTan = Coeficiente de instalación del tanque

ETo = Evapotranspiración Potencial

Kc = Coeficiente de cultivo

ETc = Evapotranspiración del cultivo

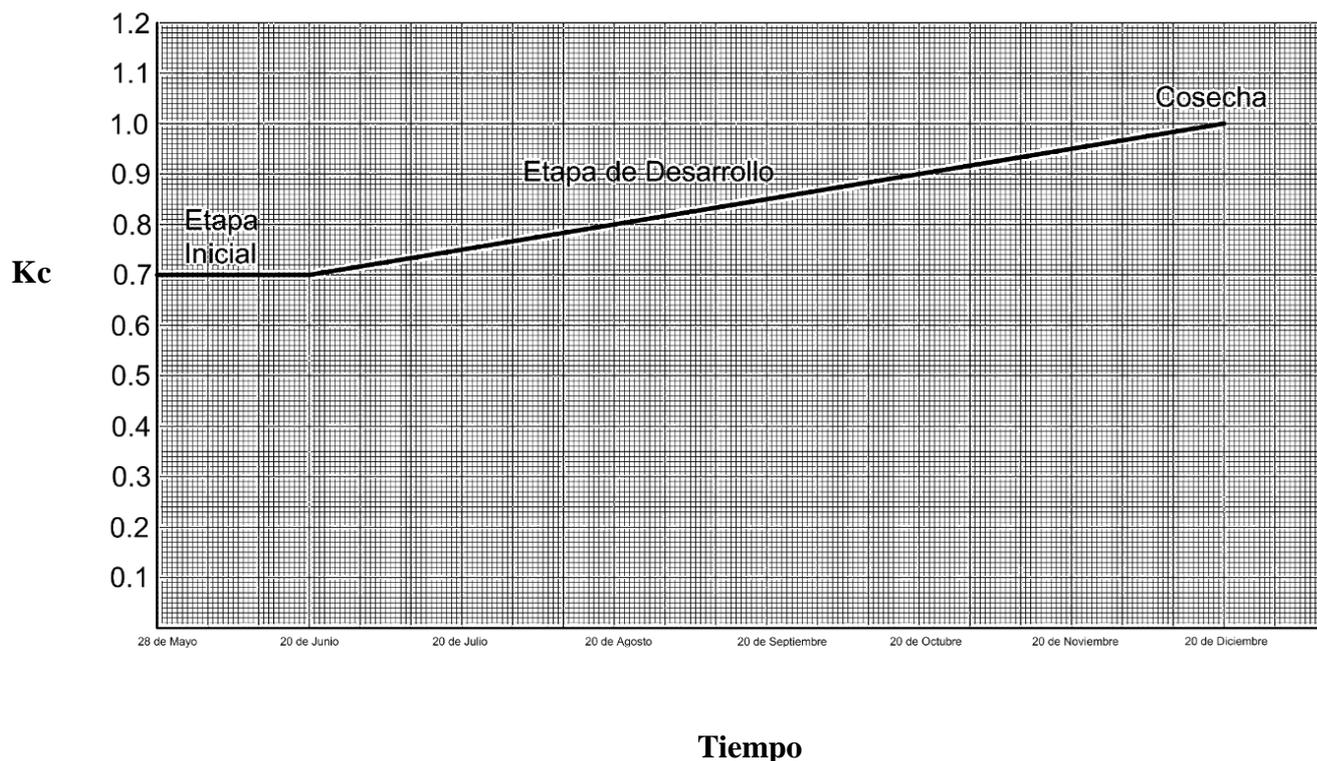
B.H. = Balance Hídrico

3.2. Coeficiente de Cultivo (Kc)

Etapa Inicial. - El coeficiente de cultivo fue de 0,7 Kc en la etapa inicial

Etapa de Desarrollo y Cosecha. - En la etapa de desarrollo y cosecha el valor de Kc según la FAO aumento su valor de 0,7 hasta alcanzar el valor de 1.0 (Fig. 1).

Figura 1. Curva del Coeficiente de Cultivo (Kc)



4.3 Cosecha

El cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) var. Burguesa, fue cosechada el 20 de diciembre del 2022 obteniendo un periodo de 6 meses desde el 21 de junio en el campo. Se efectuó el peso de los bulbos de las 5 repeticiones teniendo un valor promedio de 123 gramos/bulbo, esto indica que se obtuvo una producción promedio de 102.46 kg/25m². Si lo transformamos a Kg/ha, sería 81.969Kg/ha, 8.2 Toneladas métricas por hectárea.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

La evaluación del comportamiento de las etapas fenológicas del cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) var. Burguesa, presenta dos etapas fenológicas entre la siembra y la cosecha en la madurez comercial, la misma presenta una duración de 28 días en las condiciones climáticas de la región en la que se realizó el presente trabajo. Mientras que la etapa de desarrollo fue de 182 días. Completando en 210 días el ciclo de cultivo.

Se determinaron los coeficientes de cultivo (Kc) en las dos etapas fenológicas del cultivo de cebolla (*Allium cepa L*) var. Burguesa, correspondiente a los meses junio a diciembre del 2022. En la primera etapa se tuvo un Kc de 0,70 durante los 28 días que dura esta etapa ; en tanto que en la segunda etapa el Kc va desde 0.7 al final de la primera etapa, hasta 1.04 en los 182 días hasta la cosecha en la madurez comercial.

Se calculó la evapotranspiración del cultivo (ETc) de cebolla (*Allium cepa L*) var. Burguesa, para lo cual se utilizó datos climáticos diarios, de cinco años completos desde 2015 al 2019 de los meses de mayo a diciembre en la que se efectuó el trabajo de campo, los datos de la estación meteorológica Querochaca, fueron evaporación del tanque evaporímetro clase “A”, velocidad del viento, humedad relativa, con estos datos se determinó el coeficiente de instalación (KTan) y de esta manera determinar la Evapotranspiración Potencial ETp. Teniendo en promedio: mayo 1,01 mm; junio 1,25 mm; julio 1,54 mm, agosto 1,73 mm; septiembre 2,43 mm; octubre 2,45 mm; noviembre 2,72 mm y diciembre 2,75mm. El promedio general en el ciclo del cultivo fue de 2,05 mm.

4.2. Recomendaciones:

Para el cálculo de la ETc se deben utilizar datos climáticos, que se encuentran en los anuarios meteorológicos que son tomados mediante una estación meteorológica por lo que se deben implementar más estaciones meteorológicas portátiles en sectores que se realicen actividades agrícolas, la finalidad es la de obtener datos con fines de cálculo de la Evapotranspiración del cultivo (ETc).

Utilizar la información meteorológica disponible en todas las provincias del Ecuador, para realizar estimaciones de la necesidad de riego para los cultivos, con la que podremos dar un mejor la calidad del producto y el rendimiento.

Explicar a los agricultores mediante conferencias que los riegos deben realizar mediante las necesidades hídricas del cultivo, para lo cual deben unirse con la finalidad de adquirir estaciones meteorológicas portátiles, la finalidad de disponer de datos de la variación del clima.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- Aguero, S. (2022). *Respuestas del cultivo de cebolla (Allium cepa L.) a tres frecuencias de riego localizado en condiciones del centro agronómico K'AYRA- San Jerónimo-Cusco*. [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Tesis de Pregrado]. Repositorio Institucional.
http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/6798/253T20220304_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Álvarez-Hernández, O. H. (2020). Artículo Original Potencial agroclimático para la utilización del riego en la parroquia Chuquiribamba, Loja, Ecuador Agroclimate potential for the use of irrigation in Chuquiribamba parish, Loja, Ecuador. *Revista Cubana de Meteorología*, 26(3), 1–11. <http://opn.to/a/FPHu1>
- Arboleya, J., Gilsanz, J., Villamil, J., & Rodríguez, J. (n.d.). Manejo de malezas en el cultivo de cebolla. *INIA Las Brujas*, 127–150. Retrieved December 12, 2022, from <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8711/1/Bd-88-Arboleya-et-al.p.127-150.pdf>
- Arévalos, A., Bacca, T., & Soto, A. (2013). Diagnóstico del uso y manejo de plaguicidas en fincas productoras de cebolla junca *Allium fistulosum* en el municipio de Pasto. *Luna Azul*, 1(38), 132–144. <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n38/n38a08.pdf>
- Avilés, L. M., Baffoni, P., Gajardo, O., Alarcón, A., Doñate, M., Cañón, S., Bezic, C., & Sidoti, B. (2019). Influencia del cultivo antecesor sobre la comunidad de malezas en cebolla de siembra directa. *ASAHO*, 38(95), 14–24. https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/5004/INTA_CRPatagoniaNorte_EEAValleInferior_Baffoni_PA_Influencia_cultivo_antecesor_comunidad_malezas_cebolla_siembra_directa.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Barboza, F., Barreto, M., Figueroa, V., Marta, F., Gonzáles, A., Lucena, L., Mata, K., Narváez, E., Ochoa, E., Parra Lenin, Romero, D., Sánchez, J., Soto, M. N., Vera, A., Villareal, A., Yabroudi, S., & Medina, E. (2006). Desarrollo estructural y relaciones nutricionales de un manglar ribereño bajo clima semi-árido. *ECOTROPICOS*, 19(1), 13–29. <http://ecotropicos.saber.ula.ve>
- Blanco, E. L., Rada, F., Castro, Y., & Paolini, J. (2021). Selección de un consorcio

- microbiano promotor del crecimiento de plántulas de cebolla en condiciones de umbráculo. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 38 (2), 301–321. [https://doi.org/10.47280//RevFacAgron\(LUZ\).v38.n2.05](https://doi.org/10.47280//RevFacAgron(LUZ).v38.n2.05)
- Bolaños, M. M., Sebastián Gutiérrez, J., & Rueda, G. H. (2017). Manejo eficiente de agua y suelo para reducir riesgo agroclimático en un cultivo de cebolla. *SUELOS ECUATORIALES*, 47(1–2), 93–98. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7831512>
- Camargo, E., & Quiel, Y. (2019). Análisis bromatológico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) cultivadas en la Provincia de Chiriquí. *Plus Economía*, 9(2), 12–22. <https://revistas.unachi.ac.pa/index.php/pluseconomia/article/view/498/430>
- Cely, G. E. (2010). *Determinación de parámetros de riego para el cultivo cebolla de bulbo en el distrito de riego del alto Chicamocha*. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70468/790551.2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chavez, N. R., & Nelly, R. (n.d.). *Evaluación agronómica de la cebolla con diferentes niveles de nitrógeno y potasio*. Retrieved November 16, 2022, [Universidad Nacional de Itapúa, Tesis de Pregrado]. Repositorio Virtual de la UNI. from http://repositorio.uni.edu.py/documentos/Rosa%20Nelly%20Venialgo%20Chavez_Evaluaci%C3%B3n%20agron%C3%B3mica%20de%20cebolla.pdf
- Coca, G. F. (2017). *Propuesta técnica económica para la producción de plantas madres de cebolla (Allium Cepa L) en el valle de Cochabamba*. [Universidad Mayor de San Simón, Tesis de Maestría]. Repositorio Institucional. http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/bitstream/123456789/20872/1/Guido%20Fañor%20Coca_Trabajo%20final%20de%20diplomado.pdf
- Contreras, S., Kelly, E., Chorbadian, R., Figueroa, R., Krarup, C., Norero, Y., & Rosales, M. (2016). Cultivo de cebolla en Chile. *Voz Académica*, 1(23), 19–23. [https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/38295/Cultivo%20de%20cebolla%20en%20Chile,%20claves%20para%20una%20producci%C3%B3n%20sostenible%20\(1\).pdf](https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/38295/Cultivo%20de%20cebolla%20en%20Chile,%20claves%20para%20una%20producci%C3%B3n%20sostenible%20(1).pdf)
- Cuji, C. S. (2017). *Determinación de los requerimientos hídricos para el cultivo de la cebolla colorada (Allium cepa L.) var. Burguesa en base al contenido de agua en el suelo, en Macají, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis de Pregrado]. Repositorio Institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7643/1/13T0846.pdf>

- de la A Santos, T. E. (2018). *Rentabilidad económica de la producción de cebolla colorada (Allium Cepa L) en la comunidad pechiche cantón Santa Elena*.
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4299/1/UPSE-TAA-2018-0012.pdf>
- Duarte, C. E., Zamora, E. I., & León María. (2012). Efecto del coeficiente de estrés hídrico sobre los rendimientos del cultivo de cebolla. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(4), 42–47. <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v21n4/rcta07412.pdf>
- Estrada-Prado, W., Lescay-Batista, E., Álvarez-Fonseca, A., & Maceo-Ramos, Y. C. (2015). Niveles de humedad en el suelo sobre la producción de bulbos de cebolla. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 111. <https://doi.org/10.15517/am.v26i1.16934>
- Espinoza, J. G., Olvera, C. A., Espinoza, G., & Moreno, M. (2019). Identificación de parámetros comunes en un cultivo de cebolla (*Allium cepa*) mediante PDI. *Revista CiBlyT*, 57–63.
<http://148.217.50.3/jspui/bitstream/20.500.11845/1914/1/2019%20Arbitrado%20Lupe.pdf>
- Freire, P. F. (2019). *Estimación de la evapotranspiración de cultivos leñosos a partir de imágenes de satélites Sentinel-2 para la gestión del riego*.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/124189>
- Gabri, C., Ibañez, A. A., Guel, J. M., & Galmarini, C. R. (2020). Efecto de la aplicación foliar de boro, zinc y calcio en la producción de semilla de cebolla. *HORTICULTURA*, 39 (99), 6–16.
https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/9035/INTA_CRMendoza-SanJuan_EEASanJuan_GabrI_C_Efecto_aplicaci%3fb3n_boro_zinc%20calcio_semilla_cebolla.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Galindo, J. R. (2020). *Cebolla de bulbo (Allium cepa L.)*.
- Gómez, M. I., Castro, H. E., Gómez, C. J., & Gutierrez, O. F. (2007). Optimización de la producción y calidad en cebolla cabezona (*Allium cepa*) mediante el balance nutricional con magnesio y micronutrientes (B, Zn y Mn), Valle Alto del Río Chicamocha, Boyacá. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 340–348.
<http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n2/v25n2a18.pdf>
- González, F., Herrera, J., López, T., & Cid, G. (2014). Productividad del agua en algunos cultivos agrícolas en Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(4), 21–27.
<http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v23n4/rcta04414.pdf>
- Guangasi, E. F. (2017). *Evaluación de tres formas de curado de la cebolla híbrido*

- burguesa (*Allium Cepa L.*) para extender el tiempo de vida del bulbo.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26438/1/Tesis-180%20%20Ingenier%20c3%ada%20Agron%20c3%b3mica%20-CD%20531.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). *Anuario Meteorológico*.
https://www.inamhi.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf
- Méndez, A. (2021). Carga tóxica asociados al cultivo de la cebolla (*Allium cepa, L*) en condiciones de agricultura suburbana. *Revista Digital de Medio Ambiente*, 1(73), 1–24. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8088990>
- Montenegro, Y. P. (2020). *Estudio de evaluación agronómica de la cebolla de bulbo roja (Allium cepa L.) en las condiciones tropicales del municipio de Valledupar-Cesar*.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/37308/ypmontenegrov.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mora, E. E. (2021a). *Manejo agronómico del cultivo de cebolla perla (Allium cepa L.) y sus procesos de valor agregado*.
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9352/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000151.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mora, E. E. (2021b). *Manejo agronómico del cultivo de cebolla perla (Allium cepaL.) y sus procesos de valor agregado*.
<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9352/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000151.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Naranjo, R. P. (2019). Efecto de rotación de cebolla y zanahoria, sobre la dinámica poblacional del nematodo *Globodera spp.* *Alcances Tecnológicos*, 1–16.
http://revista.inta.go.cr/index.php/alcances_tecnologicos/article/view/181
- Peláez, J. L. (2021). *Efectos de la aplicación de materia orgánica y sistemas de cultivos en el mejoramiento de las características físicas, químicas y biológicas del suelo en el distrito de Lamas*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1901>
- Peña, F. J. (2015). Efecto de la densidad de siembra y de aporque en la producción y calidad de la cebolla puerro (*Allium ampeloprasum L. var. porrum J. Gay*). & *Div. Cient*, 18(1), 101–108. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v18n1/v18n1a12.pdf>
- Peñaloza-Sánchez, A. M., Bustamante-González, Á., Vargas-López, S., Jaramillo-Villanueva, J. L., & Quevedo-Nolasco, A. (2020). Huella hídrica de los cultivos de cebolla (*Allium cepa L.*) y tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) en la región

- de Atlixco, Puebla, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 11(5), 1–29.
<https://doi.org/10.24850/J-TYCA-2020-05-01>
- Pérez, S. M. (2018). *Sostenibilidad Hídrica en cultivos de cebolla larga, Junca (Allium Fistulosum Linnaeus) en la cuenca media del río Otún del departamento de Risaralda*. Colombia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25493/1/castellanose.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pinzón-Sandoval, E. H., Munevar-García, O. E., Cruz-Ruiz, E. F., & Torres-Hernández, D. F. (2019). Efecto de una fuente alterna de fósforo en la producción de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) bajo condiciones de campo. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 10(2), 51–62. <https://doi.org/10.22490/21456453.2545>
- Rozo, G., Gómez, D., & Rozo, C. (2016). Efecto de una biopelícula de alginato en la conservación de cebolla larga (*allium fistulosum* L.). *Vitae*, 23(1), 419–423. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/9518/11805.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sala, G. R. (2010). Cultivo de Cebolla. *INTA*, 1–4. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_apunte_cebolla_2010.pdf
- Sornoza, D. G., & Cajas, B. S. (2022). *Respuesta agronómica del cultivo de cebolla de bulbo (Allium cepa L.) a la aplicación de abonos edáficos en combinación con bioestimulantes foliares*. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8567/1/UTC-PIM-%20000454.pdf>
- Sucojayo, E. (2020). *Determinación directa de la evapotranspiración de cultivo de lechuga (lactuca sativa L.) a través de la ecuación de Penman monthei, en ambiente protegido del centro experimental de Cotacachi*. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/25376/TM-2802.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tipantiza, S. S. (2017). *Influencia de bioestimulantes naturales, en el rendimiento del cultivo de cebolla de bulbo (Allium cepa L.) Var Burguesa*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26350/1/Tesis-170%20%20Ingenier%20c3%20ada%20Agron%20c3%20b3mica%20-CD%20514.pdf>
- Tipantiza, S. S. (2017). *Influencia de bioestimulantes naturales, en el rendimiento del cultivo de cebolla de bulbo (Allium cepa L.) Var Burguesa*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26350/1/Tesis-170%20%20Ingenier%20c3%20ada%20Agron%20c3%20b3mica%20-CD%20514.pdf>
- Trezza, R; Andino, J. (2001) Determinación de la Evapotranspiración de los Cultivos .

Universidad de Utah.

- Vanegas, R., R. (2019). Importancia del empaque para la comercialización de la cebolla en la rama (*Allium Fistulosum*) en Boyacá. *Revista Nova*, 5, 20–37. <https://doi.org/10.23850/issn.2500-4476/p>
- Venegas, J. P., Cardozo, A. G., Cáceres, L. A., & Gasparetti, A. F. (2021). Elaboración de Biopreparados a partir de microorganismos del bosque para la producción frutihortícola de la Comarca Andina del paralelo 42°. *INTA*, 1–14. https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/9881/INTA_CRPatagoniaNorte_EEABariloche_Cardozo_A_Elaboracion_De_Biopreparados_A_Partir_De_Microorganismos_Del_Bosque.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vilaró, F., Vicente, E., Pereyra, G., & Rodríguez, G. (n.d.). Cultivares y mejoramiento de la genética de la cebolla. *INIA Las Brujas*, 31–42. Retrieved December 7, 2022, from <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8705/1/Bd-88-Vilaro-p.31-42.pdf>
- Villalta, H. A., & Sorto, G. (2013). *Implementación de una estación meteorológica*. [Tesis de Pregrado, Universidad de El Salvador]. Sistema Bibliotecario. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4372/>
- Zamora, E. (2016). *El cultivo de la cebolla*. 1–7. <https://dagus.unison.mx/Zamora/CEBOLLA-DAG-HORT-015.pdf>

Anexos

Anexo 1: Labores Preculturales

Figura 2. Abonar el suelo



Figura 3. Primer riego



Anexo 2. Labores Culturales

Figura 4. Siembra



Figura 5. Aporque



Figura 6. Fertilización



Figura 7. Riego



Figura 8.Fumigación



Figura9. Cosecha



Anexo 3: Etapas Fenológicas

Figura 10.Etapa Inicial (0-15 días)



Figura 11. Etapa Inicial (15- 30 días)



Figura 12.Etapa de Desarrollo (30-55 días)



Figura 13. Etapa de Desarrollo (55-80 días)



Figura 14. Etapa de Desarrollo (80 – 105 días)



Figura 15. Etapa de Desarrollo (105-130 días)



Figura 16. Etapa de Desarrollo (130 – 155 días)



Figura 17. Cosecha (155 – 182 días)

