

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



**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURADO DE MANERA
INDEPENDIENTE COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

LISSETTE ANABEL OÑATE ZÚÑIGA

**“DURACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS Y PROFUNDIDAD
RADICULAR DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) var. BLANCO
HARINOSO CRIOLLO, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS
DEL CANTÓN CEVALLOS”**

CEVALLOS-ECUADOR

2016

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La suscrita LISSETTE ANABEL OÑATE ZÚÑIGA, portadora de la cédula de identidad número: 180481268-1, libre y voluntariamente declaro que el trabajo de investigación titulado “DURACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS Y PROFUNDIDAD RADICULAR DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) var. BLANCO HARINOSO CRIOLLO, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN CEVALLOS” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.



Lissette Anabel Oñate Zúñiga

DERECHO DE AUTOR

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

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

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



Lissette Anabel Oñate Zúñiga

“DURACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS Y PROFUNDIDAD
RADICULAR DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) var BLANCO
HARINOSO CRIOLLO, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS
DEL CANTÓN CEVALLOS”

APROBADO POR:



.....
Ing. Agr. Mg. Alberto Gutiérrez

TUTOR



.....
Ing. Agr. Mg. Eduardo Cruz

ASESOR DE BIOMETRÍA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:



.....
Ing. Agr. Mg. Hernán Zurita
PRESIDENTE TRIBUNAL

FECHA:

14/01/16
.....

.....
Ing. Agr. Mg. Segundo Curay
MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

14/01/16
.....



.....
Ing. Agr. Mg. Wilfrido Yáñez

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

14/01/16
.....

DEDICATORIA

A Dios quien en su magnificencia, dio un soplo, en mi ser para así otorgarme la vida, y ser testigo de su creación más divina que es este mundo, lleno aciertos y desaciertos, oportunidades y detalles que hacen que la vida sea más bella. Quien permite abrir mis ojos cada mañana y entregarme una oportunidad más, para hacer realidad todos mis sueños, porque solo él pone lo necesario en mis manos para triunfar y alcanzar la felicidad, junto a las personas que más amo.

A mis padres Beti Zúñiga C. y Abel Oñate M. por mostrar que el amor entre dos seres puede durar más que una vida entera, llena de obstáculos y adversidades, que una palabra de amor dada, es la fuerza que supera lo material. Madre te admiro eres ejemplo de mujer decidida y valiente, me has demostrado que las mujeres somos capaces de enfrentar retos colosales, usted ha sido la luz que guía mi camino en cada paso dado, simplemente una mujer sobrehumana. Honestidad, inteligencia y amor, le caracterizan a usted Padre, siendo la parte comprensible de nuestro hogar, es quien busca siempre el lado positivo y amable de las cosas, se esfuerza cada instante por el bienestar de nuestra familia.

En especial a mi amado esposo Dario Darquea quien con su amor, paciencia y gracia ha sabido sacar lo mejor de mí, quien me brinda fortaleza y llena mi espíritu de todos los sentimientos que puede sentir una mujer amada, quien me acompaña en esta oportunidad de vida maravillosa, para cumplir nuestros más anhelados sueños y metas.
TE AMO.

A mis hermanos Silvana, Cristian, Jonathan y Einer con quienes juntos de la mano, caminamos por los senderos de la tristeza, alegría y las travesuras de la niñez, quienes como ellos para comprender este sueño que hoy es una realidad, y sé que ellos también lo palparan en sus manos y sentirán en su corazón.

A mi tía Mery Cárdenas a quien queremos como una segunda madre, por el valor invaluable, amor y constancia que brindo a mi familia, quien fue como una hada

madrina que pinto de colores y alegría nuestra infancia, llenando nuestro corazón de felicidad.

A mi abuela Julia quien aunque ya no esté, me heredo el tesoro más valioso sus valores, vivencias, historias y consejos, brindados acertadamente, los cuales esculpieron mi personalidad para convertirme en una mujer cauta. Quien con una sonrisa preguntaba cómo estuvo mi día, y ser la persona especial que fue para mí y sé que también lo fui para ella.

A mi tío Kelo por creer en mí, que un sueño luchado con sacrificio se convierte en una realidad acertada.

A mis sobrinas Keyla y Dominic, por aportar en mi vida con esas pequeñas sonrisas, esas palabras graciosas y esa ternura pura y sincera que solo un niño puede brindar, las cuales alegraron mi día a día.

A toda mi familia por colocar esas palabras de aliento que fueron como gotas de agua para calmar mi sed.

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por haberme acogido en sus aulas del saber las que enriquecieron mis conocimientos, brindándome las más grandes alegrías, que ahora son parte de mi vida, no solo por mi más anhelada meta que es mi carrera profesional sino también por conocer al compañero de mi vida.

A las autoridades que con sus acertadas decisiones enrumban a mi querida facultad, a un mejor mañana para nuestros futuros colegas agrónomos; y por creer en mi capacidad al brindarme la oportunidad de ser parte de esta familia universitaria, como Auxiliar de Laboratorio de Topografía, a ustedes ingenieros Hernán Zurita, Geovanny Velasteguí y Eduardo Cruz, mi más sentida gratitud.

A mi tutor Ing. Agr. Alberto Gutiérrez quien me brindó sus conocimientos invaluable los cuales permitieron llevar a cabo esta investigación y sobre todo por su gran paciencia, no solo en la culminación de mi tesis, sino también en mi vida profesional.

A mis suegros Lucia Toro y Ángel Darquea, por abrir las puertas de su hogar, y acogerme con amor, como si fuese una hija más en su seno.

A la familia de mi esposo por el apoyo invaluable y las palabras de buenos deseos.

A Irene Toapanta y Vanesa Frutos quienes son amigas incondicionales que También quiero agradecer a mis maestros que estuvieron en el transcurso de mi vida universitaria, quienes con sus enseñanzas dejaron grandes huellas en mi corazón, aportaron en mí toda la fuerza y voluntad para finalizar mi carrera, Ingenieros: Fidel Rodríguez, Jorge Fabara, Eduardo Teneda, Jorge Dobronski, Segundo Curay, Pablo Cabrerizo, Pilar Pazmiño; Amigos Ingenieras. Fabiola Ocaña y Marilú Gonzales, Ingeniero Marco Castillo; Licenciadas Betty Hernández, Wilma Oñate y Mónica; Doctora Soñia Muñoz, y a todo el personal quienes conforman esta hermosa facultad.

Y, a todas esas personas que de una u otra manera aportaron para alcanzar esta gran meta lograda GRACIAS.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

I.	TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.	ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.3.	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4.	OBJETIVOS.....	4
1.4.1.	Objetivo General	4
1.4.2.	Objetivos Específicos.....	4

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1.	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.1.1.	Etapas fenológicas, coeficiente, y profundidad radicular.....	5
2.1.2.	Ciclo de vida de los cultivos anuales.....	6
2.1.3.	Datos climáticos.....	7
2.2.	MARCO CONCEPTUAL O CATEGORÍAS FUNDAMENTALES..	7
2.2.1.	Etapas fenológicas del cultivo.....	7
2.2.2.	Generalidades del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>).....	13
2.2.3.	Descripción botánica del maíz.....	14
2.2.4.	Fisiología de la planta de maíz.....	14
2.2.5.	Plagas y enfermedades.....	16
2.2.6.	Requerimientos básicos del cultivo.....	20
2.2.7.	Manejo del cultivo.....	21
2.2.8.	Evapotranspiración de cultivo (ETc)	23
2.2.9.	Metodología para determinar la evapotranspiración del cultivo (ETc)	24
2.3.	HIPÓTESIS.....	26
2.4.	VARIABLE DE LA HIPÓTESIS.....	27
2.4.1.	Variable independiente.....	27

	2.4.2.	Variable dependiente.....	27
2.5.		OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE.....	27
	2.5.1.	Variable independiente.....	27
	2.5.2.	Variable dependiente.....	28
	2.5.3.	Profundidad radical.....	28
		CAPÍTULO 3	
		METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1.		ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN....	29
	3.1.1.	Enfoque.....	29
	3.1.2.	Modalidad.....	29
	3.1.3.	Tipo.....	29
3.2.		UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	29
3.3.		CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.....	30
	3.3.1.	Suelo.....	30
	3.3.2.	Clima.....	30
	3.3.3.	Agua.....	30
3.4.		FACTORES DE ESTUDIO.....	30
	3.4.1.	Etapas fenológicas.....	31
3.5.		DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO.....	32
	3.5.1.	Esquema de campo dividido en tres parcelas de maíz.....	32
	3.5.2.	Esquema de campo de una repetición detallada.....	32
	3.5.3.	Especificación de la unidad experimental.....	33
3.6.		DATOS TOMADOS.....	33
	3.6.1.	Duración de las etapas fenológicas.....	34
	3.6.2.	Profundidad radicular.....	34
	3.6.3.	Altura de planta.....	34
	3.6.4.	Datos climáticos a registrar.....	35

3.7.	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA....	35
3.8.	MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.8.1.	Labores culturales.....	36
3.8.2.	Siembra.....	36
3.8.3.	Riego.....	36
3.8.4.	Fertilización.....	37
3.8.5.	Control de malezas, raleo y aporque.....	37
3.8.6.	Control fitosanitarios.....	38
CAPÍTULO 4		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1.	RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN.....	39
4.1.1.	Etapa inicial.....	39
4.1.2.	Etapa de desarrollo.....	39
4.1.3.	Etapa intermedia.....	40
4.1.4.	Etapa final.....	40
4.1.5.	Coefficiente de cultivo (kc) del maíz.....	44
4.1.6.	Profundidad radicular del cultivo de maíz.....	46
4.2.	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	48
CAPITULO 5		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
5.1.	CONCLUSIONES.....	49
5.2.	RECOMENDACIONES.....	50
CAPITULO 6		
PROPUESTA		
6.1.	TITULO.....	51
6.2.	FUNDAMENTACIÓN.....	51
6.3.	OBJETIVOS.....	52
6.3.1.	Objetivo general.....	52
6.3.2.	Objetivos Específicos.....	52
6.4.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	52
6.5.	MANEJO TÉCNICO.....	52
6.5.1.	Labores preculturales.....	53
6.5.2.	Siembra.....	53

6.5.3. Riego.....	53
6.5.4. Fertilización.....	53
6.5.5. Control de malezas.....	53
6.5.6. Control fitosanitarios.....	54
6.5.7. Cosecha.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	Evapotranspiración del cultivo Etc de la etapa inicial del maíz.....	64
ANEXO 2	Evapotranspiración del cultivo Etc de la etapa desarrollo del maíz...	64
ANEXO 3	Evapotranspiración del cultivo Etc de la etapa intermedia del maíz..	64
ANEXO 4	Evapotranspiración del cultivo Etc de la etapa final del maíz.....	66
ANEXO 5	Balance hídrico (bh), volumen de agua (v) y tiempo de riego (t) de la etapa inicial del cultivo de maíz.....	69
ANEXO 6	Balance hídrico (bh), volumen de agua (v) y tiempo de riego (t) de la etapa desarrollo del cultivo de maíz	71
ANEXO 7	Balance hídrico (bh), volumen de agua (v) y tiempo de riego (t) de la etapa intermedia del cultivo de maíz	74
ANEXO 8	Balance hídrico (bh), volumen de agua (v) y tiempo de riego (t) de la etapa final del cultivo de maíz.....	76
ANEXO 9	Coefficiente de instalación con tanque evaporímetro, colocado en una superficie verde de poca altura.....	84
ANEXO 10	Valor de coeficiente de cultivo durante la etapa inicial.....	84
ANEXO 11	Coefficiente de cultivo para la tercera fase y fin de temporada.....	85

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1	Duración de las etapas de crecimiento del cultivo de maíz, en el clima árido en estados unidos, periodo de siembra y región climática..	5
CUADRO 2	Coeficiente de cultivo.....	5
CUADRO 3	Profundidad radicular y altura máxima.....	6
CUADRO 4	Etapas de crecimiento del maíz.....	10
CUADRO 5	Etapa vegetativa.....	12
CUADRO 6	Etapa reproductiva.....	12
CUADRO 7	Taxonomía del maíz.....	14
CUADRO 8	Requerimientos del cultivo de maíz.....	21
CUADRO 9	Valores comunes de fracción de humedecimiento.....	23
CUADRO 10	Etapas de desarrollo fenológico.....	31
CUADRO 11	Primera aplicación al momento de la siembra.....	37
CUADRO 12	Segunda aplicación a los 60 días después.....	37
CUADRO 13	Control fitosanitario del cultivo de maíz.....	38
CUADRO 14	Resultados de la duración de cada una de las cuatro etapas.....	40
CUADRO 15	Parámetros climáticos en las etapas fenológicas del cultivo de maíz...	41
CUADRO 16	Necesidades hídricas de la primera etapa del cultivo de maíz cada siete días.....	42
CUADRO 17	Necesidades hídricas de la segundo etapa del cultivo de maíz cada siete días.....	42
CUADRO 18	Necesidades hídricas de la tercera etapa del cultivo de maíz cada siete días.....	43
CUADRO 19	Necesidades hídricas de la cuarta etapa del cultivo de maíz cada siete días.....	44
CUADRO 20	Profundidad radicular del cultivo de maíz.....	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

FIGURA 1	Árbol de problemas.....	2
FIGURA 2	Desarrollo fenológico del maíz Ciclo del cultivo de maíz.....	6
FIGURA 3	Ciclo del cultivo de maíz	11
FIGURA 4	Rangos típicos esperados del valor de coeficiente de cultivo, para las cuatro etapas de crecimiento.....	24
FIGURA 5	Construcción de la curva de creciente de cultivo del maíz (<i>Zea mays</i>) var. blanco harinoso criollo.....	46
FIGURA 6	Profundidad radicular cultivo del maíz (<i>Zea mays</i>) var. Blanco harinoso criollo.....	46

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación titulado “Duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos” se realizó en la Granja Experimental Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, localizada en las coordenadas geográficas 01°22'02" Sur y 78°36'20" Oeste, con altitud de 2865 msnm, ubicada en barrio Tambo la Universidad, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.

El enfoque de la presente investigación es de tipo cualitativo y cuantitativo ya que el crecimiento del cultivo de maíz, está determinado en días al igual que la profundidad radicular del mismo, basándonos en datos proporcionados por la estación meteorológica del INAMHI en Querochaca.

La investigación es de carácter experimental y bibliográfico, ya que se obtuvo información ya existente acerca de la duración de cada una de las etapas fenológicas y profundidad radicular del cultivo de maíz, con la influencia de los factores climáticos, para luego comparar los datos obtenidos en el campo.

La investigación pretende aportar en el mejoramiento tecnológico del cultivo de maíz, al proporcionar información referente a etapas fenológicas, profundidad radicular, coeficiente de cultivo, evapotranspiración y balance hídrico, factores que contribuyeron a un manejo eficiente del agua en el cultivo.

De este trabajo se concluyó que las etapas fenológicas del cultivo maíz, se estableció que, el ciclo es de 232 días, determinando que, la duración de la primera etapa o del establecimiento del cultivo fue de 32 días, la segunda etapa o etapa del desarrollo del cultivo 84 días, tercera etapa o mediados de la temporada 35 días y la cuarta etapa o maduración y cosecha 81 días.

En relación a la profundidad radicular por etapa se determinó, que en la primera etapa se obtuvo una longitud del sistema radicular de 22,2 cm, en la segunda etapa 38,2 cm; tercera etapa 42,3 cm y en la cuarta etapa 62,9 cm.

Referente a los factores climáticos durante el ciclo de cultivo se registró una precipitación acumulada de 494 mm; precipitación diaria de 1,44mm; humedad relativa media diaria de 75,76%; temperatura diaria de 13,55 °C; heliofanía acumulada de 771 horas y la heliofanía diaria de 3,26 horas.

Del análisis de la duración de cada una de las etapas y los factores climáticos se calculó la evapotranspiración del cultivo (ET_c), siendo 0,78 mm el valor de la etapa inicial; 1,4 mm en la etapa de desarrollo, 2,27 mm de la etapa intermedia y 1,7 mm en la etapa final.

SUMMARY

This research paper entitled "Duration of phenological stages and root depth of maize (*Zea mays*) var. Creole white mealy, under the climatic conditions of the canton Cevallos "was held at the Experimental Farm Querochaca of the Faculty of Agricultural Sciences, located at the geographic coordinates 01°22'02" South and 78°36'20 "West, with altitude 2865 m, located in the University district Tambo Region Cevallos, Tungurahua province.

The focus of this research is qualitative and quantitative growth since corn crop is determined in days like the depth of the root, based on data provided by the meteorological station in Querochaca INAMHI.

The research is experimental and bibliographic character, since existing information was obtained about the duration of each phenological stages and rooting depth of maize, with the influence of climatic factors, and compare the data obtained in field.

The research aims to provide the technological improvement of the maize crop, to provide information concerning phenological stages, root depth, crop coefficient, evapotranspiration and water balance, factors contributing to an efficient management of the crop.

This work was concluded that the phenological stages of the crop maize floury, it was established that the cycle is 232 days by determining that the duration of the first stage or crop establishment was 32 days, the second stage or phase of development of the crop 84 days, third stage or mid season 35 days and the fourth stage or 81 days maturation and harvest.

Regarding the root depth determined by stage, the first stage in a length of 22.2 cm root system, in the second stage was obtained 38,2 cm; 42,3 cm third stage and fourth stage 62,9 cm.

Regarding climatic factors during the growing season cumulative precipitation of 494mm it was recorded; Daily rainfall of 1,44 mm; daily average of 75,76% relative humidity; daily temperature of 13,55 °C; heliophany accumulated 771 hours and daily heliophany of 3,26horas.

An analysis of the duration of each stage and climatic factors crop evapotranspiration (ET_c), was calculated to be 0,78 mm the value of the initial phase; 1,4 mm in the development stage, 2,27 mm of the intermediate stage.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

I. TEMA DE INVESTIGACIÓN

DURACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS Y PROFUNDIDAD RADICULAR DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) var. BLANCO HARINOSO CRIOLLO, BAJO LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL CANTÓN CEVALLOS

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desconocimiento de la profundidad radicular en el cultivo de maíz ha originado que el agricultor proporcione inadecuadamente el riego tanto en cantidad como en frecuencia, lo que ha generado un incorrecto aprovechamiento del recurso hídrico, viéndose afectada la calidad del producto resultante, además el no tener un conocimiento apropiado de las etapas fenológicas de este cultivo, ha causado la sobre producción en ciertas épocas, ocasionando una mayor oferta y menor demanda, esto se traduce, en un bajo precio y que los agricultores opten por dejar a un lado la producción del cultivo de maíz y adopten cultivos no tradicionales.

Los requerimientos hídricos de los cultivos se relacionan con la edad de la planta y el desarrollo tanto de la parte aérea en función de la etapa fenológica y de la profundidad radical que se establece mediante el cálculo de la lámina neta.

1.2. ANÁLISIS CRÍTICO DEL PROBLEMA

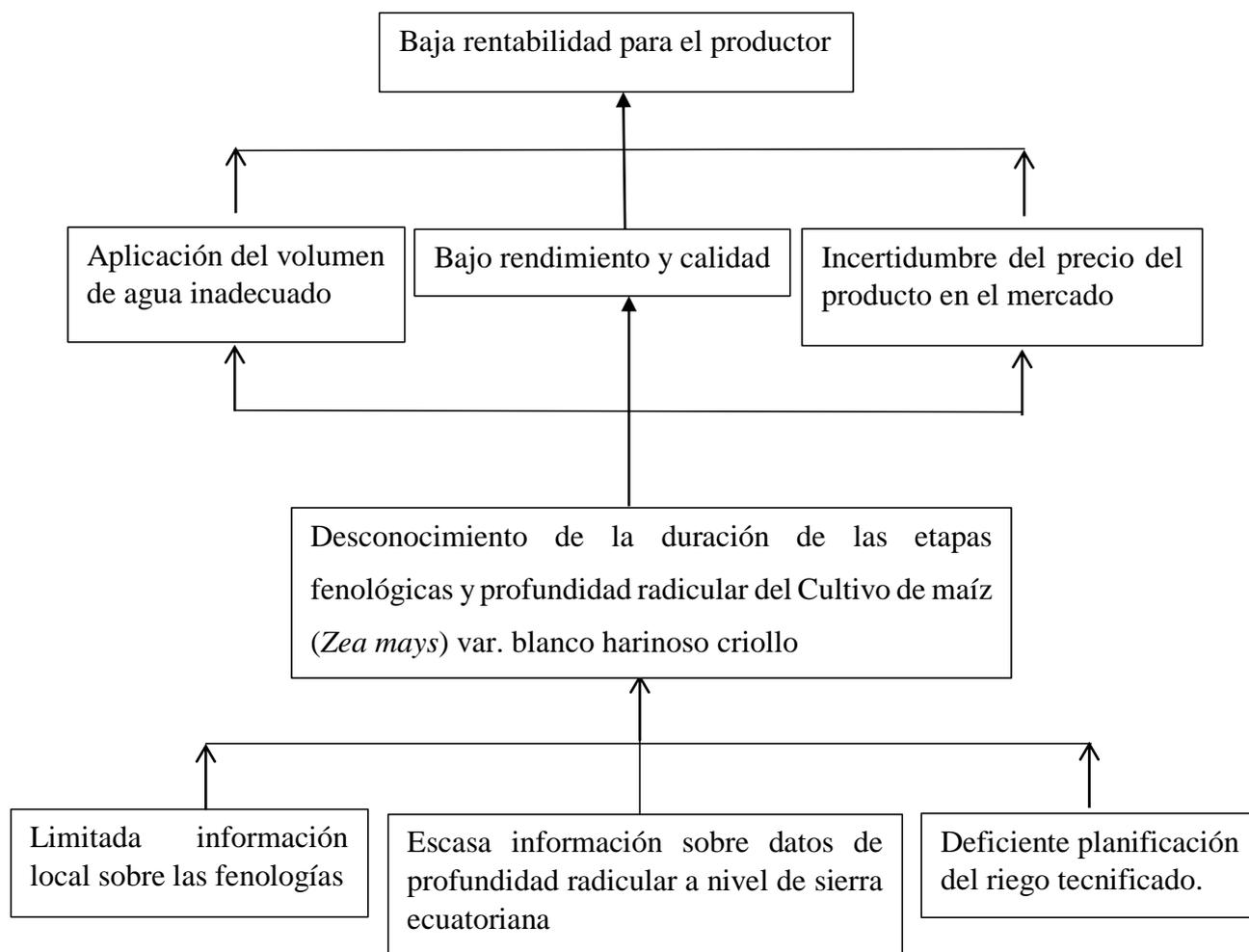


FIGURA 1. Árbol de problemas

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

1.3. JUSTIFICACIÓN

La producción del cultivo de maíz se ha visto desbalanceada, debido al desconocimiento del manejo y duración del ciclo del cultivo, el cual resulta de la poca información propia de nuestra zona, y dependencia de datos que no se acercan a la realidad de nuestro medio para calcular la demanda de agua por etapa, dando como resultado, un decremento en la productividad del cultivo por un inadecuado programa

de riego, en consecuencia se verá reflejado en una remuneración no compensatoria a la inversión, todo esto tras un análisis luego de la comercialización del producto.

Con esta investigación se pretende aportar con información útil y elevar así el nivel de vida de los productores, que luego de ser aplicada, revertirá el fenómeno de una producción masiva en ciertas épocas del año, con mayor oferta y disminución del precio, lo que se ve reflejado en bajos réditos para el agricultor.

INEC, (2011) Presenta que a nivel nacional el cultivo de maíz cubre una superficie de 74858 hectáreas sembrada, 71454 hectáreas cosechada de maíz choclo (en choclo), mientras que en maíz suave seco la superficie sembrada es de 93631 hectáreas y 87610 hectáreas cosechada. Con respecto a la región sierra hay 73637 hectáreas sembrada, 70384 hectáreas cosechada, y 68382 toneladas de producción en maíz choclo, en maíz suave seco corresponde una superficie sembrada de 92179 hectáreas y cosechada 86388 hectáreas, su producción es de 33312 toneladas. La provincia de Bolívar tiene la mayor producción con 5348 toneladas (maíz suave seco) y 11768 (maíz suave choclo) Tungurahua tiene una superficie sembrada de 2405 hectáreas maíz suave choclo 111 hectáreas.

Además el conocimiento que se generará en nuestra zona permitirá administrar el uso adecuado del recurso hídrico, el productor podrá precisar el tiempo de la cosecha, del producto en la cual haya mayor demanda, esto permitirá vender su producto a mayor precio así se incrementarán los ingresos del mismo.

El tener conocimiento de la duración del ciclo y profundidad radicular del cultivo de maíz en otros países ha dado como resultado mejorar la tecnificación para obtener mayores beneficios.

El conocimiento de los resultados que obtendremos será una herramienta adecuada que mejorará las condiciones y nos llevará a un nivel más organizado y tecnificado de cultivo del maíz en nuestra provincia que requieren apoyo.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Establecer parámetros fenológicos locales y radiculares del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo, bajo las condiciones climáticas del cantón Cevallos.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar la duración de cada una de las cuatro etapas fenológicas, hasta la cosecha del maíz.

Conocer la profundidad radicular en cada una de las cuatro etapas del cultivo de maíz.

Construir la curva de coeficiente de cultivo (kc) del maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo.

Calcular la Evapotranspiración del cultivo (ETc) del maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

2.1.1. Etapas fenológicas, coeficiente de cultivo K_c y profundidad radicular del cultivo de maíz

FAO, (2006) Manifiesta en el cuadro 1 la duración de las etapas de crecimiento del cultivo de maíz, para el Clima Árido en Estados Unidos, periodo de siembra y región climática.

CUADRO 1 DURACIÓN DE LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ, EN EL CLIMA ÁRIDO EN ESTADOS UNIDOS.

Etapa Inicial de crecimiento	Etapa de desarrollo del cultivo	Etapa de mediados de temporada	Etapa de final de temporada	Total	Fecha de Siembra	Región
(L_{ini})	(L_{des})	(L_{med})	(L_{fin})			
25 Días	40 Días	45 Días	30 Días	140 Días	Dic./En	Clima Árido USA

Fuente: FAO, (2006)

CUADRO 2 COEFICIENTE DE CULTIVO K_c

Cultivo	Fase inicial	Mediados de temporada	Fin de temporada
Maíz	0,20 - 0,50	1,05 - 1,20	0,35 - 0,60

Fuente: FAO, (2006)

CUADRO 3 PROFUNDIDAD RADICULAR Y ALTURA MÁXIMA

Cultivo	Profundidad radicular	Altura máxima
Maíz	0,8 m-1,2 m	2 m

Fuente: FAO, (2006)

2.1.2. Ciclo de vida de los cultivos anuales

(FAO, 2006) Divide el ciclo de vida de los cultivos anuales en cuatro etapas.

Primera Etapa: Etapa inicial o establecimiento del cultivo

Desde la siembra y hasta que el cultivo queda plenamente establecido en el campo.

El cultivo cubre el 10% de la superficie.

Segunda Etapa: Etapa del rápido desarrollo del cultivo

Desde el final de la etapa inicial, y hasta que el cultivo cubre efectivamente la superficie del suelo, (es decir, no menos de una 70-80% de esta).

Tercera Etapa: Etapa de mediados de la temporada: o del máximo uso consuntivo.

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

Cuarta Etapa: Etapa de la maduración y cosecha

Esta etapa termina con la maduración del cultivo o su cosecha. Durante esta etapa el consumo de agua disminuye paulatinamente. Es la época en la cual se aplica el último riego de la temporada, la FAO ha establecido el valor del Kc para el final de la temporada.

2.1.3. Datos climáticos

SICA, (1999) Indica que el maíz se desarrolla muy bien cuando recibe una pluviosidad de 1000 a 2000 mm durante el ciclo, una temperatura promedio de 24,5°C y un mínimo de 2,2 horas de luz (heliofanía) diariamente.

2.2. MARCO CONCEPTUAL O CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Etapas fenológicas del cultivo

SENAMHI, (2011) Muestra que las observaciones agrometeorológicas permiten evaluar la interacción de un cultivo con su medio ambiente físico para poder conocer sus condiciones climáticas y requerimientos hídricos adecuados; estos conocimientos son necesarios en el uso de modelos agroclimáticos, en el diseño y la planificación de riegos, en la programación de siembras y cosechas, en zonificaciones agroclimáticas.

Una etapa fenológica está delimitada por dos fases fenológicas sucesivas. Dentro de ciertas etapas se presentan períodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado evento meteorológico, de manera que las oscilaciones en los valores de éste evento se reflejan en el rendimiento del cultivo; estos periodos críticos se presentan generalmente poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas. El comienzo y fin de las fases y etapas sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas.

Para el cultivo de maíz se han considerado las siguientes etapas:

Siembra – emergencia (I etapa)

Emergencia – panoja (II etapa)

Panoja – espiga (III etapa)

Espiga – maduración (IV etapa)

La suma de las cuatro etapas constituye el ciclo de vida del maíz. Cada una de estas etapas está influenciada por los elementos meteorológicos que en su conjunto constituyen el clima de una localidad.

Ciclo de vida del maíz



↑ EMERGENCIA	↑ APARICIÓN DE HOJAS	↑ PANOJA	↑ ESPIGA
Aparición de las plantitas por encima de la superficie del suelo.	Comienza desde que aparecen las dos primeras hojas, debiéndose anotar como fase "dos hojas", y así sucesivamente de acuerdo al número de hojas que vayan saliendo hasta el inicio de la fase panoja.	Se observa salir la panoja de la hoja superior de la planta, sin ninguna operación manual que separen las hojas que la rodean.	Salida de los estigmas (barba o cabello de choclo), se produce a los ocho o diez días después de la aparición de la panoja.



↑ MADURACIÓN LECHOSA	↑ MADURACIÓN PASTOSA	↑ MADURACIÓN CÓRNEA
Se ha formado la mazorca; y los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso.	Los granos de la parte central de la mazorca adquieren el color típico del grano maduro. Los granos, al ser presionados, presentan una consistencia pastosa.	Los granos de maíz están duros. La mayoría de las hojas se han vuelto amarillas o se han secado.

FIGURA 2 Desarrollo fenológico del maíz

Fuente: SENAMHI, (2011)

CUADRO 4 ETAPAS DE CRECIMIENTO DEL MAÍZ

Etapas	Días	Características
VE	5	El coleóptilo emerge de la superficie del suelo
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Es visible el cuello de la hoja número “n” (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo).
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panoja.
R0	57	Antesis o floración masculina, el polen se comienza a arrojar.
R1	59	Son visibles los estigmas.
R2	71	Etapas de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	80	Etapas lechosas. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
R4	90	Etapas masosas. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
R5	102	Etapas dentadas. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

Fuente: CIMMYT, (2004).

INIAP, (2011) Manifiesta que el ciclo del cultivo en variedades mejoradas llega hasta los 270 días; sin embargo, el periodo depende de la variedad y del propósito, si es para choclo o grano seco.

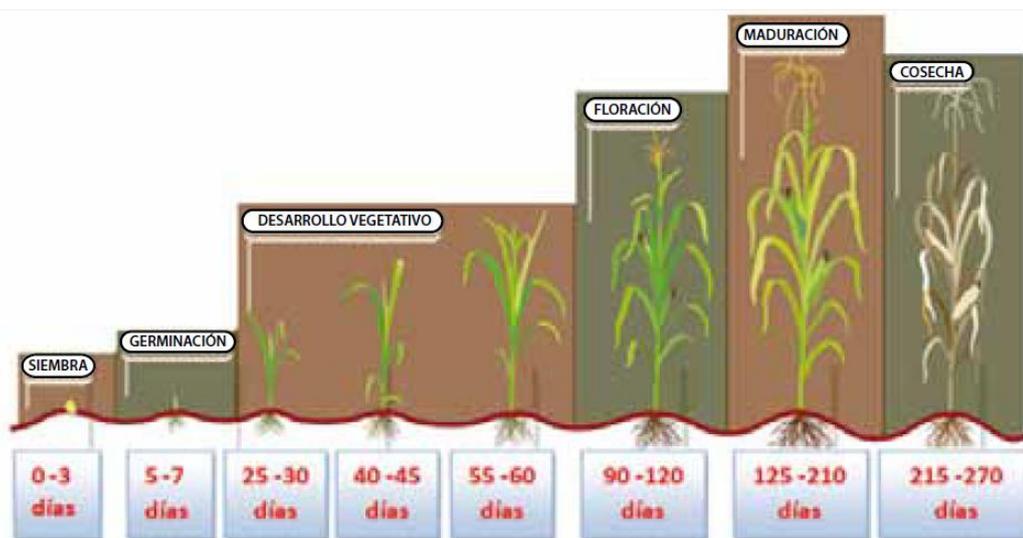


FIGURA 3 Ciclo del cultivo de maíz

Fuente: INIAP, (2011)

Escala fenológica de Ritchie y Hanway para el cultivo de maíz

Ritchie y Hanway, (1982) Crearon la escala fenológica más utilizada para describir el ciclo del cultivo de maíz. En esta escala se pueden visualizar dos grandes etapas: la vegetativa (V) (cuadro 5) y la reproductiva (R) (cuadro 6). La subdivisión numérica de la fase vegetativa corresponde al número de hojas totalmente expandidas (lígula visible). La etapa reproductiva comienza con la emergencia de estigmas (R1) y finaliza en madurez fisiológica (R6).

CUADRO 5 ETAPA VEGETATIVA

V	Estados vegetativos
Ve	Emergencia
V1	1º hoja desarrollada
V2	2º hoja desarrollada
V3	3º hoja desarrollada
V4	4º hoja desarrollada
V5	5º hoja desarrollada
V6	6º hoja desarrollada
V7	7º hoja desarrollada
V8	8º hoja desarrollada
V9	9º hoja desarrollada
V10	10º hoja desarrollada
Vt	Panojamiento

Fuente: Ritchie y Hanway, (1982)

CUADRO 6 ETAPA REPRODUCTIVA

R	Estados reproductivos
R1	Emergencia de estigma
R2	Cuaje (ampolla)
R3	Grano lechoso
R4	Grano pastoso
R5	Grano dentado
R6	Madurez fisiológica

Fuente: Ritchie.y Hanway, (1982)

Revelo, M. (2006) Indica que el ciclo vegetativo del maíz comprende:

Nascencia: es el periodo que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días.

Crecimiento: una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nascencia, de la planta, debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formada todas sus hojas.

Floración: a los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de este. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia

la liberación del polen, con una duración de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o de lluvias.

Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados pelos del choclo, cambian de color, tomando un color castaño. Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma un tamaño definitivo, se forman los granos y aparecen en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón.

Maduración y secado: hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad. A medida que va perdiendo la humedad se va aproximando el grano a su madurez comercial, influyendo en ello más condiciones ambientales de temperatura, humedad ambiente, etc., que las características.

2.2.2 Generalidades del cultivo de maíz (*Zea mays*)

El maíz es una planta cultivada desde la antigüedad, hace más de 7000 años. Su origen parece situarse en la zona de México, donde se han encontrado los vestigios más antiguos. Aunque hay varias plantas emparentadas con el maíz (*Zea mays*), solo una es capaz de cruzarse con él espontáneamente, se trata del Teosintle que se encuentra en México y Guatemala. El Teosintle, según algunos investigadores, es la fuente del germoplasma de los maíces actuales. El maíz es una planta anual, de verano, de porte robusto y con un rápido desarrollo.

La fenología establece las distintas fases del desarrollo por las que atraviesa un cultivo, tiene en cuenta los cambios morfológicos y fisiológicos que se producen a medida que transcurre el tiempo. Dado que los componentes del rendimiento (número y peso de granos) quedan definidos en determinadas fases del desarrollo, un manejo adecuado

para el logro de elevados rendimientos dependerá del conocimiento riguroso de cada una de ellas y de los factores ambientales que las afectan.

(Ortas, 2008).

2.2.3. Descripción botánica del maíz

CUADRO 7 TAXONOMÍA DEL MAÍZ

Reino:	Vegetal
División:	Espermatofitas o fanerógamas
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Monocotiledoneae
Subclase:	Glumiflorae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceas o Gramineas
Tribu:	Maydeae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Zea mays L.</i>

Fuente: (Revelo, 2006).

2.2.4. Fisiología de la planta de maíz

Planta: La planta de maíz pertenece a la familia gramínea, es de régimen anual, herbácea, de tamaño regular desde 60 cm hasta 2,4 m dependiendo del lugar donde es cultivada, por la posición de las flores a la planta se las clasifica como monoica es decir con flor masculina y femenina en distintas partes de la misma planta. Es una planta de tallo erguido, macizo y ahueco. La altura es muy variable. (Calero, 2006).

Raíz: La raíz de una planta de maíz es fasciculada con un potente desarrollo. Tienen tres tipos de raíces que son los siguientes: Seminales: Nacen en la semilla después de la radícula para afirmar la planta, no son permanentes. Permanentes: En este grupo están incluidas las principales y secundarias, están nacen por encima de las primeras raicillas en una zona llamada corona, este grupo constituye el llamado sistema radicular principal. Adventicias: Nacen de los nudos inferiores del tallo y actúan de

sostén en las últimas etapas del crecimiento, absorbiendo a la vez agua y sustancias nutritivas.

Tallo: Está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, los primeros son zonas abultadas de los cuales se producen la elongación de los entrenudos y se diferencian las hojas. Cada nudo es el punto de interacción de una hoja. El tallo puede crecer hasta 4 m e incluso más en algunas variedades. Los tallos son muy robustos, y dependiendo de la precocidad de cultivar pueden alcanzar entre 12 y 24 nudos aéreos. (Cruz, 2006).

Hojas: Las Hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. Su color usual es verde pero se puede encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y purpura. El número de hojas por planta varía entre 8 a 25. (Cruz, 2006)

Flores: En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una película (vulgarmente llamada espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le llama mazorca. La mazorca tiene una parte central que se llama zuro, también conocida por los agricultores por diferentes nombres como “corazón” o “tuza”. (Bustamante, 2010).

Fruto: La mazorca o fruto, está formado por una parte central llamado zuro, donde se adhieren los granos de maíz en número de varias decenas por cada mazorca. El 46% del peso total de la mazorca corresponde al peso de las brácteas y el 54% restante al raquis y a los granos, del cual el 29% es materia comestible. El fruto y la semilla forman un solo cuerpo que tienen la forma de un cariósipide brillante, de color amarillo, rojo, morado, blanco y que se los denomina vulgarmente como granos dentro del fruto que es el ovario maduro, la semilla está compuesta de la cubierta o pericarpio, el endospermo amiláceo y el embrión o germen, pesa aproximadamente 0,3 gramos. (Sánchez y Villamizar, 2003)

2.2.5. Plagas y enfermedades

Plagas

Trips (*Frankliniella williamsi*)

La biología de este insecto consiste de cinco estadios: adulto, huevo, larvas, prepupa y pupa. Los huevos son depositados en el tejido tierno de la planta y la eclosión se presenta en 2 a 14 días dependiendo de la temperatura. Las larvas de primer estadio empiezan a alimentarse pronto después de eclosionar. El ciclo de vida completo desde la oviposición hasta la emergencia del adulto varía desde los 12-44 días. Los trips causan su daño más severo en plántulas jóvenes y durante la formación de la mazorca permitiendo la entrada de patógenos como *Fusariumspp.*

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Los huevecillos están cubiertos con escamas. Las larvas al eclosionar tienen hábitos gregarios, canibalísticos y se establecen en el cogollo de la planta. Se presentan seis instares larvarios. Su ciclo es de 30 días en primavera y se alarga en invierno hasta 90 días. Pupa en el suelo a una profundidad de 2 a 8 cm. La duración de la vida del adulto es de 10 días.

Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)

La etapa larval pasa por cinco instares de desarrollo. La larva del cuarto instar come el 80 % del follaje total que consumirá en todo su ciclo. La incidencia de estos insectos es muy irregular ya que aparecen de manera esporádica cada 2 – 3 años. Los adultos son de hábitos nocturnos, su primera generación se presenta en mayo y la hembra pone hasta 2,000 huevecillos durante su vida. Las larvas defoliar principalmente maíz y sorgo.

Gusano trozador (*Agrotis sp.*)

Los adultos emergen en primavera y ponen sus huevecillos en la superficie del suelo y tallo de la planta. Las larvas permanecen ocultas durante el día y en la noche se alimentan. Presentan hasta siete instares de fase larval y su ciclo lo desarrolla en 30 días. Pupa en el suelo y dura de 12-15 días.

Frailecillo (*Macroductylus mexicanus*)

Presentan una generación al año. Los adultos se alimentan de estructuras reproductivas de maíz, alfalfa, frijol y manzano; viven de 3 a 6 semanas. Emergen del suelo en forma de adulto después de las primeras lluvias. Las hembras depositan sus huevecillos en el suelo. Las larvas se alimentan de la raíz de las plantas silvestres y cultivadas; el adulto provoca el daño al follaje cuando actúa como defoliador y destruye los cabellos de la mazorca. Los adultos son escarabajos de cuerpo largo y de color gris con amarillo. Posee patas largas, delgadas, color rojizo y con espinas. Las larvas son más pequeñas y delgadas en relación con las de gallina ciega.

Picudos (*Geraeus senilis*, *Nicentrites testaceipes*)

Los adultos raspan las hojas, pero sin llegar a romperlas, por lo que en las hojas se observan lesiones blancas que llegan a fusionarse cuando existen altas infestaciones. Las larvas se alimentan de las raíces del maíz, con ello el acamar plantas. El adulto de *G. senilis* su cuerpo es blanco con cuatro puntos oscuros a diferencia del *N. testaceipes*, este presenta patas de color rojizo. Los adultos se presentan desde julio a octubre, con poblaciones más altas en agosto. Se considera una plaga de importancia secundaria.

Araña roja (*Olygonychus mexicanus* y *Tetranychus sp.*)

Esta plaga presenta siete generaciones. Cada hembra produce hasta 19 huevos por día. Los huevos son atados a las hojas o a una seda tejida por los ácaros adultos y eclosionan en 2 a 4 días. Presenta dos estadios ninfales. Una generación necesita de 1 a 4 semanas. Poblaciones dañinas económicamente importantes aparecen durante Junio, Julio y Agosto; particularmente si el clima es caliente, ventoso y seco. Los efectos sobre el

rendimiento son más severos cuando los ácaros dañan las hojas en o arriba del nivel de la mazorca. Las infestaciones severas se parecen al estrés por sequía ya que el daño progresa de la base de la planta hacia arriba.

Plagas de la raíz

Gallina ciega (*Phyllophaga sp*, *Cyclocephala sp.*, *Diplotaxis sp.*, *Macroductylus sp.*, y *Anomala sp.*)

Las larvas son de color blanco cremoso, la cabeza es de color café, las patas son muy peludas y desarrolladas. Los adultos son de color pardo rojizo y otras tonalidades, emergen del suelo tres días después de que se establece el temporal y a los 25 días aparece la larva, durando hasta 6 meses en esta fase de desarrollo, para después pupar y formar una galería en el suelo como adulto. Presentan especies anuales y bianuales. Las primeras son las que afectan más al cultivo de maíz. Se desarrollan básicamente en suelos arenosos

Catarina del maíz (*Colaspis sp.*)

La hembra oviposita en el suelo hasta 85 huevos. Los huevos son colocados en grupos de 5 a 45. Estos eclosionan a los 5 a 7 días. La fase larval continúa en el suelo durante 30 a 90 días. En este estado se alimenta de raíces de gramíneas. La larva alcanza hasta 1 cm de tamaño, es de color blanco. Puede encontrarse generalmente entre 5 y 8 cm en el suelo. La pupa es típica de los coleópteros de color crema y con los apéndices evidentes. Se ha observado que el ciclo desde huevo a adulto puede alargarse hasta cuatro meses. Al emerger el adulto es muy activo, vuela hacia el follaje, en donde hace mordeduras no llega a afectar al cultivo bajo este estado, su principal daño lo realiza en forma de larva sobre todo cuando la planta es pequeña, Se presenta en suelos con diferentes texturas (arena, arcilla y limo).

Gusano de alambre (*Agriotes sp.*)

Son insectos de cuerpo duro, alargado, cilíndrico y negro rojizo; pueden alimentarse de semillas en germinación, raíces y pueden barrenar las partes subterráneas de las

plántulas. Las larvas pasan cinco años en el suelo donde se alimentan, mudando dos veces en el año. Suelos en donde se adicionan estiércol son propensos al ataque de este tipo de insectos.

Enfermedades en maíz

Carbón de la espiga (*Sphacelotheca reiliana*)

El patógeno se presenta en la etapa de floración de la espiga y formación de mazorca. En infecciones tempranas se reduce el desarrollo de la planta y las espiguillas no se forman, observándose en su lugar una masa negra de esporas. En otros casos se manifiesta una excesiva proliferación en las brácteas de las espiguillas, no detectándose carbón, pero las espiguillas son estériles. Las mazorcas afectadas se sienten suaves al tacto y al cortarlas se observa una masa pulverulenta de color café oscuro que está cubierta por un tejido blanco.

Pudrición de la raíz (*Pythium aphanidermatum*, *Diplodia maydis*, *Fusarium spp*)

La infección ocurre desde la fase de semilla, durante la germinación y el desarrollo del cultivo. La pudrición postemergente se caracteriza por contener el inóculo en la raíz de la plántula, presentando un color amarillento, falta de vigor y estrangulamiento a nivel de la base del tallo, ocasionando la muerte prematura de la misma.

Pudriciones del tallo (*Macrophomina phaseolina*, *Fusarium spp*, *Diplodia maydis*, *Pythium aphanidermatum*)

Después de la polinización y al aproximarse la madurez de las plantas, el micelio del hongo se activa e invade sus nudos bajos. Condiciones secas al inicio de la estación y temperaturas de 28-30°C, seguidas de tiempo húmedo, 2-3 semanas después del llenado de grano, favorece la pudrición. Alto contenido de nitrógeno y bajo de potasio además de una densidad excesiva de plantas son favorables al hongo. Al mismo tiempo el daño por insectos puede facilitar su penetración.

Manchas foliares o tizón (*Helminosporium maydis*)

El daño es causado por la pérdida del área foliar disminuyendo la captación solar (fotosíntesis), pérdida de peso de grano. Cuando apenas comienza a formarse, las lesiones son pequeñas y romboides y a medida que maduran se van alargando éstas al fusionarse produce una quemadura extensa.

Roya del maíz (*Puccinia sorghi*, *P. polyspora*, *Physopella zae*)

Las variedades de maíz dulce son muy susceptibles al patógeno. Su área de distribución se limita a zonas calientes y húmedas, suelen ser problema si se presentan en estadios jóvenes de la planta y carecen de importancia en los avanzados. Estos hongos se presentan cuando la mazorca está formada, por lo que no son de importancia económica. (CESAVEG, 2007)

2.2.6. Requerimientos básicos del cultivo

Clima

El maíz requiere una temperatura de 20 a 30°C. Necesita bastante luminosidad y por eso en climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura del suelo debe situarse entre los 15 a 20°C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C. A partir de los 30°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. El maíz es una planta con mucha superficie foliar que se traduce en una gran capacidad para la fotosíntesis, pero también para la evapotranspiración, por eso es una planta muy sensible a las altas temperaturas y a la falta de humedad en el suelo. La temperatura ideal para la fructificación es de 20 a 32°C. (Ortas, 2008).

2.2.7. Manejo del cultivo

Preparación del suelo

La preparación del suelo se realiza con un mes de anticipación para facilitar la descomposición de residuos, el mismo que se consigue con una pasada del arado, una rastra y surcado. (INIAP, 2011)

Fertilización

Un buen rendimiento del maíz requiere que el suelo este bien suplido con elementos nutritivos. Para esto es necesario utilizar un programa de fertilización balanceada. Es decir se requiere nitrógeno (N) y fosforo (F) además de potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S).

CUADRO 8 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE MAÍZ

Cultivo	Requerimiento (Kg/ha)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Maíz	80	50	10	10

Fuente (INIAP, 2004).

Semilla

El maíz es una planta alógama, su polinización es anemófila (viento) y siempre se cruzara con otros maíces, perdiendo así su pureza genética y proteica. (INIAP, 2010)

Densidad de siembra

El maíz es un unicultivo se siembra a 0,80 m entre surcos y 0,25 entre sitios, depositando una semilla por sitio (50.000 plantas/h), la cantidad de semilla requerida en unicultivo es 30 kg/ha. (INIAP, 2010)

Riego

La evapotranspiración total (uso consuntivo) del maíz sembrado varía desde los 500 a 550 mm. para la campaña agrícola. El uso diario del maíz varía desde 2 mm/día durante etapas inicial es hasta 6,5 mm/día en los días antes de maduración. Luego baja hasta 3 mm/día en los días antes de maduración completa. La zona radicular del maíz profundiza más de 1 metro si el suelo no tiene mucha compactación. El suelo típico de textura franca a franca arcillosa retiene alrededor de 200 mm. de agua por metro de profundidad. De esta aproximadamente 100 a 120 mm. se pueden agotar sin afectar el rendimiento. Por la escasez de agua y la poca penetración de agua en riegos típicos es importante trabajar con este reservorio amplio para asegurar rendimientos altos. (Slhfarm, sf).

Deshierba

Para el maíz sembrado en monocultivo en zonas con alta presencia de maleza, se recomienda la aplicación de herbicidas selectivos a base de Atrazina en dosis de 1,6 a 2,0 Kg/ha de ingrediente activo (2,0 a 2,5 kg/ha de producto comercial), en 400 litros de agua, la aplicación se realiza en preemergencia, después de la siembra o en post emergencia temprana (malezas con cuatro hojas). En cultivos bajo labranza reducida, después de las primeras lluvia se debe aplicar productos a base de Glifosato e dosis 2-3 l/ha, de acuerdo a la incidencia de malezas, inmediatamente después de la siembra. (INIAP, 2010)

Cosecha

Cuando el cultivo se destina para choclo, la cosecha se realiza en estado "lechoso", en el campo se puede reconocer este estado cuando los estigmas están de color oscuro y la punta de la mazorca se dobla con el dedo con facilidad. Para semilla se cosechara cuando ha pasado la madurez fisiológica, en el campo se puede observar una capa negra en la base del grano y para grano comercial se deberá pasar unos 20 días más en el campo. (INIAP, 2010)

Poscosecha

El grano se debe almacenar con una humedad inferior al 13%, en lugares frescos a 10°C - 12°C, secos y con una humedad relativa inferior al 60, libre de roedores e insectos. En silos cerrados se puede usar pastillas de Fosfamina de 3 a 6 pastillas de 3 gramos por tonelada de semilla, siguiendo las instrucciones necesaria, por ser un producto altamente tóxico. (INIAP, 2010)

2.2.8. Evapotranspiración de cultivo (ET_c)

La evapotranspiración o uso consuntivo, representa la suma de la transpiración y la evaporación. Por el proceso de transpiración, es absorbida por las raíces de las plantas, es emitida por las hojas en forma de vapor de agua y reintegrada a la atmósfera.

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

Evapotranspiración de cultivo (ET_p)

La evapotranspiración potencial ET_p [mm/día], de un cultivo estándar o de referencia fue definido como: la tasa de evaporación [mm/día] de una extensa superficie de pasto (grama) verde, de 8 a 15 cm de altura, en crecimiento activo, que sombrea completamente la superficie del suelo y que no sufre de escasez de agua.

Método del Tanque Evaporímetro, Clase "A".

El Tanque Evaporímetro Clase "A" permite estimar los efectos integrados del clima (la radiación, la temperatura , el viento y la humedad relativa del aire), en función de la evaporación de una superficie de agua libre de dimensiones estándar.

(FAO, 2006).

2.2.9. Metodología para determinar la evapotranspiración del cultivo (ET_c)

Existe una íntima relación entre los procesos de Evapotranspiración del cultivo (ET_c) y la evaporación del Tanque Clase "A".

$$ET_c = K_c * ET_p$$

Donde:

ET_c : Evapotranspiración de del cultivo (mm/día)

$K_{c_{ini}}$: Coeficiente del cultivo

ET_o : Evaporación del tanque evaporímetro (mm/día)

Evapotranspiración del cultivo de referencia ET_p

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

Donde:

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

$EV_{(A)}$: Evaporación (mm/día)

K_p : Coeficiente de instalación (mm/día)

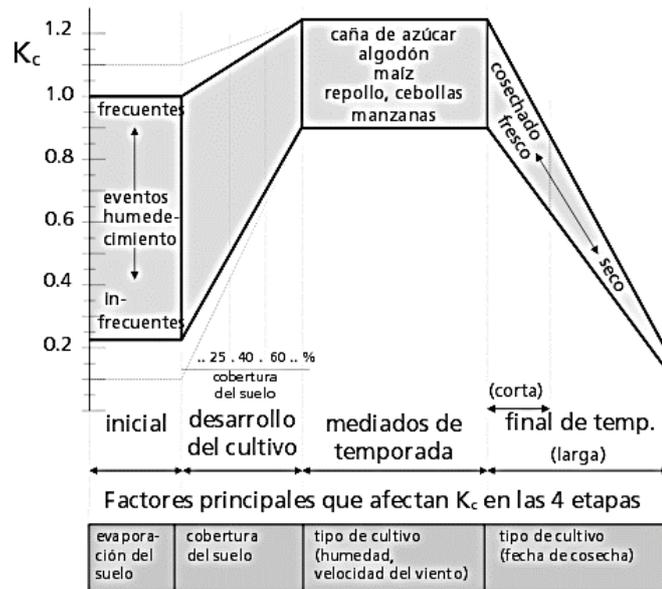
Coeficiente de instalación K_p

El coeficiente de instalación se determina, de la interpolación de la distancia a barlovento de la estación meteorológica, velocidad de viento y humedad relativa media que se indica en el anexo 9.

Coeficiente de cultivo K_c

Durante el período de crecimiento del cultivo, la variación del coeficiente K_c expresa los cambios en la vegetación y en el grado de cobertura del suelo. Esta variación del coeficiente K_c a lo largo del crecimiento del cultivo está representada por la curva del coeficiente del cultivo. Para describir y construir la curva del coeficiente del cultivo se necesitan solamente tres valores de K_c : los correspondientes a la etapa inicial ($K_{c_{ini}}$), la etapa de mediados de temporada ($K_{c_{med}}$) y la etapa final. $K_{c_{fin}}$. (FAO, 2006).

Coeficiente de cultivo K_c , para las cuatro etapas de crecimiento



Fuente: (FAO; 2006)

FIGURA 4 Rangos típicos esperados del valor de coeficiente de cultivo K_c , para las cuatro etapas de crecimiento

El coeficiente de cultivo K_c toma en consideración las condiciones del viento y de la humedad relativa de la zona, este coeficiente servirá solo para la etapa intermedia y etapa final en el anexo 11.

Coeficiente de cultivo inicial K_c para la etapa inicial

El coeficiente de cultivo inicial $K_{c_{ini}}$ toma en consideración la evapotranspiración potencial de la duración de la etapa inicial y la frecuencia de riego, para ser comparadas en el anexo 10.

Con los resultados del coeficiente inicial obtenidos, los valores de la fracción de humedecimiento obtenidos en el cuadro 9, se aplica la siguiente formula:

$$K_c = fw * K_{c_{ini}}$$

Donde:

K_c : Coeficiente de cultivo

$K_{c_{ini}}$: Coeficiente de cultivo

fw : Fracción de humedecimiento

CUADRO 9 VALORES COMUNES DE FRACCIÓN DE HUMEDECIMIENTO f_w PARA DISTINTOS SISTEMAS DE RIEGO

Sistema de riego	f_w
Precipitación natural	1,0
Aspersión	1,0
Melgas	1,0
Bordes	1,0
Surcos estrechos	0,6...1,0
Surcos anchos	0,4...0,6
Surcos alternados	0,3...0,5
Goteo	0,3...0,7

Fuente: (Trezza, R s.f.)

BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico se determina de la diferencia entre la evapotranspiración del cultivo y la precipitación.

$$BH = ET_C - P$$

Donde:

BH : Balance hídrico (mm/día)

ET_C : Evapotranspiración de cultivo (mm/día)

P : Precipitación (mm/día)

2.3. HIPÓTESIS

La duración de las etapas fenológicas y profundidad radicular en la región Sierra del Ecuador es igual a la que se ha logrado registrar en otros países.

La profundidad radicular está en función de la etapa fenológica del cultivo de maíz (*Zea mays*). var blanco harinoso criollo.

2.4. VARIABLE DE LA HIPÓTESIS

2.4.1. Variable independiente:

Condiciones climáticas

2.4.2. Variable dependiente:

Duración de la etapa fenológica

Profundidad radicular.

2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. Variable independiente: Condiciones climáticas

Concepto	Categoría	Indicador	Índice
El clima abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un periodo representativo.	Evaporación	Tiempo	mm/día
	Heliofanía	Tiempo	h/día
	Humedad relativa	Tiempo	%
	Precipitación	Tiempo	mm/día
	Temperatura (max, min, med)	Tiempo	°C
	Velocidad de viento	Tiempo	m/s ó km/s

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

2.5.2. Variable dependiente: Etapas fenológicas del cultivo de maíz

Concepto	Categoría	Indicador	Índice
Intervalo desde la fecha siembra hasta que el cultivo manifestó el 10 % del área cultivada o 4 hojas.	Etapa Inicial	Tiempo	Días
Desde el final de la primera etapa hasta el inicio de la floración.	Etapa de desarrollo del cultivo	Tiempo	Días
Desde el final de la segunda temporada hasta la madurez del cultivo y comienzo de caída de hojas.	Etapa de mediados de temporada	Tiempo	Días
Desde el final de la tercera temporada hasta la cosecha o total senescencia de la planta.	Etapa final	Tiempo	Días

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

2.5.3. Profundidad radical: Profundidad radicular

Concepto	Categoría	Indicador	Índice
Es la distancia tomada longitudinalmente desde su base hasta la cofia de la misma.	Profundidad radicular	Longitud	Centímetros

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE, MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Enfoque

El enfoque de la presente investigación es de tipo cualitativo y cuantitativo ya que el crecimiento del cultivo de Maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo, está determinado en días al igual que la profundidad radicular del mismo, basándonos en datos proporcionados por la estación meteorológica del INAMHI en Querochaca.

3.1.2. Modalidad

La modalidad de la investigación fue de campo, con el fin de obtener información propia acerca de la duración de cada una de las etapas y profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo, influenciado por los factores climáticos.

3.1.3. Tipo

Esta investigación es de carácter experimental y bibliográfico ya que se aplicó conocimientos ya existentes.

3.2. UBICACIÓN DEL ENSAYO

La investigación se efectuó en la Granja Experimental Docente Querochada, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Técnica de Ambato ubicada en el barrio El Tambo cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Con una altitud de 2865 msnm, y de coordenadas geográficas 01°22'02" Sur y 78°36'20" Oeste.

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

3.3.1. Suelo

UTA, (2014), indica que el tipo de suelo que predomina en la zona del cantón Cevallos, es de textura franco arenoso con contenidos de materia orgánica media, nitrógeno bajo, fósforo medio y muy alto en potasio, la capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases es alta.

3.3.2. Clima

Según datos proporcionados por la biblioteca de la facultad de ciencias agropecuarias, dichos datos correspondientes INAMHI indican el valor de las condiciones climáticas en cantón Cevallos evapotranspiración anual 2,6 mm, heliofanía 771,0 horas luz /año, humedad relativa 75,8%, precipitación anual 494,0 mm, temperatura media diaria 13,5° C y velocidad del viento 1,6 m/seg.

3.3.3. Agua

La fuente hídrica que se utiliza en la Facultad de Ciencias Agropecuarias son los canales Ambato-Huachi-Pelileo, acequia Mocha-Huachi. El estudio del análisis de agua presentado de este canal, tiene un pH de 7,78, una alcalinidad total de 100 mg/l, dureza de 88 mg/l, conductividad eléctrica de 321,5 umhos/cm.

3.4. FACTORES DE ESTUDIO

3.4.1. Etapas fenológicas

Mediante observación y comparación con la referencia al procedimiento de la FAO para las etapas fenológica en el cuadro 10 se establece el tiempo de inicio y final de cada una de ellas.

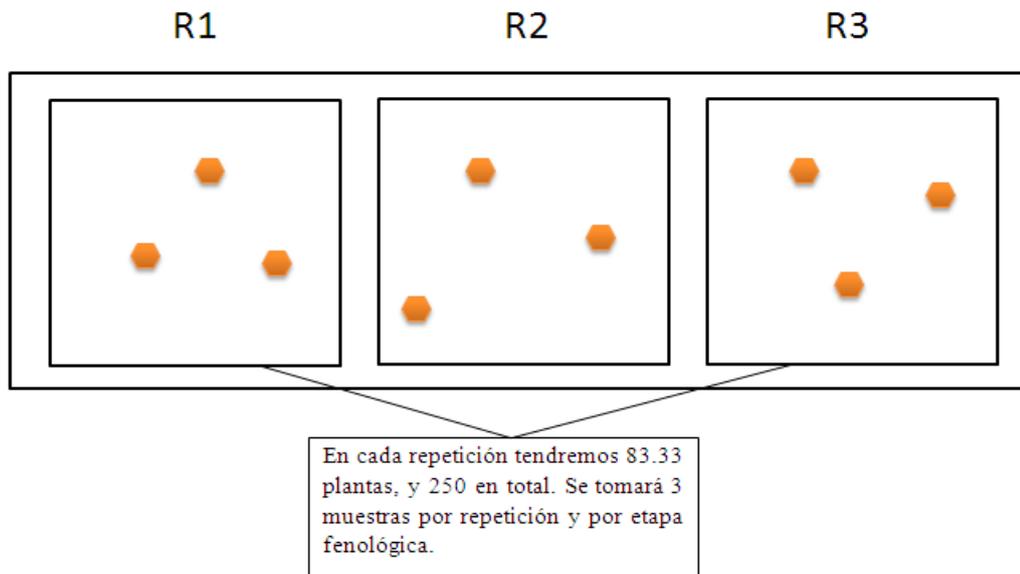
CUADRO 10 ETAPAS DE DESARROLLO FENOLÓGICO

ETAPA INICIAL:	Esta etapa comprende el periodo de tiempo entre la fecha de siembra y la fecha en que el cultivo cubre aproximadamente un 10% del área cultivada o la planta tiene cuatro hojas. En esta etapa el proceso predominante es la evaporación proveniente del suelo. La longitud de esta etapa depende principalmente del clima, variedad de cultivo y fecha de siembra.
ETAPA DE DESARROLLO DEL CULTIVO:	Esta etapa comprende desde la fecha en que el cultivo cubre el 10% del área, hasta que llegue a su máximo porcentaje de cobertura. En la práctica, la mayoría de cultivos, la máxima cobertura coincide con el inicio de la floración. En cultivos sembrados en hileras, esta etapa está indicada cuando las plantas de líneas contiguas comienzan a solaparse.
ETAPA INTERMEDIA	Esta etapa comienza al producirse el área máxima de cobertura y comenzar la madurez del cultivo
ETAPA FINAL:	Etapa comprendida entre el comienzo de la madurez y el final de la cosecha o total senescencia de la planta. Durante esta etapa el consumo de agua disminuye paulatinamente. Es la época en la cual se aplica el último riego de la temporada, la FAO ha establecido el valor del Kc para el final de la temporada.

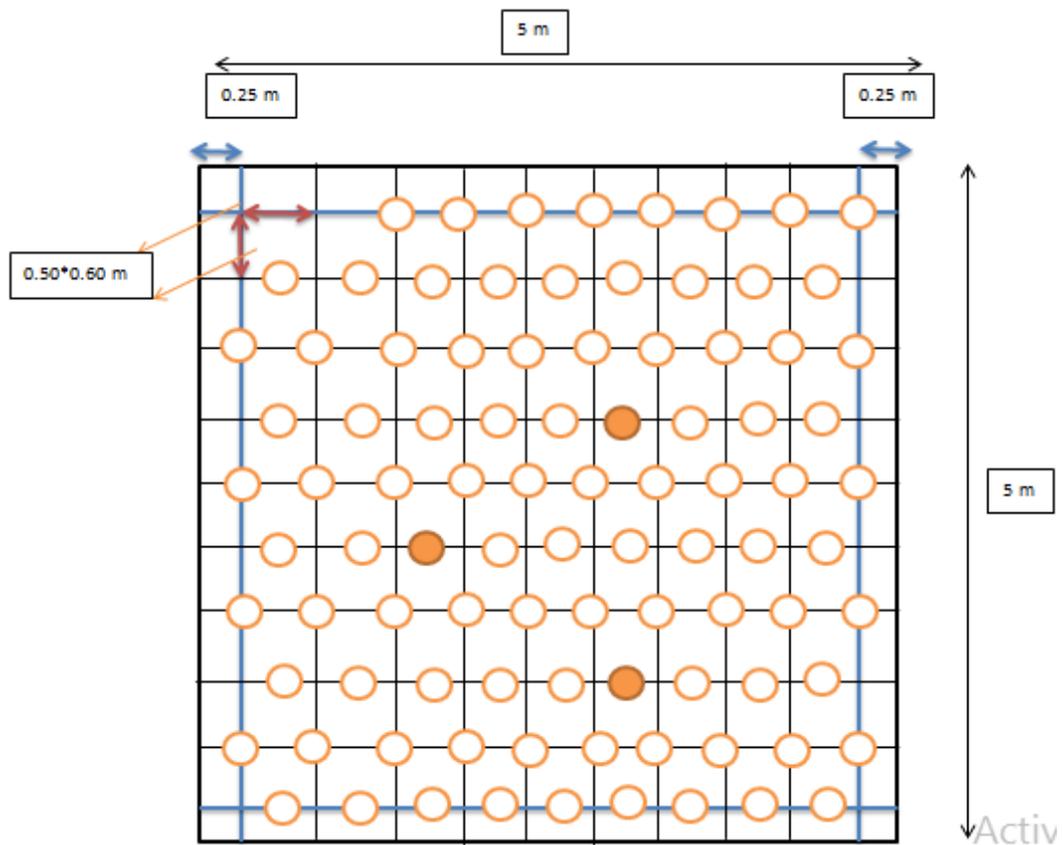
Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

3.5. DISEÑO O ESQUEMA DE CAMPO

3.5.1. Esquema de campo dividido en tres parcelas de maíz



3.5.2. Esquema de campo de una repetición detallada



3.5.3. Especificación de la unidad experimental

Se realizó tres parcelas y tres repeticiones con las siguientes características:

Dimensiones de la parcela:	5 x 5 m
Superficie de la parcela:	25 m ²
Superficie total del ensayo:	75 m ²
Número de plantas por parcela:	83,33
Distancia entre plantas:	0,50 m
Distancia entre hilera:	0,60 m
Distancia de bordes:	0,25 m

Número de repeticiones por cada etapa fenológica del cultivo de maíz.

REPETICIONES	1° ETAPA	2° ETAPA	3° ETAPA	4° ETAPA	TOTAL
R 1:	3	3	3	3	12
R 2:	3	3	3	3	12
R 3:	3	3	3	3	12
REPETICIONES TOTALES	9	9	9	9	36

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

3.6. DATOS TOMADOS

Los datos se tomaron cuando el 75% de las plantas de la parcela neta cumplieron con las características de la finalización de la etapa respectiva, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias El Tambo cantón Cevallos, con una altitud de 2865 msnm, y de coordenadas geográficas latitud Sur 01° 21'02" y longitud Oeste 78° 36'20"

3.6.1. Duración de las etapas fenológicas

Días a la etapa inicial o del establecimiento del cultivo

Desde la siembra y hasta que el cultivo quede plenamente establecido en el campo. En esta etapa se desarrollarán las primeras cuatro hojas o el cultivo cubre un 10% la superficie.

Días a la etapa del desarrollo del cultivo

Desde el final de la etapa inicial, y hasta que el cultivo cubre efectivamente la superficie del suelo, (es decir, no menos de un 70 – 80% de ésta), representado por el inicio de la floración.

Días a la etapa intermedia

Desde el final de la etapa del desarrollo, y hasta el inicio de la maduración del cultivo, la cual se manifiesta por la senetud del follaje.

Días a la etapa final

Etapa comprendida entre el comienzo de la madurez y el final de la cosecha o total senescencia de la planta. En esta etapa el consumo de agua disminuye paulatinamente.

3.6.2. Profundidad radicular

Se tomó la longitud del crecimiento de la raíz cuando completo cada una de las etapas fenológicas. Desde la superficie del suelo hasta la punta de la cofia de la raíz más larga, con una cinta métrica y se expresó en centímetros.

3.6.3. Altura de la planta

La altura se tomó simultáneamente con la medida de la profundidad radicular, es decir cuando la planta llegó a cumplir con cada etapa fenológica respectiva.

3.6.4. Datos climáticos a registrar

La estación meteorológica del INAMHI nos proporcionó semanalmente los siguientes parámetros meteorológicos:

Evaporación del Tanque Evaporímetro Clase A, (mm/día)

Helifonía (horas/día)

Humedad relativa (% diaria)

Precipitación (mm/día)

Temperatura (°C)

Velocidad de Viento (m/s diaria)

Los datos climáticos obtenidos se ingresaron en Microsoft Excel para calcular los siguientes parámetros:

Evapotranspiración de cultivo ET_p

Evapotranspiración de cultivo potencial ET_p

Coefficiente de instalación K_p

Coefficiente de cultivo K_c

Balance hídrico

Cantidad de riego

Tiempo de riego

3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA

Los datos climáticos se recolectaron cada siete días para determinar el balance hídrico y emitir o no el riego al cultivo de maíz, mediante el uso de Microsoft Excel.

3.8. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

El establecimiento del trabajo de campo se realizó con las siguientes actividades:

3.8.1. Labores culturales

Arado y rastrado.

Eliminación de rastrojos y piedras.

Nivelación y construcción de surcos.

Trazado de parcelas según el esquema indicado (tres parcelas de 5 * 5 metros)

3.8.2. Siembra

Las semillas de maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo, utilizadas en el ensayo fueron obtenidas del agricultor con característica de semilla color blanco, harinoso. La siembra se colocó tres semillas por golpe a una distancia de 50 cm. La fecha de siembra fue el 18 de diciembre del 2014.

3.8.3. Riego

El primer riego se realizó el día 16 de diciembre del 2014 de acuerdo a las necesidades edáficas, tomando en cuenta que el suelo es franco-arenoso se debe regar 48 horas antes de la siembra, el riego se realizó mediante el método gravitacional por surcos.

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

Donde:

LDZr: Lamina neta

CC: Capacidad de campo

Pmp: Punto de marchitez permanente

Pea: Peso específico del suelo

Pew: Peso específico del agua

Hz: Profundidad radicular

$$LDZr = \frac{14\% - 6\%}{100} * \frac{1.50 \frac{g}{cc}}{\frac{1.00g}{cc}} * 1.05 \text{ cm}$$

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

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

$$LDZr = 9,45 \text{ m}^3/75\text{m}^2$$

3.8.4. Fertilización

La fertilización se realizó en dos fases respectivas, en cantidades uniformes para todas las parcelas.

CUADRO 11 PRIMERA APLICACIÓN AL MOMENTO DE LA SIEMBRA EN 75 m²

Fuentes	Aplicación	Requerimiento
18 – 46 – 00	410 g/ 75 m ²	25 kg/ ha N
Sulpomag	170 g/ 75 m ²	25 kg/ ha P2O5
Urea	250 g/ 75 m ²	5 kg/ haK2O 5 kg/ ha S

Fuente: Anabel Oñate, 2015

CUADRO 12 SEGUNDA APLICACIÓN A LOS 60 DÍAS EN 75 m²

Fuentes	Aplicación	Requerimiento
18 – 46 – 00	410 g/ 75 m ²	55 kg/ ha N
Sulpomag	170 g/ 75 m ²	25 kg/ ha P2O5
Urea	740 g/ 75 m ²	5 kg/ haK2O 5 kg/ ha S

Fuente: Anabel Oñate, 2015

3.8.5. Control de malezas, raleo y aporque

Debido al tamaño del ensayo (75 m²) la deshierba se realizó de forma manual a los 30 días luego de la siembra.

El raleo se realizó a los 20 días luego de la siembra, dejando una planta por sitio a una distancia de 50 centímetros entre plantas.

El aporque se efectuó a los 45 días luego de la siembra, con aluda de una azadilla, esto ayudó a una mayor sostenibilidad de la planta y menor acame posterior.

3.8.6. Control fitosanitarios

Se utilizó una bomba de mochila de 20 litros para las diferentes controles fitosanitarios

CUADRO 13 CONTROL FITOSANITARIOS DEL CULTIVO DE MAÍZ

Nombre	Ingrediente activo	Función	Tempo	Dosis
Vitavax 300 WP	Carboxin+Captan	Fungicida curativo y/o preventivo	Antes la siembra	1,5 g/lt
Curacro m	Deltamethrin+aditivos	Insecticida	10 días después de la siembra	0,75 cc/lt
Engeo	Tiametoxam+lambda +cyalotrina	Insecticida	10 días después de la siembra	0,75 cc/lt
Benomyl 50 WP	Carbamato+ingredient es inertes	Fungicida	25 días después de la siembra	1 g/lt
Désis	Deltamethrin +aditivos	Insecticida	45 días después de la siembra	0,55cc/lt,
Désis	Deltamethrin +aditivos	Insecticida	83 días después de la siembra	0,55cc/lt,
Aceite de cocina		Adherente para insectos	132 días después de la siembra, en la floración.	¼ litro

Fuente: Anabel Oñate, 2015

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

DURACIÓN DE LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) VAR. BLANCO HARINOSO CRIOLLO.

4.1.1. Etapas inicial

Se establece la duración de la etapa inicial para el cultivo maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo en 32 días (desde el 18 de diciembre del 2014 hasta el 19 de enero del 2015), en las siguientes condiciones climáticas: temperatura media 14,08°C, humedad relativa media 73,63%, precipitación acumulada para este periodo 27,70 mm/periodo y una media de 0,87 mm/día. De acuerdo con la publicación de FAO (2006) el lapso de la etapa fenológica inicial de este cultivo fue de 25 días en Clima Árido, según la investigación que se realizó en la Universidad del Estado de UTAH, siendo así el tiempo obtenido en la presente investigación, mayor en 7 días.

4.1.2 Etapas de desarrollo

La duración de la etapa de desarrollo se cumplió en un periodo de 84 días (20 de enero del 2015 hasta el 13 de mayo del 2015). Al comparar con la publicación de FAO (2006), el lapso de la etapa fenológica de desarrollo fue de 40 días en el Clima Árido de acuerdo a la investigación que se llevó a cabo en la Universidad del Estado de UTAH, determinando una diferencia significativa en la investigación de 44 días, lo cual atribuye a la ubicación geográfica y los factores climáticos donde se efectuó el ensayo, las condiciones climáticas durante los 84 días fueron: temperatura media 14,3°C, heliofanía 302 horas, humedad relativa media 74,4%, precipitación acumulada para este periodo 135,3 mm y una media diaria de 1,6 mm/día.

4.1.3. Etapas intermedia

Se establece la duración de la etapa intermedia un período de 35 días, (14 de abril del 2015 hasta el 18 de mayo del 2015). Al comparar con la información publicada por FAO (2006), el lapso de esta etapa tuvo una trayectoria de 45 días, en el Clima Árido USA, de acuerdo a la investigación que se realizó en la Universidad del Estado de UTAH, siendo el lapso de tiempo menor de 10 días. Las condiciones climáticas durante los 35 días de la duración de la etapa intermedia fueron: temperatura media 13,2°C, heliofanía 105,40 horas, humedad relativa media 77,8%, precipitación acumulada para este periodo 61,10 mm, y una media diaria de 1.75 mm/día.

4.1.4. Etapa final

Se establece la duración de la etapa final del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo, fue de 81 días, (19 de mayo del 2015 hasta el 6 de agosto del 2015), si se compara con los datos publicados por FAO (2006), la etapa fenológica final tuvo un lapso de 30 días, en el Clima Árido USA, de acuerdo a la investigación que se llevó a cabo en la Universidad del Estado de UTAH, existiendo un aumento de tiempo en la etapa final de 51 días, de acuerdo a la investigación. Durante los 81 días las condiciones climáticas de la etapa final fueron: temperatura media 12,60°C, heliofanía 263,80 horas, humedad relativa media 77, %, precipitación acumulada para este periodo: 269,90 mm, y una media de 3,3 mm/día.

CUADRO 14 RESULTADOS DE LA DURACIÓN DE CADA UNA DE LAS CUATRO ETAPAS FENOLÓGICAS

Cultivo	Etapa inicio	Etapa desarrollo	Etapa intermedio	Etapa final	Total	Región
	32	84	35	81	232	Ecuador Cantón Cevallos
Maíz	25	40	45	30	140	Clima Árido

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

El cuadro 14 indica la duración de cada una de las etapas fenológicas del ensayo, realizado en la provincia de Tungurahua, cantón Cevallos barrio Tambo la Universidad y comparado con los datos de la Universidad del Estado UTAH en el Clima Árido USA.

El ciclo del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo fue de 232 días con una duración de 32 días en la etapa inicial, 84 días en la etapa de desarrollo, 35

días en la etapa intermedia y 81 días en la etapa final. Según los registrados comparados es mayor con 92 días comparados con la región Clima Árido USA, en los resultados obtenidos en la investigación influyo la situación geográfica, las condiciones climáticas y la variedad del cultivo.

CUADRO 15 PARÁMETROS CLIMÁTICOS EN LAS ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO DE MAÍZ.

Parámetros Climáticos	Unidad	Etapas Inicial	Etapas Desarrollo	Etapas Intermedio	Etapas Final
Precipitación acumulada	mm/etapa	27,70	137,00	61,10	229,20
Precipitación media diaria	mm/día	0,87	1,63	1,75	2,83
Humedad relativa media	%	73,63	74,40	77,80	77,2
Temperatura	°C	14,08	14,25	13,25	12,57
Heliofanía	Horas/etapa	93,50	301,00	105,40	263,80
Heliofanía diaria	horas/día	2,92	3,58	3,01	3,26
Evaporación	mm/día	3,09	3,30	2,70	2,53

Elaborado por: Anabel Oñate

El cuadro 15 indica la cantidad de precipitación (mm/día y mm/etapa), humedad (%), temperatura (°C), heliofanía (horas/día y horas/etapa) la cual aportó e influyó al cultivo del maíz.

CUADRO 16 NECESIDADES HÍDRICAS DE LA PRIMERA ETAPA DEL CULTIVO DE MAÍZ CADA SIETE DÍAS

Semana	Sumatoria Balance Hídrico de 7 días	Volumen de aporte (litros)	Tiempo de riego (segundos)	Tiempo de riego (minutos)
1	-7,4	0	0	0
2	0,79	99,10	21,09	0,35
3	2,13	266,10	56,62	0,94
4	0,08	9,50	2,02	0,03
Sumatoria		374,7	79,73	1,32

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

El cuadro 16 indica la cantidad el aporte adicional de agua de 374,7 litros en la etapa de inicio. Los valores negativos indica no necesitar el riego en esa semana.

CUADRO 17 NECESIDADES HÍDRICAS DE LA SEGUNDA ETAPA DEL CULTIVO DE MAÍZ CADA SIETE DÍAS

Semana	Sumatoria Balance hídrico de 7 días	Volumen de aporte (litros)	Tiempo de riego (segundos)	Tiempo de riego (minutos)
5	-1,08	0	0	0
6	-9,26	0	0	0
7	0,64	80,50	17,13	0,29
8	-8,42	0	0	0
9	6,48	810,14	172,37	2,87
10	11,49	1436,86	305,72	5,10
11	14,32	1789,87	380,82	6,35
12	8,89	1111,79	236,55	3,94

13	-11,66	0	0	0
14	-7,4	0	0	0
15	-8,63	0	0	0
16	10,08	1260,37	268,16	4,47
Sumatoria		6489,53	1380,75	23,02

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

El cuadro 17 indica la cantidad el aporte adicional de agua de 6489,53 litros en la etapa de desarrollo. Los valores negativos indica no necesitar el riego en esa semana

CUADRO 18 NECESIDADES HÍDRICAS DE LA TERCERA ETAPA DEL CULTIVO DE MAÍZ CADA SIETE DÍAS

Semana	Sumatoria Balance Hídrico de 7 días	Volumen de aporte (litros)	Tiempo de riego (segundos)	Tiempo de riego (minutos)
16	15,27	1908,6	406,09	6,77
17	6,46	807,88	171,89	2,86
18	-0,94	0	0	0
19	-4,99	0	0	0
20	9,76	1220	259,57	4,33
Sumatoria		3936,48	837,55	13,96

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

El cuadro 18 indica la cantidad el aporte adicional de agua de 3936,48 litros en la etapa intermedia. Los valores negativos indican no necesitar el riego en esa semana

CUADRO 19 NECESIDADES HÍDRICAS DE LA CUARTA ETAPA DEL CULTIVO DE MAÍZ CADA SIETE DÍAS

Semana	Sumatoria Balance Hídrico de 7 días	Volumen de aporte (litros)	Tiempo de riego (segundos)	Tiempo de riego (minutos)
21	10,07	1258,8	267,83	4,46
22	12,18	1521,89	323,81	5,4
23	-12,87	0	0	0
24	-17,77	0	0	0
25	-7,87	0	0	0
26	-20,58	0	0	0
27	-7,62	0	0	0
28	9,10	1137,31	241,98	4,03
29	4,47	558,70	118,87	1,98
30	-59,39	0	0	0
31	-5,91	0	0	0
32	0,34	42,04	8,94	0,15
Sumatoria		4518,74	961,43	16,02

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

El cuadro 19 indica la cantidad el aporte adicional de agua de 4518,74 litros en la etapa final. Los valores negativos indica no necesitar el riego en esa semana.

4.1.5. Coefficiente de cultivo (K_c) del maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo

Etapa inicial

Para obtener el K_c de la etapa inicial con una duración de 32 días, en la cual obtuvimos un promedio de evapotranspiración potencial (ET_p) 2,42 mm, velocidad de viento 1,74 m/s y humedad relativa de 73,63%.

Mediante una interpolación en el anexo 10 con una frecuencia de riego de siete días obtenemos como consecuencia un K_c inicial de 0,64 multiplicamos por la fracción de humedecimiento que fue 0,50, obtenemos un K_c para la etapa inicial de .32. Se utilizó la siguiente formula:

$$K_c = fw * K_{c_{ini}}$$

Donde:

K_c : Coeficiente de cultivo 0,32

$K_{c_{ini}}$: Coeficiente de cultivo

fw : Fracción de humedecimiento Anexo 9 ancho de surco 0,5 m

Obteniendo así un K_c de 0,3 para la etapa inicial del cultivo de maíz para los 32 días.

Etapa desarrollo

Para la obtención del K_c de la etapa desarrollo que tuvo una duración de 84 días, el valor de K_c lo obtenemos en Microsoft Excel sabiendo que el K_c de la etapa inicial tiene un valor de 0,32 la cual asciende hasta el valor del K_c de la etapa intermedia 1,05, por consecuencia los valores de K_c para la etapa de desarrollo de cada día iría ascendiendo.

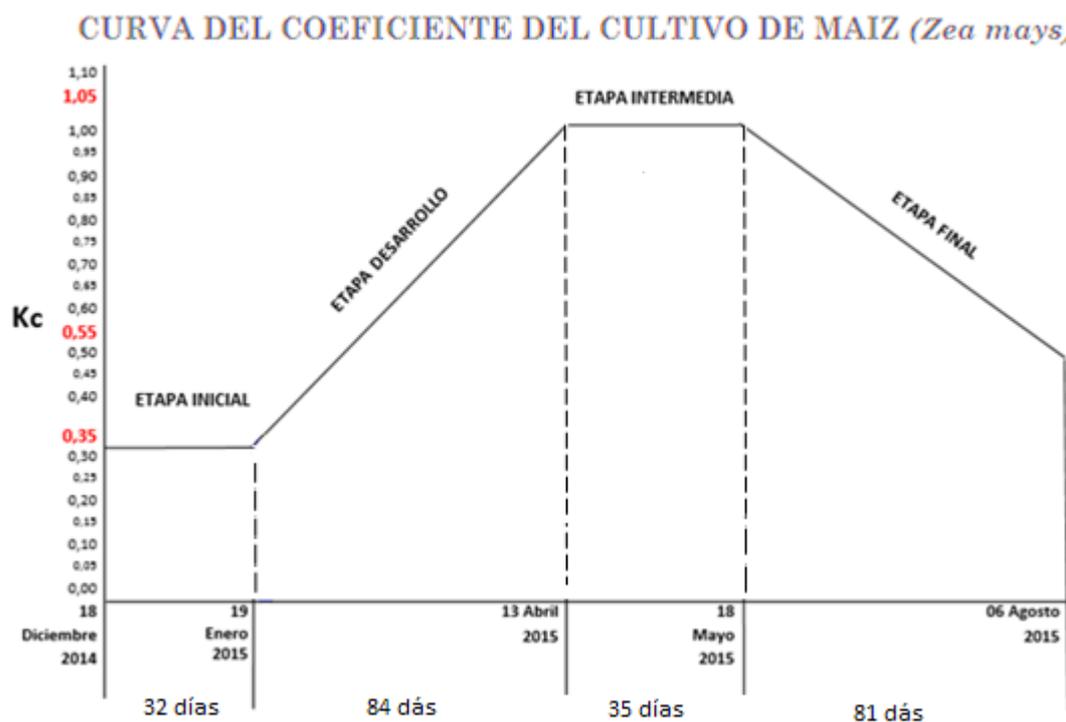
Etapa intermedia

La etapa intermedia tuvo una duración de 35 días, y para la obtención de K_c se basó en la anexo 11, con los promedios de humedad relativa 77,80 % y velocidad de viento 1,5 m/s la cual como consecuencia se obtuvo un valor de K_c para la etapa intermedia de 1,05 para los 35 días.

Etapa final

La etapa final tuvo una duración de 81 días, y para la obtención de K_c se basó en la anexo 11 con los promedios de humedad relativa 77,2% y velocidad de viento 1,7 m/s la cual como consecuencia se obtuvo un valor de K_c para la etapa intermedia de 0,55 respectivamente para los valores de K_c de los 81 días de la etapa final descenderíamos del valor de K_c de la etapa intermedia hasta la etapa final en Microsoft Excel.

Curva de coeficiente de cultivo para el maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo



Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

FIGURA 5 Construcción de la curva de creciente de cultivo del maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo.

4.1.6. Profundidad radicular del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo



Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

FIGURA 6 Profundidad radicular del cultivo del maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo.

CUADRO 20 PROFUNDIDAD RADICULAR DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) var. BLANCO HARINOSO CRIOLLO

ETAPAS	PROFUNDIDAD RADICULAR (cm)
Etapa Inicial	22,2
Etapa Desarrollo	38,2
Etapa Intermedia	42,3
Etapa Final	62,9

Elaborado por: Anabel Oñate, 2015

Etapa inicial

El valor promedio de la profundidad radicular de la primera etapa es de 22,2 centímetros como se indica en el cuadro 20, la cual comprende el 18 de Diciembre del 2014 (siembra) hasta cuando el cultivo cubrió el 10 % del área del ensayo, la cual finalizó el 19 de Enero del 2015, con una duración de 32 días.

Etapa desarrollo

El valor promedio de la profundidad radicular de la segunda etapa es de 38,2 centímetros como se indica en el cuadro 20, la cual comprende desde el final de la etapa inicial el 19 de Enero del 2015 hasta el comienzo de la floración el 13 de Abril del 2015.

Etapa intermedia

El valor promedio de la profundidad radicular de la tercera etapa es de 42,3 centímetros como se indica en el cuadro 20, la cual comprende desde el final de la etapa desarrollo el 13 de Abril del 2015 hasta el comienzo de la madurez del cultivo, indicada por la madurez de la mazorca y comienzo de la caída de las hojas el 18 de Mayo del 2015.

Etapas final

El valor promedio de la profundidad radicular de la cuarta etapa es de 62,9 centímetros como se indica en el cuadro 20, la cual comprende desde el final de la etapa intermedia el 18 de Mayo del 2015 hasta la madurez fisiológica y senescencia del cultivo el 6 de Agosto del 2015.

4.2. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis de la duración de las etapas fenológicas se descarta, por cuanto el ciclo del cultivo se prolongó 92 días.

Los resultados obtenidos en el ensayo en relación con el comparado, es mayor por lo tanto la hipótesis no guarda relación.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Con respecto a las etapas fenológicas del cultivo maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo se estableció que, el ciclo es de 232 días desde el 18 de diciembre del 2014 día de la siembra, hasta el 6 de agosto del 2015, día que cumplió su madurez fisiológica; determinando, que la duración de la etapa inicial fue de 32 días, la etapa de desarrollo 84 días, etapa intermedia 35 días y la final 81 días.

En relación a la profundidad radicular por etapa se determinó que en la etapa inicial se obtuvo una longitud del sistema radicular de 22,2 cm, en la etapa de desarrollo 38,2cm; etapa intermedia 42,3 cm y en la etapa fina 62,9 cm.

Referente a los factores climáticos durante el ciclo de cultivo se registró una precipitación acumulada de 494 mm; precipitación diaria de 1,44 mm; humedad relativa media diaria de 75,76%; temperatura diaria de 13,55°C; heliofanía acumulada de 771 horas y heliofanía diaria de 3,26 horas.

Con respecto al coeficiente de cultivo (K_c) determinamos que, durante los 32 días de la etapa inicial se tuvo un K_c de 0,32; para la etapa de desarrollo en un tiempo de 84 días se calculó un aumento progresivo diario de 0,0087 hasta 1,05 que fue el K_c de la etapa intermedia, el cual fue constante durante la misma y para la etapa final el K_c decrece diariamente desde el valor de K_c de la etapa intermedia en 0,0062 hasta llegar al 0,55.

Del análisis de la duración de cada una de las etapas y los factores climáticos se calculó la evapotranspiración del cultivo ET_c , siendo 0,78 mm el valor de la etapa inicial; 1,80 mm en la etapa de desarrollo, 2,27 mm de la etapa intermedia y 1,62 mm en la etapa final.

5.2. RECOMENDACIONES

De los resultados de esta investigación, se recomienda a los agricultores, tomar en cuenta los datos de la duración de las etapas fenológicas, para que programen la fecha de siembra del maíz, lo cual favorecerá a que la comercialización sea en meses de mayor demanda del producto.

Continuar con este tipo de investigaciones en otras variedades de maíz, e incluso en otras especies de plantas para poseer información bibliográfica con valores locales, así no depender de datos de otros países que no se acoplan con nuestra realidad climática y genotípica.

Realizar investigaciones similares sobre las etapas fenológicas en otras especies de cultivos, considerando las condiciones edafológicas de la zona en la cual se desarrolle el ensayo.

CAPITULO 6

PROPUESTA

6.1. TITULO

Cultivar maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo, aplicando un calendario de riego.

6.2. FUNDAMENTACIÓN

Los organismos vivos por haberse originado y evolucionado en ambientes acuosos, son absolutamente dependientes del agua, tanto que, en cantidades inadecuadas, los seres vivos, como las plantas se les hace difícil cumplir con normalidad sus procesos fisiológicos. El consumo de agua por los cultivos está determinada por la evapotranspiración, cantidad de agua retenida en los tejidos vegetales y demanda por etapa fisiológica, pero el desconocimiento de factores como la duración de las etapas de un cultivo, profundidad radicular y la escasa información bibliográfica con datos acordes a las condiciones climáticas del Ecuador ha generado que, muchos de los agricultores manejen inadecuadamente sus cultivos con relación a la satisfacción de las demandas hídricas, esto ha ocasionado un decremento de su producción, además no programar sus siembras en una fecha oportuna, ha generado una sobre oferta lo que conlleva a una comercialización con precios bajos y por ende un decremento en sus ingresos económicos

6.3. OBJETIVOS

6.3.1. Objetivo general

Contribuir al mejoramiento tecnológico del cultivo de maíz (*Zea mays*) var. blanco harinoso criollo, con datos relacionados a los parámetros fenológicos y radicales que se adapten a las condiciones locales.

6.3.2. Objetivos Específicos

Aplicar los resultados de duración de las etapas fenológicas del maíz, para programar la época de siembra, y así obtener un mayor rédito económico.

Suministrar la demanda hídrica necesaria para el cultivo maíz, de acuerdo a la profundidad radicular que alcanza en cada etapa fenológica de este.

6.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La escasa información de la duración del ciclo de cultivo de maíz, y profundidad radicular propia de nuestra zona, y la dependencia de datos de otros países que no se acercan a nuestra realidad climática, edáfica y geográfica, ha ocasionado que los agricultores no prevean una época oportuna para la siembra y no sepan suministrar adecuadamente el recurso hídrico en cantidad y frecuencia; de ahí que es importante realizar esta investigación, para aportar con datos que les ayude a manejar el cultivo de forma más eficiente. Con lo cual se podrá ofertar el producto en los meses en donde el precio justifique la inversión, de esta forma elevar el nivel de vida de los productores.

6.5. MANEJO TÉCNICO

6.5.1. Labores preculturales

Realizar las labores de arado, rastrado y eliminación de rastrojos. Construir surcos cada 60 cm y nivelar con la finalidad de poseer un terreno listo para el riego y posterior siembra.

6.5.2. Siembra

Sembrar a una distancia de cincuenta centímetros entre planta y sesenta centímetros entre hilera.

6.5.3. Riego

El riego se debe realizar considerando la cantidad de precipitación e cada etapa y mes en el cual se desarrolla el cultivo.

Etapa fenológica	Mes	Volumen de aporte lt/ha	Tiempo de riego (seg)	Tiempo de riego (min)
Etapa I	Del 18 diciembre hasta el 18 enero	49960,00	10629,79	177,16
Etapa II	Del 19 de enero hasta el 12 de abril	865269,59	184099,91	3068,33
Etapa III	Del 13 de abril hasta el 17 de mayo	524863,44	111673,07	1861,22
Etapa IV	Del 18 de mayo hasta el 6 de agosto	620374,3	131994,5	2199,9

6.5.4. Fertilización

Frecuencia	18-46-0 (kg/ha)	Sulpomag (kg/ha)	Urea (kg/ha)
Al momento de la siembra	54,35	22,73	33,09
A los 60 días luego de la siembra	54,35	22,73	98,30

6.5.5. Control de malezas

Dependerá del área a cultivarse esta puede ser manualmente en extensiones pequeñas menores a 500 m²; control químico con herbicidas selectivos en extensiones que superen los 500 m² de manera que justique en uso de recursos.

6.5.6. Control fitosanitarios

Plaga	Control	Ingrediente activo	Función	Dosis
Hongos	Vitavax 300 WP	Carboxin+Captan	Fungicida curativo y/o preventivo	1,5 g/lt

Pulgones	Curacrom	Deltamethrin+aditivos	Insecticida	0,75 cc/lt
Cutzos	Engeo	Tiametoxam+lambda +cyalotrina	Insecticida	0,75 cc/lt
Larvas	Aceite de cocina		Adherente para insectos	¼ litro

6.5.7. Cosecha

La cosecha se realizó cuando la base de gran estuvo oscura es decir cuando llego a su madurez fisiológica con el 28% de humedad de ahí se realizó un secado del grano l sol, así se consiguió bajar la temperatura de 15^a a 13% de humedad listo para el almacenamiento.

BIBLIOGRAFÍA

Amaris, L.; Quiros, A. 1996. Efecto de las condiciones agrometeorológicas sobre un cultivar criollo y dos híbridos de maíz en cuatro fechas de siembra. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3827/1/T-ESPE-IASA%20II-002348.pdf>

Avidan, A. 2002. Determinación del régimen de riego de los cultivos. Israel, Cinadco. 356 p.

Bustamante, D. 2010. Obtención de mote a partir de maíz (*Zea mays L.*) variedad Iniap-111 Guagal mejorado, mediante la utilización de diferentes niveles de hidróxido de calcio cal-p24 y control de tiempos de cocción, para la remoción de la cutícula. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/951/1/0.32%20AI.pdf>.

Calero, F. 2006. Generalidades del cultivo de maíz. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/581/1/13T0665%20OROZCO%20JORGE.pdf>.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 2004. Etapas de crecimiento del maíz. México. (En línea). Disponible en <http://maizedoctor.cimmyt.org/index.php/es/empezando/9?task=view>.

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato (CESAVEG). 2007. Campaña de manejo fitosanitario de cultivos básicos de maíz. México. s/edición. s/editorial. 20 pág.

Cruz, S. 2006. Obtención de mote a partir de maíz (*Zea mays L.*) Variedad iniap-111 guagal mejorado, mediante la utilización de diferentes niveles de hidróxido de calcio cal-p24 y control de tiempos de cocción, para la remoción de la cutícula. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/951/1/0.32%20AI.pdf>.

Guerrero, M. 2012. Evapotranspiración. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/24771/15T00520.pdf>.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2011. Manejo integrado del cultivo del maíz suave. (En línea). Consultado el 16 de Enero del 2014. Disponible en: http://www.unl.edu.ec/agropecuaria/wp-content/uploads/2012/-03/manejo-de-cultivo-de-maiz_Iniap-GIZ1.pdf.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2010. Programa de maíz. Variedad de maíz blanco harinoso para consumo humano. (En línea). Consultado el 16 de Enero del 2014. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/INIAP%20103%20MISHQUI%20SARA%20Variedad%20de%20ma%C3%ADz%20blanco%20harinoso%20par%20consumo%20humano.pdf>

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). 2004. Labranza cero y mínima en el maíz, maíz y frejol asociado. (En línea). Consultado el 16 de Enero del 2014. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Labranza%20Cero%20y%20M%C3%ADnima%20en%20Ma%C3%ADz%20y%20Ma%C3%ADz-Fr%C3%A9jol%20en%20asocio.%20Proyecto%20IQ-CV-096.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (INEC). 2011. Superficie, producción y ventas, según región y provincia maíz suave seco (grano seco) y maíz suave choclo (en choclo) (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac-2011/espac.swf

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2015. Registro anual de observaciones meteorológicas. Estación Agrometeorológica Querochaca. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ambato, Ecuador.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2006. Evapotranspiración del cultivo, guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma. s/edición. s/editorial. 298 pág.

Ortas, A. 2008. El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales. Boletín N°7. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en:<http://nolaboreo.es/publicaciones/articulos/pdf/maiz.pdf>.

Revelo, M. 2006. Proyecto de prefactibilidad para la comercialización de maíz (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6982/1/27776_1.pdf

Ritchie, H.; Hanway, R. 1982. Jornada de manejo sustentable del cultivo del maíz. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en:<http://www.fps.org.mx/divulgacion/attachments/article/842/Jornada%20de%20manejo%20sustentable%20del%20cultivo%20del%20maiz.pdf>.

Sánchez, G.; Villamizar, H. 2003. Obtención de mote a partir de maíz (*Zea mays L.*) variedad Iniap-111 Guagal mejorado, mediante la utilización de diferentes niveles de hidróxido de calcio cal-p24 y control de tiempos de cocción, para la remoción de la cutícula. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en:<http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/951/1/0.32%20AI.pdf>.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). 2011. Manual de observaciones fenológicas. Perú. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agro-clima/efenologicos/manual_fenologico.pdf.

Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), 1999. Efecto de las condiciones agrometeorológicas sobre un cultivar criollo y dos híbridos de maíz en cuatro Fechas de siembra. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en:<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/210-00/3827/1/T-ESPE-IASA%20II-002348.pdf>.

Slhfarm, A. sf. Uso consuntivo de maíz. (En línea). Consultado el 20 de Noviembre del 2013. Disponible en: <http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/813/1/010.-AG.pdf>

Trezza, R. s.f. Folleto Determinación de la Evapotranspiración de los cultivos. Universidad de Utah State. California, USA.

ANEXOS

ANEXO 1 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c DE LA ETAPA INICIAL DEL MAÍZ

MES	FECHA	TEMPERATURA MÁXIMA T_{max}	TEMPERATURA MEDIA T_{med}	TEMPERATURA MÍNIMA T_{min}	EVAPORACIÓN E_p	HUMEDAD RELATIVA HR	VELOCIDAD DEL VIENTO (v, v)	VELOCIDAD DEL VIENTO (v, v)	COEFICIENTE DE INSTALACIÓN K_p	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL ET_p	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c
		° C	° C	° C	mm/día	%	Km/día	m/s		mm/día		mm/día
DICIEMBRE	18	19,60	14,30	8,90	2,80	71,0	144,29	1,67	0,85	2,38	0,32	0,76
	19	23,70	16,90	10,10	4,80	74,0	86,40	1,00	0,85	4,08	0,32	1,31
	20	21,50	16,10	10,70	3,80	66,0	230,69	2,67	0,70	2,66	0,32	0,85
	21	22,10	16,10	10,10	4,10	69,0	114,91	1,33	0,75	3,08	0,32	0,99
	22	17,50	13,90	10,20	2,80	74,0	201,31	2,33	0,75	2,10	0,32	0,67
	23	17,80	12,00	6,10	3,40	64,0	28,51	0,33	0,75	2,55	0,32	0,82
	24	19,50	14,50	9,40	3,70	70,0	144,29	1,67	0,85	3,15	0,32	1,01
	25	18,10	13,90	9,60	3,10	77,0	86,40	1,00	0,85	2,64	0,32	0,84
	26	17,30	14,10	10,90	2,40	76,0	201,31	2,33	0,75	1,80	0,32	0,58
	27	16,50	13,30	10,10	1,30	82,0	144,29	1,67	0,85	1,11	0,32	0,36
	28	16,10	13,10	10,00	2,60	84,0	28,51	0,33	0,85	2,21	0,32	0,71
	29	15,40	12,60	9,80	1,80	77,0	57,89	0,67	0,85	1,53	0,32	0,49
	30	20,90	14,90	8,90	3,60	70,0	86,40	1,00	0,85	3,06	0,32	0,98
31	17,30	13,30	9,20	2,00	77,0	114,91	1,33	0,85	1,70	0,32	0,54	
ENERO	1	20,70	15,20	9,70	4,30	68,0	57,89	0,67	0,75	3,23	0,32	1,03
	2	16,50	12,70	8,80	2,40	74,0	201,31	2,33	0,75	1,80	0,32	0,58
	3	15,10	12,50	9,80	2,10	69,0	144,29	1,67	0,75	1,58	0,32	0,51
	4	15,70	11,70	7,60	1,40	83,0	230,69	2,67	0,75	1,05	0,32	0,34
	5	17,20	12,20	7,20	2,10	77,0	201,31	2,33	0,75	1,58	0,32	0,51
	6	20,90	14,90	8,90	3,40	74,0	144,29	1,67	0,85	2,89	0,32	0,92
	7	17,90	13,50	9,00	2,30	71,0	201,31	2,33	0,75	1,73	0,32	0,55
	8	19,70	14,80	9,90	3,80	72,0	172,80	2,00	0,75	2,85	0,32	0,91
	9	17,30	14,10	10,90	3,10	79,0	230,69	2,67	0,75	2,33	0,32	0,75
	10	17,30	13,50	9,60	3,50	80,0	317,09	3,67	0,75	2,63	0,32	0,84
	11	17,10	13,50	9,90	2,80	78,0	144,29	1,67	0,85	2,38	0,32	0,76
	12	17,70	14,00	10,30	2,70	71,0	259,20	3,00	0,75	2,03	0,32	0,65

		EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO										
		ET_c										
		K_c										
		EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL										
		ET_p										
		COEFICIENTE DE INSTALACIÓN										
		K										
		VELOCIDAD DEL VIENTO										
		(v_p)										
		VELOCIDAD DEL VIENTO										
		(v_p)										
		HUMEDAD RELATIVA										
		HR										
		EVAPORACIÓN										
		E_p										
		TEMPERATURA MÍNIMA										
		T_{min}										
		TEMPERATURA MEDIA										
		T_{med}										
		TEMPERATURA MÁXIMA										
		T_{max}										
FECHA												
MES												
ENERO	13	19,60	14,80	9,90	3,20	75,0	144,29	1,67	0,85	2,72	0,32	0,87
	14	21,60	14,40	7,20	5,00	66,0	114,91	1,33	0,75	3,75	0,32	1,20
	15	21,50	14,10	6,70	4,30	69,0	144,29	1,67	0,75	3,23	0,32	1,03
	16	22,30	15,50	8,70	4,10	68,0	114,91	1,33	0,75	3,08	0,32	0,99
	17	22,40	16,00	9,60	4,10	68,0	172,80	2,00	0,70	2,87	0,32	0,92
	18	18,90	14,30	9,70	2,20	83,0	144,29	1,67	0,85	1,87	0,32	0,60
SUMATORIA		602,7	450,7	297,4	99,00	2356,	4839,26	56,01	25,20	77,59	10,24	24,85
PROMEDIO		18,83	14,08	9,29	3,09	73,63	150,34	1,74	0,79	2,43	0,32	0,78

ANEXO 2 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c DE LA ETAPA
DESARROLLO DEL MAÍZ

MES	FECHA	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MEDIA	TEMPERATURA MÍNIMA	EVAPORACIÓN	HUMEDAD RELATIVA	VELOCIDAD DEL VIENTO	VELOCIDAD DEL VIENTO	COEFICIENTE DE INSTALACIÓN	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	COEFICIENTE DEL CULTIVO	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO
		T_{max} °C	T_{med} °C	T_{min} °C	E_v mm/día	HR %	(v_p) Km/día	(v_p) m/s	K_p	E_T mm/día	K_c	ET_c mm/día
FEBRERO	19	21,50	15,40	9,30	4,20	71,00	57,89	0,67	0,85	3,57	0,33	1,17
	20	17,50	13,70	9,90	2,20	76,00	114,91	1,33	0,85	1,87	0,34	0,63
	21	19,30	14,60	9,90	3,00	74,00	201,31	2,33	0,75	2,25	0,35	0,78
	22	15,30	12,00	8,70	1,50	78,00	86,40	1,00	0,85	1,28	0,35	0,45
	23	14,90	11,10	7,20	0,80	93,00	57,89	0,67	0,85	0,68	0,36	0,25
	24	20,30	14,70	9,10	3,40	74,00	57,89	0,67	0,85	2,89	0,37	1,08
	25	18,70	14,30	9,90	2,70	77,00	114,91	1,33	0,85	2,30	0,38	0,87
	26	21,10	14,80	8,40	4,00	68,00	172,80	2,00	0,70	2,80	0,39	1,09
	27	22,10	15,70	9,30	3,10	73,00	172,80	2,00	0,75	2,33	0,40	0,93
	28	18,90	14,50	10,00	3,40	75,00	57,89	0,67	0,85	2,89	0,41	1,18
	29	14,50	12,00	9,40	2,00	82,00	144,29	1,67	0,85	1,70	0,42	0,71
	30	17,20	13,50	9,80	2,10	69,00	144,29	1,67	0,75	1,58	0,42	0,67
	31	14,80	12,30	9,80	2,30	74,00	172,80	2,00	0,75	1,73	0,43	0,75
	1	15,40	13,00	10,50	2,20	78,00	287,71	3,33	0,75	1,65	0,44	0,73
	2	14,60	12,00	9,40	2,30	79,00	172,80	2,00	0,75	1,73	0,45	0,78
	3	18,70	14,20	9,60	3,00	75,00	172,80	2,00	0,75	2,25	0,46	1,03
	4	18,30	13,90	9,50	4,80	79,00	172,80	2,00	0,75	3,60	0,47	1,68
	5	19,50	14,80	10,00	4,10	71,00	172,80	2,00	0,75	3,08	0,48	1,47
	6	22,90	15,00	7,00	4,20	66,00	230,69	2,67	0,70	2,94	0,49	1,43
	7	19,50	14,80	10,10	2,80	79,00	86,40	1,00	0,85	2,38	0,49	1,18
	8	19,10	14,40	9,70	2,10	82,00	57,89	0,67	0,85	1,79	0,50	0,90
	9	21,20	15,30	9,30	4,30	72,00	114,91	1,33	0,85	3,66	0,51	1,87
	10	22,60	16,10	9,50	6,10	67,00	144,29	1,67	0,75	4,58	0,52	2,38
	11	18,50	13,80	9,00	2,70	75,00	172,80	2,00	0,75	2,03	0,53	1,07
	12	19,10	14,30	9,40	3,10	78,00	86,40	1,00	0,85	2,64	0,54	1,42
	13	19,10	15,00	10,80	3,40	79,00	230,69	2,67	0,75	2,55	0,55	1,39
	14	21,50	16,10	10,70	3,70	73,00	172,80	2,00	0,75	2,78	0,55	1,54
	15	17,60	13,60	9,50	2,10	80,00	114,91	1,33	0,85	1,79	0,56	1,01
	16	20,20	14,10	7,90	4,20	70,00	172,80	2,00	0,70	2,94	0,57	1,68
	17	20,50	14,30	8,10	5,40	59,00	317,09	3,67	0,70	3,78	0,58	2,20

MES	FECHA	TEMPERATURA MÁXIMA T_{max}	TEMPERATURA MEDIA T_{med}	TEMPERATURA MÍNIMA T_{min}	EVAPORACIÓN E_p	HUMEDAD RELATIVA HR	VELOCIDAD DEL VIENTO (v_p)	VELOCIDAD DEL VIENTO	COEFICIENTE DE INSTALACIÓN K_p	EVAPOTRANSPIRACIÓ N POTENCIAL ET_p	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓ N DEL CULTIVO ET_c
		° C	° C	° C	mm/día	%	Km/día	m/s		mm/día		mm/día
FEBRERO	18	24,40	14,90	5,40	5,70	61,00	172,80	2,00	0,70	3,99	0,59	2,35
	19	21,30	15,50	9,60	4,50	71,00	201,31	2,33	0,75	3,38	0,60	2,02
	20	23,50	16,30	9,00	5,80	48,00	172,80	2,00	0,70	4,06	0,61	2,46
	21	23,30	14,40	5,50	5,80	62,00	86,40	1,00	0,75	4,35	0,62	2,68
	22	21,70	15,40	9,10	5,60	68,00	114,91	1,33	0,75	4,20	0,62	2,62
	23	22,70	15,80	8,80	4,40	65,00	114,91	1,33	0,75	3,30	0,63	2,09
	24	22,50	15,30	8,10	4,30	63,00	144,29	1,67	0,75	3,23	0,64	2,07
	25	20,80	14,40	7,90	3,20	70,00	172,80	2,00	0,70	2,24	0,65	1,46
	26	21,90	15,10	8,20	5,00	67,00	144,29	1,67	0,75	3,75	0,66	2,47
	27	21,20	15,20	9,20	5,60	66,00	144,29	1,67	0,75	4,20	0,67	2,80
28	19,10	14,50	9,80	3,00	77,00	114,91	1,33	0,85	2,55	0,68	1,72	
MARZO	1	20,90	15,50	10,00	5,60	69,00	114,91	1,33	0,75	4,20	0,68	2,88
	2	23,20	14,80	6,40	4,60	64,00	172,80	2,00	0,70	3,22	0,69	2,23
	3	22,50	15,40	8,30	3,40	68,00	144,29	1,67	0,75	2,55	0,70	1,79
	4	21,00	14,70	8,40	4,00	74,00	86,40	1,00	0,85	3,40	0,71	2,42
	5	20,10	15,00	9,80	3,20	69,00	57,89	0,67	0,75	2,40	0,72	1,73
	6	15,90	12,00	8,00	1,20	78,00	86,40	1,00	0,85	1,02	0,73	0,74
	7	18,70	14,70	10,60	2,20	81,00	230,69	2,67	0,75	1,65	0,74	1,22
	8	17,30	13,80	10,30	3,00	78,00	114,91	1,33	0,85	2,55	0,75	1,90
	9	17,60	14,00	10,40	3,40	76,00	259,20	3,00	0,75	2,55	0,75	1,92
	10	18,70	14,80	10,90	2,80	79,00	287,71	3,33	0,75	2,10	0,76	1,60
	11	17,60	14,10	10,50	2,90	75,00	317,09	3,67	0,75	2,18	0,77	1,68
	12	20,40	14,60	8,70	2,60	72,00	201,31	2,33	0,75	1,95	0,78	1,52
	13	19,90	15,20	10,50	2,80	77,00	86,40	1,00	0,85	2,38	0,79	1,88
	14	21,30	15,60	9,90	2,10	75,00	201,31	2,33	0,75	1,58	0,80	1,26
	15	17,30	14,30	11,30	2,70	79,00	114,91	1,33	0,85	2,30	0,81	1,85
	16	22,10	16,50	10,80	2,80	72,00	114,91	1,33	0,85	2,38	0,82	1,94
	17	21,20	15,50	9,80	2,10	79,00	86,40	1,00	0,85	1,79	0,82	1,47
	18	13,50	11,30	9,00	2,00	92,00	28,51	0,33	0,85	1,70	0,83	1,42
	19	19,10	14,60	10,00	1,10	85,00	57,89	0,67	0,85	0,94	0,84	0,79
	20	14,60	11,90	9,20	1,80	90,00	0,00	0,00	0,85	1,53	0,85	1,30
	21	18,60	13,20	7,80	2,80	72,00	114,91	1,33	0,85	2,38	0,86	2,04
	22	16,10	12,60	9,10	1,50	81,00	57,89	0,67	0,85	1,28	0,87	1,11
	23	19,90	13,20	6,50	3,20	72,00	114,91	1,33	0,85	2,72	0,88	2,38
	24	20,80	14,70	8,50	5,40	71,00	114,91	1,33	0,85	4,59	0,88	4,06
	25	21,60	15,80	9,90	4,10	79,00	114,91	1,33	0,85	3,49	0,89	3,11

MENS	FECHA	TEMPERATURA MÁXIMA T_{max}	TEMPERATURA MEDIA T_{med}	TEMPERATURA MÍNIMA T_{min}	EVAPORACIÓN E_p	HUMEDAD RELATIVA HR	VELOCIDAD DEL VIENTO (v, v^2)	VELOCIDAD DEL VIENTO (v, v^2)	COEFICIENTE DE INSTALACIÓN K_p	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL ET_p	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c
		° C	° C	° C	mm/día	%	Km/día	m/s		mm/día		mm/día
MARZO	26	20,70	15,00	9,30	3,80	71,00	144,29	1,67	0,85	3,23	0,90	2,91
	27	19,60	14,30	8,90	3,20	76,00	201,31	2,33	0,75	2,40	0,91	2,19
	28	19,90	14,20	8,40	2,80	73,00	28,51	0,33	0,85	2,38	0,92	2,19
	29	17,00	13,40	9,80	2,20	86,00	86,40	1,00	0,85	1,87	0,93	1,74
	30	20,30	14,20	8,00	4,80	75,00	57,89	0,67	0,85	4,08	0,94	3,82
	31	19,40	15,20	10,90	4,30	75,00	144,29	1,67	0,85	3,66	0,95	3,46
	1	18,80	13,70	8,60	1,80	77,00	57,89	0,67	0,85	1,53	0,95	1,46
	2	16,50	13,20	9,90	3,20	81,00	28,51	0,33	0,85	2,72	0,96	2,62
	3	18,10	13,50	8,90	2,70	78,00	144,29	1,67	0,85	2,30	0,97	2,23
	4	19,10	13,00	6,90	2,70	75,00	28,51	0,33	0,85	2,30	0,98	2,25
	5	20,50	14,00	7,50	3,80	75,00	28,51	0,33	0,85	3,23	0,99	3,20
	6	16,70	13,10	9,50	3,10	77,00	114,91	1,33	0,85	2,64	1,00	2,63
7	14,70	12,10	9,50	1,50	82,00	144,29	1,67	0,85	1,28	1,01	1,28	
8	19,70	14,50	9,30	3,10	76,00	86,40	1,00	0,85	2,64	1,02	2,68	
9	19,60	14,70	9,70	3,30	78,00	114,91	1,33	0,85	2,81	1,02	2,87	
10	19,50	13,30	7,10	4,40	75,00	201,31	2,33	0,75	3,30	1,03	3,41	
11	17,00	13,50	9,90	2,60	74,00	144,29	1,67	0,85	2,21	1,04	2,30	
12	17,80	14,20	10,50	2,90	71,00	259,20	3,00	0,75	2,18	1,05	2,28	
SUMATORIA		1621,60	1197	768,5	277,60	6246,00	11317,54	130,99	67,00	218,73	57,9	150,78
PROMEDIO		19,30	14,25	9,15	3,30	74,36	134,73	1,56	0,80	2,60	0,69	1,80

ANEXO 3 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c DE LA ETAPA INTERMEDIA DEL MAÍZ

MES	FECHA	TEMPERATURA MÁXIMA T_{max}	TEMPERATURA MEDIA T_{med}	TEMPERATURA MÍNIMA T_{min}	EVAPORACIÓN E_p	HUMEDAD RELATIVA HR	VELOCIDAD DEL VIENTO (v.p)	VELOCIDAD DEL VIENTO (v.p)	COEFICIENTE DE INSTALACIÓN K_a	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL E_T	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO E_{Tc}
		° C	° C	° C	mm/día	%	Km/día	m/s		mm/día		mm/día
ABRIL	13	19,50	14,30	9,10	3,70	72,00	144,29	1,67	0,85	3,15	1,05	3,30
	14	16,30	12,50	8,60	1,10	79,00	28,51	0,33	0,85	0,94	1,05	0,98
	15	20,40	13,60	6,70	3,20	67,00	86,40	1,00	0,75	2,40	1,05	2,52
	16	20,50	14,30	8,10	2,30	82,00	86,40	1,00	0,85	1,96	1,05	2,05
	17	22,10	15,80	9,50	3,60	72,00	114,91	1,33	0,85	3,06	1,05	3,21
	18	21,90	14,20	6,50	2,70	75,00	86,40	1,00	0,85	2,30	1,05	2,41
	19	21,70	15,50	9,30	4,30	71,00	114,91	1,33	0,85	3,66	1,05	3,84
	20	21,30	14,20	7,10	4,40	67,00	57,89	0,67	0,75	3,30	1,05	3,47
	21	16,40	12,80	9,10	1,20	85,00	86,40	1,00	0,85	1,02	1,05	1,07
	22	17,90	13,40	8,90	3,70	74,00	172,80	2,00	0,75	2,78	1,05	2,91
	23	17,50	13,70	9,80	2,20	84,00	114,91	1,33	0,85	1,87	1,05	1,96
	24	16,30	12,40	8,50	1,70	85,00	144,29	1,67	0,85	1,45	1,05	1,52
	25	17,40	13,70	9,90	2,50	81,00	144,29	1,67	0,85	2,13	1,05	2,23
	26	16,50	12,80	9,10	1,20	85,00	259,20	3,00	0,75	0,90	1,05	0,95
	27	17,50	13,70	9,90	4,10	80,00	172,80	2,00	0,75	3,08	1,05	3,23
	28	14,50	12,20	9,80	1,40	80,00	114,91	1,33	0,85	1,19	1,05	1,25
	29	16,50	12,70	8,90	2,70	78,00	201,31	2,33	0,75	2,03	1,05	2,13
30	16,10	12,30	8,40	2,20	81,00	86,40	1,00	0,85	1,87	1,05	1,96	
MAYO	1	18,30	12,70	7,10	2,30	75,00	86,40	1,00	0,85	1,96	1,05	2,05
	2	20,30	12,00	3,70	3,70	69,00	172,80	2,00	0,70	2,59	1,05	2,72
	3	21,70	15,30	8,90	5,30	76,00	57,89	0,67	0,85	4,51	1,05	4,73
	4	19,30	14,00	8,70	3,50	76,00	57,89	0,67	0,85	2,98	1,05	3,12
	5	17,60	13,80	9,90	1,80	82,00	57,89	0,67	0,85	1,53	1,05	1,61
	6	13,90	10,20	6,40	1,80	80,00	287,71	3,33	0,75	1,35	1,05	1,42
	7	19,40	13,20	7,00	2,70	75,00	114,91	1,33	0,85	2,30	1,05	2,41
	8	16,90	12,90	8,80	3,30	78,00	144,29	1,67	0,85	2,81	1,05	2,95
	9	19,20	12,90	6,50	4,20	72,00	172,80	2,00	0,75	3,15	1,05	3,31
	10	17,30	14,00	10,70	3,70	76,00	230,69	2,67	0,75	2,78	1,05	2,91
	11	13,40	11,60	9,80	1,20	86,00	201,31	2,33	0,75	0,90	1,05	0,95
	12	14,80	12,20	9,60	2,00	81,00	114,91	1,33	0,85	1,70	1,05	1,79
	13	15,30	12,60	9,90	2,10	84,00	201,31	2,33	0,75	1,58	1,05	1,65

		EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO											
		E_{T_c}											
		COEFICIENTE DEL CULTIVO											
		K_c											
		EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL											
		E_{T_p}											
		COEFICIENTE DE INSTALACIÓN											
		K_s											
		VELOCIDAD DEL VIENTO											
		(v_p)											
		VELOCIDAD DEL VIENTO											
		(v_p)											
		VELOCIDAD DEL VIENTO											
		(v_p)											
		HUMEDAD RELATIVA											
		HR											
		EVAPORACIÓN											
		E_p											
		TEMPERATURA MÍNIMA											
		T_{min}											
		TEMPERATURA MEDIA											
		T_{med}											
		TEMPERATURA MÁXIMA											
		T_{max}											
		° C											
		° C											
		° C											
		mm/día											
		%											
		Km/día											
		m/s											
													
		mm/día											
		1,05											
		1,58											
		1,34											
		2,41											
		1,52											
		627,10											
		463,70											
		299,10											
		93,70											
		2723,00											
		4664,74											
		53,99											
		28,40											
		75,66											
		36,75											
		79,44											
		17,92											
		13,25											
		8,55											
		2,68											
		77,80											
		133,28											
		1,54											
		0,81											
		2,16											
		1,05											
		2,27											
MAYO		14	15,10	12,10	9,10	2,00	81,00	259,20	3,00	0,75	1,50	1,05	1,58
		15	18,70	14,00	9,20	1,50	74,00	86,40	1,00	0,85	1,28	1,05	1,34
		16	18,90	13,30	7,70	2,70	77,00	114,91	1,33	0,85	2,30	1,05	2,41
		17	16,70	12,80	8,90	1,70	83,00	86,40	1,00	0,85	1,45	1,05	1,52
SUMTORIA			627,10	463,70	299,10	93,70	2723,00	4664,74	53,99	28,40	75,66	36,75	79,44
PROMEDIO			17,92	13,25	8,55	2,68	77,80	133,28	1,54	0,81	2,16	1,05	2,27

ANEXO 4 EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c DE LA ETAPA FINAL DEL MAÍZ

MES	FECHA	TEMPERATURA MÁXIMA T_{max}	TEMPERATURA MEDIA T_{med}	TEMPERATURA MÍNIMA T_{min}	EVAPORACIÓN E_p	HUMEDAD RELATIVA HR	VELOCIDAD DEL VIENTO (v, v)	VELOCIDAD DEL VIENTO (h, v)	COEFICIENTE DE INSTALACIÓN K_p	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL ET_p	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c
		° C	° C	° C	mm/día	%	Km/día	m/s		mm/día		mm/día
MAYO	18	15,90	13,10	10,30	2,00	81,00	144,29	1,67	0,85	1,70	1,04	1,77
	19	19,40	14,10	8,70	3,40	73,00	114,91	1,33	0,85	2,89	1,04	3,00
	20	19,80	14,70	9,60	3,60	81,00	114,91	1,33	0,85	3,06	1,03	3,16
	21	17,20	13,50	9,80	2,00	76,00	57,89	0,67	0,85	1,70	1,03	1,74
	22	20,30	13,00	5,70	3,70	70,00	144,29	1,67	0,75	2,78	1,02	2,83
	23	17,60	13,20	8,80	2,00	83,00	201,31	2,33	0,75	1,50	1,01	1,52
	24	19,70	12,50	5,20	3,50	69,00	144,29	1,67	0,75	2,63	1,01	2,64
	25	19,10	13,50	7,90	2,10	78,00	114,91	1,33	0,85	1,79	1,00	1,79
	26	18,90	13,80	8,60	3,70	74,00	86,40	1,00	0,85	3,15	0,99	3,13
	27	19,30	14,40	9,40	4,20	74,00	114,91	1,33	0,85	3,57	0,99	3,53
	28	14,30	11,20	8,00	1,20	88,00	28,51	0,33	0,85	1,02	0,98	1,00
	29	20,50	14,60	8,70	2,00	76,00	86,40	1,00	0,85	1,70	0,98	1,66
	30	19,70	12,50	5,30	3,00	73,00	114,91	1,33	0,85	2,55	0,97	2,47
	31	17,20	13,20	9,10	3,40	76,00	172,80	2,00	0,75	2,55	0,96	2,46
JUNIO	1	15,90	12,30	8,70	2,20	76,00	201,31	2,33	0,75	1,65	0,96	1,58
	2	17,20	12,50	7,70	1,40	72,00	86,40	1,00	0,85	1,19	0,95	1,13
	3	15,00	11,60	8,20	1,40	83,00	114,91	1,33	0,85	1,19	0,95	1,12
	4	15,30	12,30	9,30	0,40	87,00	144,29	1,67	0,85	0,34	0,94	0,32
	5	14,50	11,50	8,40	1,00	84,00	86,40	1,00	0,85	0,85	0,93	0,79
	6	16,50	13,10	9,70	1,50	84,00	144,29	1,67	0,85	1,28	0,93	1,18
	7	16,80	12,90	9,00	4,00	76,00	144,29	1,67	0,85	3,40	0,92	3,13
	8	13,00	10,70	8,30	1,10	86,00	172,80	2,00	0,75	0,83	0,91	0,75
	9	19,10	13,50	7,80	2,60	72,00	86,40	1,00	0,85	2,21	0,91	2,01
	10	17,40	13,80	10,10	2,90	75,00	114,91	1,33	0,85	2,47	0,90	2,22
	11	17,50	13,00	8,40	3,40	74,00	144,29	1,67	0,85	2,89	0,90	2,59
	12	16,30	12,60	8,90	1,80	81,00	201,31	2,33	0,75	1,35	0,89	1,20
	13	16,20	12,70	9,10	3,20	86,00	57,89	0,67	0,85	2,72	0,88	2,40
	14	19,90	12,90	5,90	5,10	70,00	259,20	3,00	0,70	3,57	0,88	3,13
	15	19,70	13,10	6,50	3,30	72,00	144,29	1,67	0,85	2,81	0,87	2,44
	16	18,00	13,80	9,50	3,30	71,00	144,29	1,67	0,85	2,81	0,86	2,43
	17	16,10	13,00	9,90	2,70	85,00	259,20	3,00	0,75	2,03	0,86	1,74
	18	16,10	11,90	7,70	3,00	79,00	374,11	4,33	0,75	2,25	0,85	1,92

MES	FECHA	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MEDIA	TEMPERATURA MÍNIMA	EVAPORACIÓN	HUMEDAD RELATIVA	VELOCIDAD DEL VIENTO	VELOCIDAD DEL VIENTO	COEFICIENTE DE INSTALACIÓN	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	COEFICIENTE DEL CULTIVO	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO
		T_{max}	T_{med}	T_{min}	E_p	HR	(v, v')	(v, v')	K_p	ET_p	K_c	ET_c
		° C	° C	° C	mm/día	%	Km/día	m/s		mm/día		mm/día
JUNIO	19	13,10	11,20	9,30	1,30	82,00	86,40	1,00	0,85	1,11	0,85	0,94
	20	15,60	11,90	8,10	1,10	87,00	230,69	2,67	0,75	0,83	0,84	0,69
	21	16,40	12,30	8,20	2,50	83,00	144,29	1,67	0,85	2,13	0,83	1,77
	22	16,90	12,40	7,90	3,20	76,00	86,40	1,00	0,85	2,72	0,83	2,25
	23	14,50	11,40	8,30	1,70	81,00	144,29	1,67	0,85	1,45	0,82	1,19
	24	13,90	11,00	8,10	0,60	83,00	403,49	4,67	0,75	0,45	0,82	0,37
	25	14,10	11,70	9,30	0,90	90,00	114,91	1,33	0,85	0,77	0,81	0,62
	26	12,50	10,40	8,20	1,30	84,00	259,20	3,00	0,75	0,98	0,80	0,78
	27	14,40	11,50	8,50	1,10	78,00	144,29	1,67	0,85	0,94	0,80	0,75
	28	15,10	11,80	8,50	2,30	77,00	114,91	1,33	0,85	1,96	0,79	1,55
	29	16,50	12,30	8,10	3,10	72,00	259,20	3,00	0,75	2,33	0,78	1,82
	30	19,30	13,10	6,90	3,20	72,00	57,89	0,67	0,85	2,72	0,78	2,12
JULIO	1	18,00	12,70	7,30	3,70	68,00	114,91	1,33	0,75	2,78	0,77	2,14
	2	18,30	13,30	8,20	3,30	73,00	28,51	0,33	0,85	2,81	0,77	2,15
	3	17,20	11,70	6,20	4,60	67,00	259,20	3,00	0,70	3,22	0,76	2,45
	4	16,40	13,50	10,50	2,90	76,00	172,80	2,00	0,75	2,18	0,75	1,64
	5	16,00	12,80	9,50	3,20	74,00	172,80	2,00	0,75	2,40	0,75	1,79
	6	19,90	14,90	9,80	4,20	75,00	114,91	1,33	0,85	3,57	0,74	2,65
	7	19,40	14,70	10,00	1,60	71,00	144,29	1,67	0,85	1,36	0,74	1,00
	8	18,00	14,00	9,90	3,70	76,00	287,71	3,33	0,75	2,78	0,73	2,02
	9	17,50	13,70	9,80	3,80	74,00	144,29	1,67	0,85	3,23	0,72	2,33
	10	14,50	12,00	9,50	2,10	76,00	230,69	2,67	0,75	1,58	0,72	1,13
	11	13,90	11,70	9,40	1,50	77,00	114,91	1,33	0,85	1,28	0,71	0,91
	12	15,20	12,10	8,90	2,10	80,00	114,91	1,33	0,85	1,79	0,70	1,26
	13	20,20	13,70	7,20	4,90	63,00	114,91	1,33	0,75	3,68	0,70	2,57
	14	19,40	11,00	2,50	3,00	66,00	201,31	2,33	0,70	2,10	0,69	1,45
	15	17,40	11,10	4,80	2,10	76,00	114,91	1,33	0,85	1,79	0,69	1,22
	16	15,90	12,40	8,90	2,70	76,00	201,31	2,33	0,75	2,03	0,68	1,38
	17	17,10	11,00	4,90	2,80	68,00	114,91	1,33	0,75	2,10	0,67	1,41
	18	15,30	11,40	7,40	1,50	85,00	114,91	1,33	0,85	1,28	0,67	0,85
	19	18,70	12,40	6,00	3,30	73,00	86,40	1,00	0,85	2,81	0,66	1,85
	20	19,90	14,40	8,90	3,30	75,00	28,51	0,33	0,85	2,81	0,65	1,84
	21	18,10	13,60	9,00	2,50	73,00	172,80	2,00	0,75	1,88	0,65	1,22

MENS	FECHA	TEMPERATURA MÁXIMA	TEMPERATURA MEDIA	TEMPERATURA MÍNIMA	EVAPORACIÓN	HUMEDAD RELATIVA	VELOCIDAD DEL VIENTO	VELOCIDAD DEL VIENTO	COEFICIENTE DE INSTALACIÓN	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	COEFICIENTE DEL CULTIVO	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO	
		T_{max}	T_{med}	T_{min}	E_p	HR	(v, v)	(v, v)	K_p	ET_p	K_c	ET_c	
		° C	° C	° C	mm/día	%	Km/día	m/s		mm/día		mm/día	
JULIO	22	11,90	10,40	8,90	0,30	88,00	86,40	1,00	0,85	0,26	0,64	0,16	
	23	14,50	11,40	8,30	1,00	84,00	172,80	2,00	0,75	0,75	0,64	0,48	
	24	16,70	12,30	7,80	3,40	76,00	201,31	2,33	0,75	2,55	0,63	1,61	
	25	16,90	11,20	5,50	2,70	79,00	201,31	2,33	0,75	2,03	0,62	1,26	
	26	17,10	12,40	7,60	4,40	72,00	230,69	2,67	0,75	3,30	0,62	2,04	
	27	16,10	12,50	8,90	2,70	84,00	172,80	2,00	0,75	2,03	0,61	1,24	
	28	14,80	12,20	9,50	2,30	80,00	287,71	3,33	0,75	1,73	0,61	1,04	
	29	16,50	12,70	8,80	1,80	77,00	86,40	1,00	0,85	1,53	0,60	0,92	
	30	15,00	11,80	8,60	0,80	80,00	57,89	0,67	0,85	0,68	0,59	0,40	
	31	14,20	11,30	8,40	1,30	84,00	114,91	1,33	0,85	1,11	0,59	0,65	
	1	16,40	12,30	8,20	2,70	75,00	57,89	0,67	0,85	2,30	0,58	1,33	
	2	16,80	13,20	9,50	2,60	76,00	172,80	2,00	0,75	1,95	0,57	1,12	
	3	17,10	13,20	9,20	3,20	72,00	114,91	1,33	0,85	2,72	0,57	1,55	
	4	16,50	12,20	7,80	1,90	80,00	114,91	1,33	0,85	1,62	0,56	0,91	
	5	15,90	12,40	8,90	2,10	82,00	201,31	2,33	0,75	1,58	0,56	0,88	
	6	18,30	12,70	7,10	2,60	72,00	201,31	2,33	0,75	1,95	0,55	1,07	
	SUMATORIA		1362,70	1017,80	669,20	205,00	6253,00	12092,54	139,96	65,30	164,17	64,55	131,55
	PROMEDIO		16,82	12,57	8,26	2,53	77,20	149,29	1,73	0,81	2,03	0,80	1,62

ANEXO 5 BALANCE HÍDRICO (BH), VOLUMEN DE AGUA (V) Y TIEMPO DE RIEGO (T) DE LA ETAPA INICIAL DEL CULTIVO DE MAÍZ

MES	FECHA	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c	PRECIPITACIÓN P	HELIOFANÍA H	BALANCE HÍDRICO BH	SEMANA	SUMATORIA BH	VOLUMEN DE APORTE V	TIEMPO DE RIEGO T	
											mm/día
DICIEMBRE	18	0,32	0,76	0,0	1,40	0,76	1				
	19	0,32	1,31	0,4	7,60	0,91					
	20	0,32	0,85	5,5	3,80	-4,65					
	21	0,32	0,98	1,2	5,80	-0,22					
	22	0,32	0,67	0,5	2,20	0,17					
	23	0,32	0,82	0,2	4,40	0,62					
	24	0,32	1,01	6,0	4,50	-4,99		-7,40	0	0	
	25	0,32	0,84	0,0	3,80	0,84	2				
	26	0,32	0,58	3,0	1,50	-2,42					
	27	0,32	0,35	0,7	0,70	-0,35					
	28	0,32	0,71	0,0	1,10	0,71					
	29	0,32	0,49	0,0	0,00	0,49					
	30	0,32	0,98	0,0	3,20	0,98					
	31	0,32	0,54	0,0	0,90	0,54		0,79	99,10	21,09	
ENERO	1	0,32	1,03	0,1	5,30	0,93	3				
	2	0,32	0,58	0,0	0,50	0,58					
	3	0,32	0,50	0,0	0,50	0,50					
	4	0,32	0,34	2,2	0,60	-1,86					
	5	0,32	0,50	0,0	2,00	0,50					
	6	0,32	0,92	0,0	1,80	0,92					
	7	0,32	0,55	0,0	1,30	0,55		2,13	266,1	56,62	
	8	0,32	0,91	1,9	5,30	-0,99	4				
	9	0,32	0,74	3,0	2,50	-2,26					
	10	0,32	0,84	1,0	3,50	-0,16					
	11	0,32	0,76	0,0	1,60	0,76					
	12	0,32	0,65	0,0	1,7	0,65					
	13	0,32	0,87	0,0	2,70	0,87					
	14	0,32	1,20	0,0	7,50	1,20		0,08	9,50	2,02	
	15	0,32	1,03	0,0	5,00	1,03		5			
	16	0,32	0,98	1,3	6,50	-0,32					

MES	FECHA	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO Et_c	PRECIPITACIÓN P	HELIOFANÍA H	BALANCE HÍDRICO BH	SEMANA	SUMATORIA BH	VOLUMEN DE APORTE V	TIEMPO DE RIEGO T
			mm/día	mm/día	Horas				Litros	Segundos
ENERO	17	0,32	0,92	0,3	3,70	0,62	5			
	18	0,32	0,60	0,4	0,60	0,20				
SUMATORIA		10,24	24,83	27,70	99,80				374,7	79,72
PROMEDIO		0,32	0,78	0,87	3,12				11,71	2,49
<p>*En el balance hídrico BH, los signos positivos muestran que se debe regar mientras los signos negativos indican no regar.</p>										

ANEXO 6 BALANCE HÍDRICO (BH), VOLUMEN DE AGUA (V) Y TIEMPO DE RIEGO (T) DE LA ETAPA DESARROLLO DEL CULTIVO DE MAÍZ

MES	FECHA	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c	PRECIPITACIÓN P	HELIOFANÍA H	BALANCE HÍDRICO BH	SEMANA	SUMATORIA BH	VOLUMEN DE APORTE V	TIEMPO DE RIEGO T
			mm/día	mm/día	Horas				Litros	Segundos
ENERO	19	0,3287	1,17	0,0	4,30	1,17	5	-1,08	0	0
	20	0,3374	0,63	1,0	1,40	-0,37				
	21	0,3461	0,78	4,2	1,8	-3,42				
	22	0,3548	0,45	4,0	1,0	-3,55	6			
	23	0,3635	0,25	1,7	1,6	-1,45				
	24	0,3721	1,08	8,7	2,8	-7,62				
	25	0,3808	0,87	0,5	4,0	0,37				
	26	0,3895	1,09	0,0	5,6	1,09				
	27	0,3982	0,93	0,2	7,5	0,73				
	28	0,4069	1,18	0,0	2,8	1,18	-9,26	0	0	
	29	0,4156	0,71	0,0	0,2	0,71				
	30	0,4243	0,67	0,0	1,0	0,67				
31	0,4330	0,75	0,0	0,6	0,75					
FEBRERO	1	0,4417	0,10	0,3	0,4	-0,20	7			
	2	0,4504	0,78	3,7	1,6	-2,45				
	3	0,4590	1,03	0,0	3,2	1,03				
	4	0,4677	1,68	0,0	2,3	1,68	0,64	80	17	
	5	0,4764	1,47	0,1	5,3	1,37	8			
	6	0,4851	1,43	0,7	8,1	0,73				
	7	0,4938	1,18	5,4	1,8	-4,22				
	8	0,5025	0,90	12,5	1,4	-11,60				
	9	0,5112	1,87	0,0	7,2	1,87				
	10	0,5199	2,38	0,0	7,8	2,38				
	11	0,5286	1,07	0,0	1,4	1,07	-8,42	0	0	
	12	0,5373	1,42	0,0	2,3	1,42	9			
	13	0,5460	1,39	0,0	3,4	1,39				

MES	FECHA	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c	PRECIPITACIÓN P	HELIOFANÍA H	BALANCE HÍDRICO BH	SEMANA	SUMATORIA BH	VOLUMEN DE APORTE V	TIEMPO DE RIEGO T
			mm/día	mm/día	Horas				Litros	Segundos
FEBRERO	14	0,5546	1,54	5,1	4,2	-3,56	9			
	15	0,5633	1,01	0,0	2,0	-1,01				
	16	0,5720	1,68	0,0	6,6	1,68				
	17	0,5807	2,20	0,0	8,6	2,20				
	18	0,5894	2,35	0,0	10,4	2,35		6,48	810	172
	19	0,5981	2,02	0,0	5,0	2,02	10			
	20	0,6068	2,46	0,0	7,4	2,46				
	21	0,6155	2,68	2,0	8,8	0,68				
	22	0,6242	2,62	0,0	7,8	2,62				
	23	0,6329	2,09	0,0	6,2	2,09				
	24	0,6415	2,07	1,9	6,4	0,17				
	25	0,6502	1,46	0,0	3,5	1,46		11,49	1436,86	305,72
	26	0,6589	2,47	0,0	4,9	2,47	11			
	27	0,6676	2,80	0,0	5,4	2,80				
28	0,6763	1,72	0,0	2,2	1,72					
1	0,6850	2,88	0,0	5,9	2,88					
2	0,6937	2,23	0,7	5,8	1,53	12				
3	0,7024	1,79	0,8	5,2	0,99					
4	0,7111	2,42	0,5	4,5	1,92		14,32	1789,87	380,82	
5	0,7198	1,73	0,0	2,7	1,73					
6	0,7285	0,74	0,0	0,0	0,74	13				
7	0,7371	1,22	0,0	1,5	1,22					
8	0,7458	1,90	0,5	3,9	1,40					
9	0,7545	1,92	0,7	2,6	1,22					
10	0,7632	1,60	0,6	2,8	1,00					
11	0,7719	1,68	0,1	1,0	1,58		8,89	1111,79	236,55	
12	0,7806	1,52	0,5	1,1	1,02					
13	0,7893	1,88	0,4	3,1	1,48					
14	0,7980	1,26	1,8	4,3	-0,54					
15	0,8067	1,85	0,6	1,1	1,25					
16	0,8154	1,94	0,0	2,8	1,94					

MES	FECHA	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c	PRECIPITACIÓN P	HELIOFANÍA H	BALANCE HÍDRICO BH	SEMANA	SUMATORIA BH	VOLUMEN DE APORTE V	TIEMPO DE RIEGO T
			mm/día	mm/día	Horas				Litros	Segundos
MARZO	17	0,8240	1,47	14,8	1,4	-13,33	13	-11,66	0	0
	18	0,8327	1,42	4,9	0,0	-3,48				
	19	0,8414	0,79	14,5	0,9	-13,71				
	20	0,8501	1,30	1,8	0,0	-0,50	14			
	21	0,8588	2,04	0,0	4,5	2,04				
	22	0,8675	1,11	2,7	0,1	-1,59				
	23	0,8762	2,38	1,2	6,3	1,18				
	24	0,8849	4,06	0,0	7,3	4,06				
	25	0,8936	3,11	2,0	4,5	1,11				
	26	0,9023	2,91	0,0	4,3	2,91	15	-7,40	0	0
	27	0,9110	2,19	0,0	2,8	2,19				
	28	0,9196	2,19	5,2	2,4	-3,01				
	29	0,9283	1,74	9,6	1,7	-7,86				
	30	0,9370	3,82	4,8	6,4	-0,98				
	31	0,9457	3,46	4,6	7,1	-1,14				
ABRIL	1	0,9544	1,46	2,2	3,3	-0,74	16	-8,63	0	0
	2	0,9631	2,62	0,8	0,9	1,82				
	3	0,9718	2,23	0,0	3,6	2,23				
	4	0,9805	2,25	0,0	2,7	2,25				
	5	0,9892	3,20	1,8	4,4	1,40				
	6	0,9979	2,63	2,2	1,1	0,43				
	7	1,0065	1,28	0,2	0,3	1,08				
	8	1,0152	2,68	1,8	3,5	0,88				
	9	1,0239	2,87	0,2	4,0	2,67				
	10	1,0326	3,41	0,0	6,1	3,41				
	11	1,0413	2,30	0,0	0,6	2,30				
	12	1,0500	2,28	0,8	3,4	1,48				
SUMATORIA		57,9	150,8	135,3	302,0			6489,5	1380,7	
PROMEDIO		0,70	1,80	1,6	3,6			77,3	16,4	

*En el balance hídrico BH, los signos positivos muestran que se debe regar mientras los signos negativos indican no regar.

ANEXO 7 BALANCE HÍDRICO (BH), VOLUMEN DE AGUA (V) Y TIEMPO DE RIEGO (T) DE LA ETAPA INTERMEDIA DEL CULTIVO DE MAÍZ

MES	FECHA	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c	PRECIPITACIÓN P	HELIOFANÍA H	BALANCE HÍDRICO BH	SEMANA	SUMATORIA BH	VOLUMEN DE APORTE V
			mm/día	mm/día	Horas				Litros
ABRIL	13	1,05	3,30	0,2	4,5	3,10	17	3,10	
	14	1,05	0,98	1,2	0,0	-0,22		-0,22	
	15	1,05	2,52	0,0	5,3	2,52		2,52	15,27
	16	1,05	2,05	1,0	3,1	1,05	18	1,05	
	17	1,05	3,21	0,0	4,0	3,21		3,21	
	18	1,05	2,41	1,4	3,0	1,01		1,01	
	19	1,05	3,84	0,0	6,8	3,84		3,84	
	20	1,05	3,47	3,3	5,4	0,17		0,17	
	21	1,05	1,07	4,4	1,4	-3,33		-3,33	
	22	1,05	2,91	2,4	5,7	0,51		0,51	6,46
	23	1,05	1,96	1,1	3,0	0,86	19	0,86	
	24	1,05	1,52	0,5	1,2	1,02		1,02	
	25	1,05	2,23	10,7	3,5	-8,47		-8,47	
	26	1,05	0,95	0,6	3,2	0,35		0,35	
	27	1,05	3,23	0,2	3,8	3,03		3,03	
	28	1,05	1,25	1,1	0,1	0,15		0,15	
	29	1,05	2,13	0,0	2,9	2,13		2,13	-0,94
30	1,05	1,96	0,0	0,8	1,96	MAYO	1,96		
1	1,05	2,05	0,0	0,9	2,05		2,05		
2	1,05	2,72	1,8	8,5	0,92		0,92		
3	1,05	4,73	17,8	7,4	-13,07		-13,07		
4	1,05	3,12	3,0	3,4	0,12		0,12		
5	1,05	1,61	0,0	0,5	1,61		1,61		
6	1,05	1,42	0,0	0,0	1,42		1,42	-4,99	
7	1,05	2,41	0,0	4,4	2,41		21	2,41	
8	1,05	2,95	0,0	3,0	2,95			2,95	
9	1,05	3,31	0,0	5,6	3,31			3,31	
10	1,05	2,91	1,0	6,4	1,91			1,91	
11	1,05	0,95	1,2	0,9	-0,26	-0,26			

MES	FECHA	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c mm/día	PRECIPITACIÓN p mm/día	HELIOFANÍA H Horas	BALANCE HÍDRICO BH	SEMANA	SUMATORIA BH	VOLUMEN DE APORTE V Litros	TIEMPO DE RIEGO T Segundos
MAYO	12	1,05	1,79	3,6	1,2	-1,82	21	-1,82		
	13	1,05	1,65	0,4	0,4	1,25		1,25	9,76	1220,00
	14	1,05	1,58	0,0	0,4	1,58		1,58		
	15	1,05	1,34	0,0	1,5	1,34	22	1,34		
	16	1,05	2,41	2,9	3,1	-0,49		-0,49		
	17	1,05	1,52	1,3	0,1	0,22		0,22		
SUMTORIA	36,75	79,44	61,10	105,4				3936,5	837,5	
PROMEDIO	1,05	2,27	1,75	3,0				112,5	23,9	

ANEXO 8 BALANCE HÍDRICO (BH), VOLUMEN DE AGUA (V) Y TIEMPO DE RIEGO (T) DE LA ETAPA FINAL DEL CULTIVO DE MAÍZ

MES	FECHA	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c	PRECIPITACIÓN P	HELIOFANÍA H	BALANCE HÍDRICO BH	SEMANA	SUMATORIA BH	VOLUMEN DE APORTE V	TIEMPO DE RIEGO T
			mm/día	mm/día	Horas				Litros	Segundos
MAYO	18	1,0438	1,77	0,0	0,5	1,77	22	10,07	1258,75	267,82
	19	1,0377	3,00	0,0	5,1	3,00				
	20	1,0315	3,16	0,5	2,6	2,66				
	21	1,0253	1,74	0,0	2,0	1,74	23			
	22	1,0191	2,83	0,0	7,1	2,83				
	23	1,0130	1,52	2,1	1,0	-0,58				
	24	1,0068	2,64	0,1	7,1	2,54				
	25	1,0006	1,79	0,0	1,6	1,79				
	26	0,9944	3,13	0,1	5,2	3,03				
	27	0,9883	3,53	2,7	6,0	0,83				
	28	0,9821	1,00	6,5	0,1	-5,50	24			
	29	0,9759	1,66	1,5	3,2	0,16				
	30	0,9698	2,47	0,0	6,3	2,47				
	31	0,9636	2,46	0,3	4,4	2,16				
JUNIO	1	0,9574	1,58	3,1	3,2	-1,52	25	-12,87	0	0
	2	0,9512	1,13	10,4	2,6	-9,27				
	3	0,9451	1,12	2,5	0,9	-1,38				
	4	0,9389	0,32	7,6	2,3	-7,28				
	5	0,9327	0,79	6,9	0,2	-6,11	26	-17,99	0	0
	6	0,9265	1,18	2,0	4,4	-0,82				
	7	0,9204	3,13	2,4	5,0	0,73				
	8	0,9142	0,75	6,1	0,0	-5,35				
	9	0,9080	2,01	3,0	3,1	-0,99				
	10	0,9019	2,22	0,4	2,6	1,82				
	11	0,8957	2,59	0,6	3,0	1,99				
	12	0,8895	1,20	6,6	2,6	-5,40				
	13	0,8833	2,40	0,4	0,2	2,00				
	14	0,8772	3,13	0,0	0,5	3,13				

MES	FECHA	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c	PRECIPITACIÓN P	HELIOFANÍA H	BALANCE HÍDRICO BH	SEMANA	SUMATORIA BH	VOLUMEN DE APORTE V		TIEMPO DE RIEGO T			
									Litros	Segundos				
JULIO	15	0,8710	2,44	7,3	6,9	-4,86	26	-7,87	0	0				
	16	0,8648	2,43	8,2	5,0	-5,77								
	17	0,8586	1,74	0,7	3,8	1,04								
	18	0,8525	1,92	12,1	5,7	-10,18	27							
	19	0,8463	0,94	4,8	0,0	-3,86								
	20	0,8401	0,69	3,1	1,3	-2,41								
	21	0,8340	1,77	0,4	1,6	1,37								
	22	0,8278	2,25	0,7	5,2	1,55								
	23	0,8216	1,19	1,5	0,4	-0,31								
	24	0,8154	0,37	7,1	0,2	-6,73					-20,58	0	0	
	25	0,8093	0,62	8,4	0,3	-7,78	28							
	26	0,8031	0,78	4,8	0,0	-4,02								
	27	0,7969	0,75	4,1	3,7	-3,35								
	28	0,7907	1,55	0,0	3,1	1,55								
	29	0,7846	1,82	0,0	3,0	1,82								
30	0,7784	2,12	0,1	5,0	2,02									
1	0,7722	2,14	0,0	4,8	2,14	-7,62					0	0		
JULIO	2	0,7660	2,15	0,0	3,6	2,15	29							
	3	0,7599	2,45	0,0	8,0	2,45								
	4	0,7537	1,64	1,5	1,4	0,14								
	5	0,7475	1,79	0,6	2,9	1,19								
	6	0,7414	2,65	9,2	6,3	-0,55								
	7	0,7352	1,00	17,3	6,5	-0,60								
	8	0,7290	2,02	0,0	2,4	2,02					9,10	1137	242	
	9	0,7228	2,33	1,3	5,3	1,03	30							
	10	0,7167	1,13	0,6	1,4	0,53								
	11	0,7105	0,91	2,2	0,7	-1,29								
	12	0,7043	1,26	6,1	1,1	1,06								
	13	0,6981	2,57	10,8	9,8	2,57								
	14	0,6920	1,45	0,0	3,7	1,45								
	15	0,6858	1,22	2,1	2,4	-0,88					4,47	559	119	
	16	0,6796	1,38	1,9	3,6	-0,52	31							

MES	FECHA	COEFICIENTE DEL CULTIVO K_c	EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO ET_c	PRECIPITACIÓN P	HELIOFANÍA H	BALANCE HÍDRICO BH	SEMANA	SUMATORIA BH	VOLUMEN DE APORTE V	TIEMPO DE RIEGO T
									Litros	Segundos
JULIO	17	0,6735	1,41	14,5	8,3	-13,09	31			
	18	0,6673	0,85	5,9	0,0	-5,05				
	19	0,6611	1,85	8,3	6,7	-6,45				
	20	0,6549	1,84	0,5	3,4	1,34				
	21	0,6488	1,22	20,8	19,58	-16,08				
	22	0,6426	0,16	16,2	0,0	-16,04		-55,39	0	0
	23	0,6364	0,48	3,1	1,5	-2,62	32			
	24	0,6302	1,61	0,4	5,4	1,21				
	25	0,6241	1,26	0,1	3,6	1,16				
	26	0,6179	2,04	0,2	8,3	1,84				
	27	0,6117	1,24	2,3	2,8	-1,06				
	28	0,6056	1,04	4,9	2,5	-3,86				
	29	0,5994	0,92	3,5	3,6	-2,58		-5,91	0	0
	30	0,5932	0,40	4,9	1,6	-4,50				
31	0,5870	0,65	1,0	1,5	-0,35					
AGOSTO	1	0,5809	1,33	0,0	1,7	1,33	33			
	2	0,5747	1,12	0,0	2,5	1,12				
	3	0,5685	1,55	0,0	3,4	1,55				
	4	0,5623	0,91	0,5	2,2	0,41				
	5	0,5562	0,88	0,1	2,3	0,78		0,34	42,04	8,94
	6	0,5500	1,07	0,0	5,1	1,07	1,07	134,06	14,90	
SUMATORIA		64,5	134,3	269,9	263,8			4652,8	976,3	
PROMEDIO		0,8	1,7	3,3	3,3			57,4	12,1	

*En el balance hídrico BH, los signos positivos muestran que se debe regar mientras los signos negativos indican no regar.

LABORES PRE SIEMBRA

Desinfección de semillas con Vitavax



ETAPA INICIAL

Parcelas de la etapa inicial del maíz



Toma de datos de profundidad radicular



ETAPA DE DESARROLLO

Toma de datos de altura de la planta



Toma de datos de profundidad radicular



ETAPA INTERMEDIA

Toma de datos de altura de la planta



Toma de datos de profundidad radicular



ETAPA FINAL

Toma de datos de altura de la planta



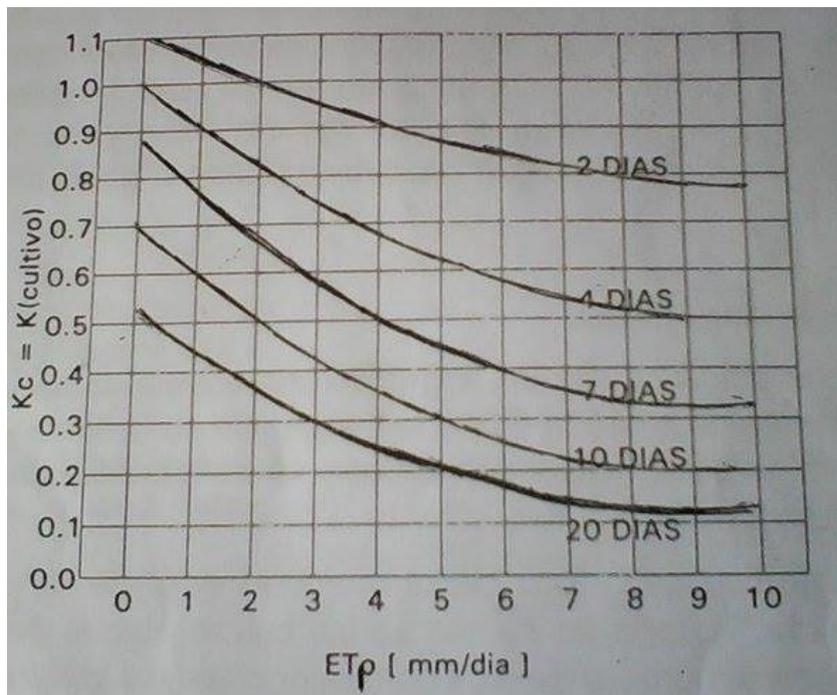
Toma de datos de profundidad radicular



Anexo 9 Coeficiente de instalación, con tanque evaporímetro colocado en una superficie verde de poca altura

Distancia a barlovento a la cual cambia la cobertura D (m)	Velocidad de viento		Humedad relativa media		
	(km/día)	(m/s)	Menor 40	40-70	Mayor 70
Menor 175		Menor 2	0,65	0,75	0,85
175-425		2-5	0,60	0,70	0,75
425-700		5-8	0,55	0,60	0,65
Mayor 700		Mayor 8	0,45	0,55	0,60

Anexo 10 Valor de coeficiente de cultivo durante la etapa inicial



Anexo 11 Coeficiente de cultivo para la tercera fase y fin de temporada

CULTIVO	TERCERA FASE				FIN DE TEMPORADA			
	HR Mayor 70%		HR Menor 20%		HR Mayor 70%		HR Menor 20%	
	Velocidad de viento (m/s)				Velocidad de viento (m/s)			
Maíz	0-5	5-8	0-5	5-8	0-5	5-8	0-5	5-8
	1,05	1,10	1,15..1,2		0,55	0-55	0,60	0,60