



**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA DE PANAMÁ**

**Guía para el
Manejo Integrado
del Maíz Mecanizado**

Portada

Abelardo Guerra

Edición

Sandra de Millán

Diagramación y Diseño

Abelardo Guerra

Sandra de Millán

Gregoria Hurtado

Artes

Gregoria Hurtado

Abelardo Guerra

Tiraje

1,000 ejemplares

**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA DE PANAMÁ**

**Guía para el
Manejo Integrado
del Maíz Mecanizado**

*Román Gordón Mendoza
M.Sc., Protección de Cultivos
Investigador del IDIAP*

Panamá, 2001

JUNTA DIRECTIVA

Ing. Pedro Adán Gordón

Ministro de Desarrollo Agropecuario
Presidente

Sr. Abelardo Amos

Gerente General del Banco
de Desarrollo Agropecuario
Miembro

Ing. Enrique Wedemeyer

Decano de la Facultad de
Ciencias Agropecuarias
Miembro

Dr. David Berroa Pinzón

Director General del IDIAP
Secretario

CUERPO DIRECTIVO

Dr. David Berroa Pinzón

Director General

Dr. Jaime Moscoso Ponce

Sub-Director General

Dr. Reinaldo De Armas

Director Nacional de
Investigación Pecuaria

Licda. Zonia Knowell

Directora Nacional de
Administración y Finanzas

Dra. Xenia Ceville

Directora Nacional de Prueba
y Transferencia

Ing. Virginia de Rodríguez

Directora del CIA - Central

Ing. Miguel Cigarruista

Director del CIA - Azuero

Dr. Daniel Emmen

Director Nacional de
Investigación Agrícola

Licdo. Hermel López

Director Nacional de Planificación
y Socioeconomía

Dr. Vicente Beros

Director del CIA-Occidental

Ing. Anais Vargas

Director del CIA - Oriental

Ing. Luis Pinto

Director del CIA - Recursos Genéticos

Licda. Itzel Villarreal

Director del CIA - Trópico Húmedo

PRESENTACIÓN

Como parte de un esfuerzo del personal científico del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, en sus acciones investigativas en pro del fortalecimiento de la base agrotecnológica de los rubros de seguridad alimentaria de importancia estratégica para el país, presentamos en esta oportunidad la Guía Técnica del Cultivo de Maíz para el Sistema Mecanizado.

Es de todos conocido, y las estadísticas así lo demuestran, que el Sector Agropecuario juega un papel determinante en la economía de la Región de Azuero. El cultivo de maíz, como parte de este sector, contribuye en gran medida al desarrollo socioeconómico de esta pujante y laboriosa Región del país. Gran parte del maíz para consumo humano en nuestro país, es abastecido con el grano proveniente de la cosecha de esta región.

Los estudios formales e informales realizados a la fecha indican que los rendimientos promedios obtenidos hacen de esta actividad un mal negocio. Esto nos ubica en una disyuntiva: se abandona la actividad por otra alternativa (reconversión de rubro), o se realiza un esfuerzo que involucre a productores, empresa privada y sector estatal para hacer de este cultivo una actividad rentable y atractiva para los productores (Reconversión Tecnológica). En nuestra visión como Institución generadora de alternativas tecnológicas, optamos por la segunda opción, porque requiere infundir a dicho sistema de producción de todo nuestro ingenio y conocimiento técnico para lograr superar la crisis en que se encuentra la actividad, de tal forma que los productores estén en capacidad de lograr niveles de rentabilidad que garanticen la sustentabilidad del rubro, y por que no, de convertirlo en una actividad agro-exportadora con el apoyo técnico de todo el Sector Agropecuario

No obstante, para lograrlo es necesario que todas las partes relacionadas con el rubro se involucren, por lo tanto, se requiere de la cooperación de los productores así como del compromiso de las empresas privadas. El patrocinio de esta publicación por parte de un grupo de empresas, es una muestra de la colaboración que se requiere para lograr nuestro objetivo final, y a la vez representa un mensaje que señala la credibilidad que tienen las mismas en el futuro de la actividad maicera, por considerarla como elemento fundamental para el desarrollo de la Región.

De lo que estamos convencidos es que aunando esfuerzos entre productores, sector privado y nuestra Institución, es el mejor ejemplo de que "Trabajamos Juntos por Panamá".



Índice

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	LA PLANTA DE MAÍZ	2
A.	Descripción botánica de la planta	2
B.	Crecimiento y fases de desarrollo de la Planta	2
1.	Fase vegetativa	
2.	Fase reproductiva	
3.	Fase de llenado de grano	
C.	Fases y duración del desarrollo de una planta de maíz	3
D.	Etapas de desarrollo del cultivo	3
III.	REQUERIMIENTOS PARA EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO	6
A.	Requerimientos de luz solar	
B.	Requerimientos de temperatura	
C.	Requerimientos de agua	
D.	Requerimientos de suelo	
IV.	ZONAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE MAÍZ	8
A.	Azuero	
B.	Chiriquí	
C.	Darién	
V.	MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO DE MAÍZ MECANIZADO	10
A.	Selección de cultivares de maíz	
B.	Preparación del terreno y siembra del cultivo de maíz	
1.	Labranza convencional	
2.	Labranza de conservación	
C.	Siembra	11
1.	Epoca de siembra	
2.	Densidad de siembra	
3.	Profundidad de siembra	
4.	Tratamiento de la semilla	

D.	Manejo de la fertilización en el cultivo de maíz	14
	1. Requerimientos de nutrientes	
	2. Criterios para la aplicación de nutrientes en el maíz	
	3. Dosis de nutrientes para aplicar en el cultivo de maíz	
VI.	ASPECTOS FITOSANITARIOS DEL MAÍZ	17
A.	Muestreo para las observaciones de campo	
	1. Recolección de datos usando el método “zigzag”	
B.	Manejo de las malezas en el cultivo de maíz	18
	1. Biología y ecología de las malezas en el cultivo de maíz	
	2. Manejo de malezas en el maíz	
	3. Herbicidas a utilizar en el control de malezas	
C	Manejo de insectos y ácaros en el cultivo de maíz	25
	1. Biología y ecología de los principales insectos que atacan al maíz	
D	Manejo de enfermedades en el cultivo de maíz	25
	1. Enfermedades del follaje	
	2. Enfermedades que causan pudrición de la mazorca	
VII	MANEJO DE PROBLEMAS ABIÓTICOS O NO INFECCIOSOS	33
A.	Daños por agroquímicos	
B.	Fertilizantes	
C.	Daño de herbicidas	
D.	Otros problemas	
	1. Excesiva humedad	
	2. Acame	
VIII	ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO ANTES DE LA COSECHA	35
A.	Cosecha	
B.	Manejo post cosecha	
IX	COSTOS DE PRODUCCIÓN	38
X	BIBLIOGRAFIA	40
XI	ANEXO	43

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz constituye uno de los renglones básicos de la producción agrícola del país. Su producción a escala nacional generó en el período 1989-1993 un producto interno bruto (PIB) promedio equivalente a 6.0 millones de balboas anuales. Este PIB generado representa aproximadamente un 4.6% del PIB del sub sector agrícola (Contraloría General de la República). En Panamá, la producción de maíz se realiza a través de tres sistemas a saber:

a) Sistema Mecanizado

Caracterizado por el uso de insumos, maquinaria, semilla certificada, un nivel tecnológico alto, generalmente reciben asistencia técnica, tienen acceso a financiamiento, la mayoría de los productores alquilan terrenos para realizar la actividad y la producción se destina al mercado;

b) Sistema de Chuzo Mejorado:

Este sistema a diferencia del anterior, utiliza un nivel tecnológico medio, semillas certificadas y criollas, no utiliza maquinaria, reciben en menor escala asistencia técnica y crediticia. Los productores por lo general son propietarios de las tierras, y la producción es para la venta, y

c) Sistema a chuzo tradicional:

El nivel tecnológico es bajo, generalmente no utilizan insumos ni maquinaria, no tienen acceso a asistencia técnica y crediticia, y la producción es para autoconsumo.

En el período agrícola comprendido entre 1990-91 a 1997-98, bajo el sistema mecanizado se sembraron alrededor de 13,225 hectáreas por año, con un rendimiento promedio de 69.3 qq/ha. En esta actividad estuvieron involucrados 791 productores (MIDA, 1999). Este sistema representó el 15.5% de

la superficie total de maíz del país; no obstante, generó una producción promedio de 856,562 qq/año, equivalentes a un 41% de la producción nacional y un 74% de la producción comercial nacional (maíz mecanizado más maíz a chuzo mejorado).

Para resaltar la importancia del sistema mecanizado y la necesidad de incrementar la producción y los rendimientos, es necesario analizar la demanda del maíz en el mercado y lo que representa esta producción. El total de la producción nacional que ingresa a los mercados (producción mecanizada más maíz a chuzo mejorado) cubrió durante 1996-97 sólo un 28.5% de la demanda, esto es, hubo una importación de 4,071,351 qq de maíz, que correspondió a un 71.5% de la demanda del país, para uso principalmente, como materia prima, en la industria de alimentos balanceados para animales (aves y cerdos), y en menor grado para la agroindustria y consumo humano.

La producción mecanizada de maíz es una de las actividades agrícolas más importantes de la Región de Azuero. El área sembrada en esta región en 1996-97 ascendió a 13,499 hectáreas que equivale al 80% de la superficie nacional de maíz mecanizado, con una producción de 1,049,921 quintales, que representó un 65% de la producción nacional de ese período. Esta actividad involucró unos 690 productores que cultivaron maíz de segunda coa para el mercado; y generó ingresos brutos en el área por un monto aproximado de 8.5 millones de balboas en concepto de pago de mano de obra, ganancias al productor y compra de insumos y servicios requeridos en el proceso de producción de maíz. La producción de maíz adquiere otra importancia estratégica en la región, al utilizarse el forraje de éste como alimento para el ganado en la época seca, máxime en ésta en donde la ganadería es un renglón importante de producción.

LA PLANTA DE MAÍZ

A. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA PLANTA

El maíz *Zea mays* L. es una monocotiledónea perteneciente a la familia Gramineae, Tribu Maydae, con dos géneros: *Zea* ($2n=20$) y *Tripsacum* ($2n=36$). El género *Zea* tiene además de la especie *Z. mays* (maíz común), cuatro especies conocidas vulgarmente como Teosintes (*Z. mexicana*, *Z. luxurians*, *Z. diploperennis* y *Z. perennis*) (Bolaños y Edmeades 1993c). Es una gramínea anual, robusta, de crecimiento determinado, de 1 a 5 m de altura, normalmente de un solo tallo dominante pero puede producir hijos fértiles, sus hojas alternas son pubescentes en la parte superior y glabras en la parte inferior. Es una planta monoica (produce las flores masculinas y femeninas en distintos órganos de la planta), con flores femeninas en mazorcas laterales, con floración masculina, que ocurre normalmente, de uno a dos días antes que la floración femenina. Es de polinización libre y cruzada con gran producción de polen (25 a 30 mil granos por óvulo); granos en hileras encrustados en la tusa; mazorca en su totalidad cubierta por hojas; grano del tipo cariopsis; metabolismo fotosintético tipo C_4 (Kiesselbach, 1949; Purseglove, 1972; Fischer y Palmer, 1984).

El maíz está entre los cultivos de mayor variabilidad genética y adaptabilidad ambiental. Se siembra en latitudes que oscilan desde los 55° Norte a los 40° Sur y del nivel del mar hasta 3,800 m de altitud. Existen cultivares de menos de un metro de altura, 8 a 9 hojas y una madurez de 60 días, y otros con más de cinco metros de altura, 40 a 42 hojas y una madurez de 340 días (Fischer y Palmer, 1984).

En cuanto a su importancia nutritiva, es considerado como uno de los cereales básicos en la alimentación humana, debido al aporte en

calorías y proteínas. El grano de maíz está constituido aproximadamente por 77% de almidón, 2% de azúcares, 9% de proteínas, 5% de aceites, 5% de pentosanas y 2% de cenizas (Jugenheimer, 1988).

B. CRECIMIENTO Y FASES DE DESARROLLO

El conocimiento de las características fenológicas establece el marco temporal que forma el rendimiento y sus componentes. En los puntos cardinales de germinación, iniciación floral, floración y madurez fisiológica se delinear respectivamente las fases vegetativa, reproductiva y de llenado de grano (Bolaños y Edmeades, 1993c). La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del fotoperíodo y de la temperatura (Fischer y Palmer, 1984, Edmeades *et al*, 1992a y b).



1. Fase Vegetativa

En esta fase la semilla germina y se establecen las plántulas; se expande el follaje y se forma la capacidad fotosintética del cultivo, la cual controla la producción de biomasa.

La biomasa total producida por el cultivo está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca, ya que, ésta ocupa cerca del 40% del peso total (Bolaños y Barreto, 1991).

2. Fase Reproductiva

Esta fase determina la formación de la mazorca y por tanto el número de mazorcas por planta y el número de granos por mazorca, esto es, la fracción cosechable de la biomasa.

En el caso del maíz las flores masculinas se producen en la inflorescencia terminal (espiga) y las flores femeninas en las axilas laterales (mazorcas), por lo que existe una distancia entre ambas y el polén debe viajar más de un metro para fecundar los estigmas. Además, existe un período que va de uno a dos días, entre la emisión del polen y la salida de los estigmas en la floración. Ambos aspectos, hacen que la polinización y la producción de granos sea una fase extremadamente sensitiva a los estreses ambientales (Bolaños y Barreto, 1991; Bolaños y Edmeades, 1993 a y b).

3. Fase de Llenado de Grano

La fase de llenado de grano comienza después de la polinización y determina el peso final del grano y de la mazorca. El peso de grano está correlacionado con la duración y la cantidad de radiación interceptada durante esta fase, y es afectada por estreses hídricos y nutricionales (Fischer y Palmer, 1984). La fase de llenado está marcada por tres etapas o fases, a saber:

a) Fase de Arresto

La duración de esta fase es de 12 a 20 días; y es considerada la fase en donde el grano se comienza a formar;

b) Fase Lineal

Es la fase de acumulación de materia seca, la cual tiene una duración aproximada de 35 días; y

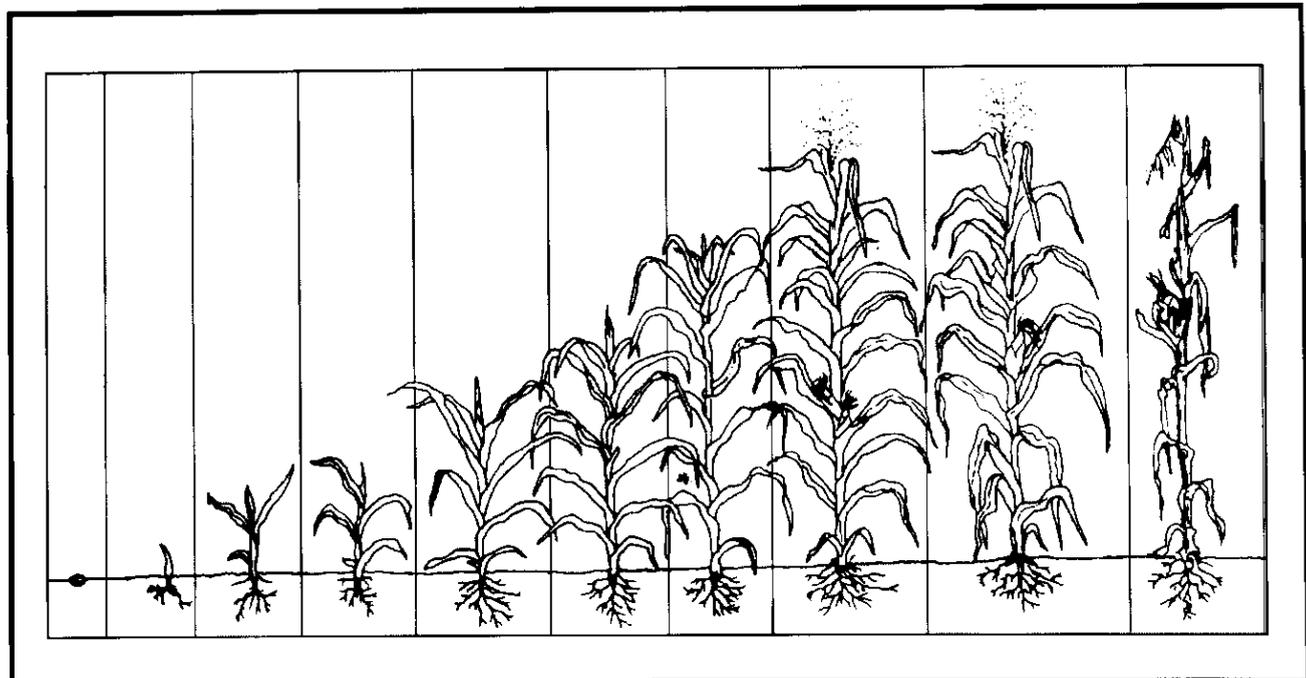
c) Fase de acumulación lenta

Con una duración de 7 a 14 días concluye con la aparición de la capa negra y la madurez fisiológica. Se denomina que el grano está en la etapa de la "capa negra" cuando éste cesa de alimentarse de la planta, formándose una capa de color negro que evita la entrada de nutrientes al grano, aspecto que da nombre a esta fase.

La madurez fisiológica se alcanza cuando el grano se acerca a los 35-32% de humedad (Ritchie y Hanway, 1984; Brooking, 1990).

C. FASES Y DURACION DEL DESARROLLO DE UNA PLANTA DE MAIZ

Las plantas de maíz de la población Tuxpeño en un ambiente tropical (23 a 35 °C) a los 28 días después de siembra (dds) suspenden la formación de hojas y el meristemo apical se convierte en la inflorescencia masculina (espiga). En este momento culmina la Fase Vegetativa, y se inicia la Fase Reproductiva. La inflorescencia femenina superior (mazorca) se forma aproximadamente a los 38 dds, es decir, de 10 a 11 días después de la iniciación de la espiga. La antesis (emisión de polen) y la salida de estigmas de las flores femeninas, ocurre cerca de los 55-60 dds y la madurez fisiológica a los 100-115 dds. Este cultivar produce 22 hojas, más de 600 óvulos por mazorca a la floración, pero sólo se cosechan 450 granos con un peso de 400 mg/grano. (Fischer y Palmer, 1984; Bolaños y Edmeades 1993 'a y b;



	Fase Vegetativa		Fase Reproductiva			Fase Llenado de Gramo	
	G	IE	IE	A	EE	MF	
DD Siembra	3	28	38	55	57	110-115	
Ttermal (°Cd)	50-150	350	450	550	550	1650	
Duración	28	32			55		

G = Germinación

IE= Iniciación de Espigas

IJ= Iniciación de Jilotes

A= Antesis

EE= Emisión de Estigmas

MF= Madurez Fisiológica

Figura 1. Fases de desarrollo del cultivo de maíz y su duración aproximada

Edmeades *et al*, 1992a, 1993). La Figura 1 esquematiza el desarrollo fenológico de la población Tuxpeño en un ambiente tropical con temperaturas promedio de 23 a 25 °C.

D. ETAPAS DE DESARROLLO DEL CULTIVO

De acuerdo a Edmeades *et al* 1992a la fenología de la planta de maíz pasa por los siguientes eventos cardinales, además se presenta en paréntesis la acumulación de unidades de calor o grados Celsius (también conocido como Tiempo Termal) necesarias para que se dé el evento:

† **Siembra (S)**: Se inicia la germinación. Se requiere humedad y temperaturas adecuadas para esta fase.

✦ **Emergencia (E)**: Ocurre la emergencia del coleóptilo arriba de la superficie del suelo (50-150 °Cd).

✦ **Iniciación de Hojas (IH)**: La semilla de maíz posee o tiene de 5 a 6 hojas ya formadas en el grano. En esta etapa se da el Plastocrón el cual es conocido como el intervalo de iniciación de hojas sucesivas. En esta etapa se pasa de un estado fotoinsensitivo a uno fotosensitivo (inductivo), ocurre generalmente 4 días antes de la iniciación de la espiga (20-24 °Cd).

✦ **Iniciación de la Espiga (IE)**: Se da cuando la iniciación de hojas ha terminado y marca el comienzo de la fase reproductiva. Se retrasa si el fotoperíodo en la fase inductiva excede el valor crítico, lo cual ocurre aproximadamente al 40% del tiempo entre emergencia y emisión de los estigmas (300-400 °Cd).

✦ **Iniciación de las Mazorcas (IM):** Los meristemos laterales se inician en sucesión acropetal (de la parte más alta de la planta hacia abajo) y se convierten en mazorcas en sucesión basipetal (de la base hacia el ápice) en las axilas de las hojas excepto las 6 u 8 hojas superiores. Los meristemos inferiores pueden convertirse en hijos (400-500 °Cd).

✦ **Emergencia de Hojas (EH):** Después de la iniciación, las hojas crecen hasta que la punta se encuentra visible y luego hasta que está totalmente expandida. En esta fase los aurículos y la lígula (collar) se encuentran visibles (34-44 °Cd).

✦ **Emergencia de la Espiga (EE):** La aparición de la espiga aparece después de la expansión de la última hoja, denominada generalmente Hoja Bandera (40-80 °Cd).

✦ **Antesis (A):** Es el momento en donde las primeras anteras visibles se encuentran derramando polen (500-1100 °Cd).

✦ **Emisión de Estigmas (EdE):** Cuando los primeros estigmas de las mazorcas (barba de la mazorca) se encuentran visibles. Normalmente ocurre de 1 a 2 días después de la antesis (500-1100 °Cd).

✦ **Fase Lineal de Llenado de Grano (FLLG):** Generalmente acontece de 12 a 20 días después de la polinización, en esta fase el grano puede acumular de 6-7 mg/día.

✦ **Grado de Lechosidad del Grano:** En esta fase el contenido de humedad del grano es un indicador del desarrollo fenológico.

✦ **Madurez Fisiológica (MF):** Se produce cuando cesa el aumento de peso de grano y coincide con la formación de una capa negra en la región placentar del grano, 1-2 días después de desaparición de la línea lechosa y con humedad del 35-33%. La senescencia de las hojas de la mazorca sirve de indicadores visuales. Una vez la planta llega a esta etapa, el grano está apto para la cosecha (1000-2000 °C).



REQUERIMIENTO PARA EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO

A. REQUERIMIENTOS DE LUZ SOLAR

El maíz es una planta determinada de días cortos (Fischer y Palmer, 1984; Edmeades *et al*, 1992a). Esto significa que el progreso hacia la floración se retrasa progresivamente a medida que el fotoperíodo excede un valor crítico mínimo. Para la mayoría del germoplasma de maíz el fotoperíodo crítico es entre 11 y 14 horas (Edmeades *et al*, 1992a).

En el trópico comprendido entre 0 y 30° de latitud, el fotoperíodo varía de un mínimo y máximo de 11.6 a 14.4 horas a través del año (Gates, 1980). En estos ambientes tropicales el efecto del fotoperíodo en la fenología del maíz no es muy

B. REQUERIMIENTOS DE TEMPERATURA

La tasa de progreso fenológico depende de temperaturas cardinales específicas para cada cultivo. En la temperatura considerada base (T_{base}) hay un completo arresto o detenimiento metabólico y la tasa de progreso fenológica es nula (0). En la temperatura óptima (T_{opt}) el desarrollo fenológico es máximo y tiene un valor relativo de 1.0. En la temperatura crítica (T_{tert}) la tasa de progreso decrece nuevamente a 0 por efectos negativos del excesivo calor (Bolaños y Edmeades, 1993c). El rango de las temperaturas cardinales reportadas en maíz a través de muchos experimentos es de: 6 a 10° C para T_{base} , de 30 a 34° C para T_{opt} y de 40 a 44° C para T_{tert} . (Edmeades *et al*, 1992a).

El tiempo termal (TT) se calcula como la suma acumulativa de los grados °C diariamente por arriba de T_{base} y por debajo de T_{opt} , y tiene unidades de °C por día (°Cd). Si la temperatura excede T_{opt} , entonces se le resta el excedente al TT para el cálculo. Para el cálculo del TT se toma la

temperatura promedio diaria o la temperatura resultante del promedio entre las temperaturas máxima y mínima del día. El Cuadro 1 presenta un ejemplo del cálculo de TT para unos datos arbitrarios (Bolaños y Edmeades, 1993c).

C. REQUERIMIENTOS DE AGUA

La cantidad de agua accesible al cultivo en un momento dado depende de la profundidad explorada por las raíces, de la cantidad de agua disponible hasta dicha profundidad y de la efectividad con que las raíces pueden extraer la humedad del suelo en los distintos niveles. La distribución de las lluvias o el aporte de agua por riego a lo largo del ciclo vegetativo del maíz es importante para el crecimiento, la sanidad y el rendimiento del cultivo (Llanos, 1994).

Cuadro 1. Cálculo del tiempo Termal diario y acumulativo con datos de temperatura promedio (T_{prom}), utilizando temperaturas cardinales de $T_{base}=10$, $T_{opt}=30$ $T_{tert}=45$ (tomado de Bolaños y Edmeades, 1993c).

Día	T_{prom}	Acumulación diaria	Acumulación total
1	15	5	5
2	18	8	13
3	20	10	23
4	25	15	38
5	27	17	55
6	30	20	75
7	31	19	94
8	32	18	112
9	29	19	131

Los rendimientos en grano y en forraje dependen linealmente de la humedad almacenada en el suelo en el periodo de siembra y de la precipitación subsiguiente en la época del cultivo. En el periodo que precede a la siembra, conviene que las precipitaciones mantengan el área de las raíces en un estado cercano a capacidad de campo.

Es importante considerar que para tener un buen rendimiento de grano a la cosecha, la cantidad de agua disponible para las plantas debe ser suficiente durante el periodo anterior y posterior a la floración y la polinización (Llanos, 1994).

El efecto del agua sobre la producción de maíz en las zonas tropicales es determinante; su falta durante la etapa de crecimiento puede matar las plantas jóvenes y reducir la densidad de población. El principal efecto de la sequía en el periodo vegetativo es que reduce el crecimiento de las hojas, de tal modo, que el cultivo capta menos radiación solar. En la floración (desde unas dos semanas antes de la emisión de estigmas hasta dos semanas después de éstas), el maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado el agua escasea durante este periodo. Durante el llenado de granos, el principal efecto de la sequía es reducir el tamaño de éstos (Lafitte, 1994).

El umbral mínimo de precipitación desde el cual puede esperarse cosecha de granos es de 150 mm. A partir de éste puede calcularse, de media, unos rendimientos de 730 kg/ha de forraje y 300 kg/ha de grano, por cada 25 mm de lluvia adicionales.

Estudios realizados en la faja maicera de los Estados Unidos, valoraban las necesidades de agua del maíz en los meses del cultivo en las siguientes cifras: 100 mm el primer mes, 175 mm el segundo y 100 mm el tercer mes (McIllrat y Earley, 1961).

Según Lafitte, 1994, el maíz necesita por lo menos 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo de cultivo. Sin embargo, aun esa cantidad de lluvia no es suficiente si la humedad no puede ser almacenada en el suelo debido a la poca profundidad de éste o del escurrimiento, o si la demanda evaporativa es muy grande por las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa.

D. REQUERIMIENTOS DE SUELO

El maíz puede producir buenas cosechas en una amplia variedad de suelos donde. Los peores son los excesivamente pesados (arcillosos) y los muy sueltos (arenosos); los primeros por su facilidad a inundarse y los segundos por su propensión a secarse excesivamente. En general los mejores suelos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua (Llanos, 1994).

Puede cultivarse con buenos resultados entre pH de 5.5 a 8, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez (pH entre 6 y 7). Un pH fuera de esos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Con un pH inferior a 5.5, a menudo hay problemas de toxicidad por Al y Mn, con carencias de P y Mg. Con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tienden a presentarse carencias de Fe, Mn y Zn (Lafitte, 1994).

El maíz es medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego. Las sales retrasan la nacencia de las semillas, sin afectar sus porcentajes de emergencia (un contenido de sales totales solubles de 0.5% en el suelo, o bien, 15.3 gr/lt en la solución del suelo). Las plantas mueren cuando la concentración alcanza valores de 1.15% ó 43 gr/lt.

ZONAS POTENCIALES PARA EL CULTIVO DE MAÍZ

AZUERO: En la zona costera de la Región de Azuero (provincias de Herrera y Los Santos) se ubica el área productora de maíz. En general, esta zona se encuentra a una altitud de entre 10 y 50 msnm; y la precipitación pluvial promedio esta entre 800 a 1200 mm. El pH de los suelos va de ácido hasta poco ácido (4.5-6.5), y la textura en la mayoría de los casos es franco-arcillo-arenosa.

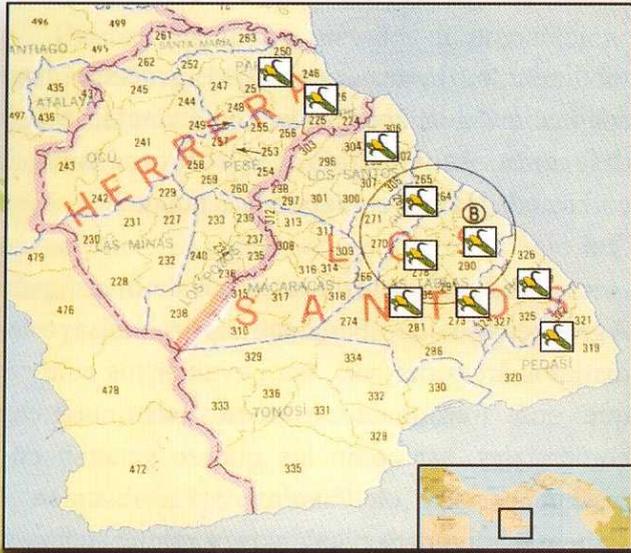
CHIRIQUI: La zona de producción de esta provincia ocupa dos áreas, una en la zona costera de los distritos de Alanje y Barú; y la otra en la zona de Caisán. Los suelos de la primera zona (Alanje y Barú) son muy parecidos a la Región de Azuero pero se diferencian en que esta zona presenta un mayor

promedio de precipitación pluvial anual. La zona productora de maíz de Caisán se ubica en una zona derivada de cenizas volcánicas (andisoles) a una altitud de entre 400 y 1000 msnm; y la precipitación pluvial promedio esta entre 1200 a 2500 mm. El pH de los suelos va de ácido hasta poco ácido (5.5-6.8).

DARIEN: El área productora de maíz de la provincia de Darién se ubica geográficamente entre los 8°30' de Latitud Norte y 77°55' de Longitud Oeste; a 150 msnm. Pertenecen a la zona ecológica denominada Bosque Húmedo Tropical, con precipitaciones anuales de 2,800 mm y una temperatura media de 28 °C. (Figura 2)



Figura 2. Localización de las principales zonas maiceras en la República de Panamá



Azuero



Chiriquí



Darién