



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
AGROPECUARIA DE PANAMÁ

# MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO DE MAÍZ



PANAMÁ, 2012

**MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO DE MAÍZ**

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá.  
Departamento de Ediciones y Publicaciones.

Panamá, 2009  
20p. ilus.

ISBN: 978-9962-8903-5-5



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
AGROPECUARIA DE PANAMÁ

# MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO DE MAÍZ

Román Gordón Mendoza

PANAMÁ, 2012

## MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO DE MAÍZ<sup>1</sup>

Román Gordón Mendoza<sup>2</sup>

### A. INTRODUCCIÓN

Con frecuencia los agrónomos trabajan los cultivos según sus especialidades (edafólogos, entomólogos, fitomejoradores, fitopatólogos, entre otros). La filosofía del manejo integral del cultivo es que todas las disciplinas son importantes. Todas deben aplicarse y determinar cómo están relacionadas unas con otras. Esto significa que al momento de tomar una decisión en el campo se ha consultado con todos los especialistas, de manera que la decisión final sea la mejor dependiendo de la fase en que esté el cultivo.

En este sentido, el cultivo debe constituir el punto central del enfoque para el agrónomo, y se debe tener presente que las plagas o cualquier otro problema no tiene importancia si no afecta la productividad del cultivo. Es necesario un entendimiento completo de la fisiología y fenología de la planta, de las relaciones dinámicas entre sus etapas de crecimiento (fenología) y el ataque de la plaga o problema que se presente. Así como las reacciones negativas o positivas ante la aplicación de los insumos y el uso de prácticas culturales. Los muestreos periódicos en el campo generan información con respecto a las especies de plagas presentes, su densidad poblacional, las condiciones del cultivo, las variables ambientales y la presencia y actividad de los enemigos naturales. Los métodos de muestreo varían de acuerdo con el cultivo y con su etapa fenológica, así como con las plagas o problemas objeto del muestreo.

El maíz es uno de los cultivos de mayor variabilidad genética y adaptabilidad ambiental, sembrándose en latitudes que van desde los 55°N a los 40°S y del nivel del mar hasta 3,800 m de altitud. Existen cultivares de menos de 1.0 m de altura, de ocho a nueve hojas y una madurez de 60 días, y otros con más de 5.0 m de altura, de 40 a 42 hojas y una madurez de 340 días (Fischer y Palmer, 1984).

El maíz es una planta anual y determinada, con los puntos cardinales de la germinación, iniciación floral, floración y madurez fisiológica; delineando respectivamente la fase vegetativa, reproductiva y de llenado de grano (Bolaños y Edmeades, 1993c). La duración de cada una de estas fases depende del genotipo, del fotoperiodo y de la temperatura (Fischer y Palmer, 1984; Edmeades y col., 1992 a, b).

### B. FASES DE CRECIMIENTO

**a. Fase Vegetativa:** 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 normalmente está altamente correlacionada con el tamaño final de la mazorca, ya que, ésta ocupa cerca del 40% del peso total (Bolaños y Barreto, 1991).

**b. Fase Reproductiva:** Determina la formación de la mazorca, o sea, la fracción cosechable de la biomasa. El maíz es una planta monoica, produce las flores masculinas y femeninas en distintos órganos de la misma planta. Esto significa que hay tanto una separación espacial, el polen tiene que viajar más de 1.0 m de distancia para fecundar los estigmas y separación temporal, ya que, pasan uno a dos días entre la antesis (salida de las flores masculinas) y la

<sup>1</sup>Adaptado de: GORDÓN M., R. 2007. Manejo Integrado del Cultivo de Maíz (Guía Técnica). Instituto de Investigación Agropecuaria (IDIAP). Panamá. 47 p.

<sup>2</sup>Ing. Agrónomo, M.Sc. Protección de Cultivos. IDIAP. Centro de Investigación de Azuero Ing. Germán De León. e-mail: gordon.roman@gmail.com

emisión de los estigmas en la floración. Esta separación tanto en espacio como en tiempo entre ambas floraciones, hace que la polinización y la producción de granos sea una fase extremadamente sensitiva en el maíz a los estreses ambientales (Bolaños y Barreto, 1991; Bolaños y Edmeades, 1993 a, b).

**c. 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 termina con la aparición de la capa negra y la madurez fisiológica. Se considera que el grano está en la etapa de la capa negra cuando el mismo deja de alimentarse de la planta, formándose una capa de color negro que evita la entrada de nutrimentos al grano. Debido al color de esta capa a esta fase se le conoce como formación de la Capa Negra. La madurez fisiológica se alcanza cuando el grano se acerca a los 32-35% de humedad (Ritchie y Palmer, 1984; Brooking, 1990).

## C. PREPARACIÓN DEL TERRENO

En las siembras comerciales de maíz, el suelo puede prepararse de tres maneras o métodos; la elección de cualquiera de ellos, dependerá de las condiciones de topografía y tipo de suelo del campo a cultivar.

**a. Labranza Convencional:** Se utiliza en casos de suelos planos, no erosionables, muy compactables y en Azuero se realiza en los meses de junio o julio. La profundidad de la semi-roma debe estar entre 20 y 30 cm. Se puede estar dando dos pases con un intervalo de 15 días entre cada uno. Para completar la preparación es necesario realizar de dos a tres pases de rastra, procurando que el último se haga un día antes o en el momento de la siembra, y en el mismo sentido de la siembra. La profundidad de la rastra debe estar entre 15 y 20 cm.

**b. Labranza Mínima:** En este tipo de labranza se incluyen todas aquellas operaciones mecánicas sin incorporación total del rastrojo o residuo superficial. En Azuero, el uso de la semi-roma se realiza en el mes de julio (20 a 30 cm de profundidad) para incorporar o destruir parcialmente toda la maleza presente en el terreno. Luego, de 10 a 15 días antes de la siembra se aplica un herbicida quemante para el control de toda la maleza que nace desde el pase de la semi-roma hasta el momento de aplicar el herbicida. El recomendado para este fin es el glifosato a razón de 0.82 a 1.64 kg i.a. /ha.

**c. Labranza Cero:** En este tipo de labranza sólo se prepara una franja angosta, que generalmente no es más que un corte hecho por los discos de la máquina sembradora. Previo a la siembra, el terreno a cultivar es sometido a un quemante como el glifosato (0.82 a 1.64 kg i.a. /ha). La aplicación de este herbicida debe ser realizada al menos una semana antes de la siembra del maíz. En caso de que la maleza sobre el terreno sea más alta que un metro, la misma debe ser chapeada de manera manual (machete) o mecánica (chapeadora).

## CH. DENSIDAD DE SIEMBRA

La densidad óptima en la cosecha para un cultivar es aquella que produce el mayor rendimiento de grano cuando el cultivo se desarrolla en condiciones no limitantes. Por consiguiente, aquella población que da los mejores rendimientos de grano en campos de agricultores, es diferente de la densidad óptima.

### CUADRO 1. DENSIDAD DE PLANTAS RESULTANTE DE LAS COMBINACIONES DE DISTANCIA

**ENTRE PLANTAS Y SURCOS.**

Estudios realizados en los últimos ocho años en la región de Azuero (Gordón y col., 1992a, 1993, 2000a, 2003a), indican que las poblaciones de plantas al momento de la cosecha que optimizan el rendimiento de grano son de 57 a 65 mil plantas/ha. El Cuadro 1 muestra las distancias entre surcos y plantas dentro del surco para obtener las diferentes poblaciones de plantas por hectárea.

N° Plantas/ha	Distancia entre surcos (cm)		
	75	80	90
65,000	20	19	17
60,000	22	21	18
57,000	23	22	19

**D. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL EN EL PERÍODO 1995-2007 EN LA REGION DE AZUERO**

El análisis de la precipitación registrada en el período entre 1995 y 2007, permite interpretar mejor el resultado del cultivo por año. De manera general, los años 1995, 1997, 1998, 2001, 2002 y 2006 acumularon menos lluvia que el promedio de los 13 años. Mientras que los años 1996, 1999, 2003, 2004, 2005 y 2007 son considerados años con más lluvia que este promedio (1270 mm), según el cálculo de los límites de confianza (22 mm). El año 2000, presentó lluvias que no difieren del promedio general (Cuadro 2).

El período previo a la época de siembra de maíz en la región de Azuero (enero-agosto) se caracterizó por presentar déficit hídrico los años 1995, 1997, 1998, 2001 y 2002 por el orden de 32, 64, 16, 15 y 3%, respectivamente. El resto de los años el comportamiento de las lluvias es considerado por encima de lo normal. Este es un factor que puede afectar el desarrollo del cultivo de forma indirecta, ya que, los campos que son utilizados para la siembra de este cultivo presentarán bajas reservas de agua al momento de la preparación del terreno. Al analizar la lluvia acumulada entre los meses de septiembre y diciembre, período en el cual se desarrolla el cultivo, se observó que siete de los 13 años (1995, 1997, 1998, 2000, 2002, 2004 y 2006) presentaron registros por debajo del promedio, mientras que el resto de los años presentaron lluvias acumuladas por encima del promedio (1996, 1999, 2001, 2003, 2005 y 2007). Este período de tiempo (1995-2007) a partir del año 1998 se ha presentado un patrón alterno entre años con lluvias por debajo y por encima del promedio en la época que se desarrolla el cultivo de maíz (Cuadro 2).

**CUADRO 2. PROMEDIO MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL CAPTADA EN SIETE PLUVIÓMETROS DE LA REGIÓN DE AZUERO, PANAMÁ 1995-2007.**

Meses	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	Prom.	L.Conf
Enero	0	6	0	0	17	19	0	2	0	0	0	0	0	3	1
Febrero	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.2
Marzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abril	42	1	5	4	11	0	0	31	3	26	27	6	10	13	1
Mayo	66	133	18	102	161	177	76	96	179	143	163	127	140	121	4
Junio	79	203	97	143	122	236	102	74	169	185	231	174	156	151	4
Julio	144	193	93	96	176	203	259	170	205	200	195	175	92	169	4
Agosto	97	133	16	176	268	203	104	240	165	205	197	218	238	174	5
<b>Ene-Ago</b>	427	669	228	529	757	837	541	613	721	760	812	700	636	633	13
Septiembre	79	190	169	100	272	143	215	153	138	214	211	71	199	166	5
Octubre	237	198	185	160	298	78	240	224	277	198	259	173	333	220	5
Noviembre	93	237	168	179	352	190	148	90	159	142	251	131	185	179	5
Diciembre	49	65	1	149	96	27	64	8	126	55	82	69	154	73	4
<b>Sep-Dic</b>	458	689	524	588	1018	439	668	474	700	609	804	443	871	637	14
<b>Total</b>	885	1358	752	1117	1775	1276	1209	1087	1420	1368	1616	1143	1508	1270	22

Prom = Promedio; L.C.onf = Límite de confianza al 20%, Cuadros en gris indica valores por debajo del promedio, Cuadros en blanco indica valores por encima del promedio, Cuadros en negritas e itálica son valores iguales al promedio.

Durante este lapso, pocos años presentan una distribución mensual similar de lluvias en el semestre septiembre-diciembre. Esta situación influye de manera significativa para que la respuesta esperada difiera de un año a otro. La baja precipitación pluvial entre los meses de noviembre y diciembre afecta de manera significativa gran parte de la fase de llenado del grano. En especial a la etapa que comprende de la antesis, 50 días después de la siembra (dds) al estado R4 o estado de masa (80 dds).

## **E. ÉPOCA DE SIEMBRA EN AZUERO**

Estudios realizados tomando en cuenta la distribución de las lluvias en Azuero durante los últimos años indican que las siembras de esta región deben realizarse entre el 20 de agosto y el 10 de septiembre. Siembras antes de esta fecha, son afectadas severamente por la enfermedad conocida como Achaparramiento (Gordón y col., 1998). Mientras que siembras realizadas posterior al 15 de septiembre, corren el riesgo de que la fase de llenado de grano sufra severos estrés de humedad por la



escasez de lluvia en los meses de noviembre y diciembre (Gordón y col., 2004a, b). De acuerdo a los datos presentados por Gordón (2007), la fecha límite para las localidades del Norte de la Región de Azuero (Guararé, Los Santos, Chitré y Parita), está comprendida entre finales del mes de agosto a la primera semana de septiembre. En contraste con las localidades ubicadas al Sur de la península (Las Tablas, Pocrí y Pedasí), la fecha límite de siembra se extiende hasta el 24 de septiembre.

## **F. ÉPOCA DE SIEMBRA EN OTRAS REGIONES DEL PAÍS**

De acuerdo al estudio realizado por Gordón (2008) la época de siembra (segunda coa) en el resto de las provincias tomando en cuenta la precipitación en la segunda etapa del cultivo (50 a 100 dds) se puede dar desde inicios del mes de agosto hasta finales de septiembre o los primeros días del mes de octubre, dependiendo de las localidades (Cuadro 3). Para este estudio se tomaron los registros de lluvia de 34 pluviómetros ubicados a lo largo de todo el país. La fecha límite corresponde a la fecha la cual a partir de la misma se puede tener un estrés hídrico entre 50 y 100 dds, por lo que se recomienda sembrar antes de la misma.

## **G. SELECCIÓN DE CULTIVARES DE MAÍZ**

Al momento de seleccionar los cultivares a utilizar, se deben tomar en cuenta las principales características de todos los cultivares que se encuentran disponibles en el mercado. Entre las principales características que debe tener un cultivar están:

- Alto potencial de rendimiento.
- Buena estabilidad genética.
- Buena adaptación a la Zona (que no interactúe con los diferentes ambientes) y
- Que presente tolerancia a las enfermedades más comunes de la Región.

En el Cuadro 4 se observan los cultivares que tienen registro para su siembra en el país y han sido evaluados por el IDIAP.

**CUADRO 3. FECHA LÍMITE DE SIEMBRA DEL CULTIVO DE MAÍZ SEGÚN EL LISTADO DE PLUVIÓMETROS UBICADOS EN 34 LOCALIDADES DEL PAÍS, PANAMÁ, 1993-2007.**

Provincia	Nombre	Latitud Norte	Longitud Oeste	Elevación	Fecha límite	Colaborador
Chiriquí	David	8°24'	82°25'	27	29-Sep	Edemet
Chiriquí	Cermeño	8°31'	82°26'	170	02-Oct	Edemet
Chiriquí	Veladero Gualaca	8°25'	82°18'	45	03-Oct	Edemet
Chiriquí	San Félix	8°17'	82°52'	110	08-Oct	Edemet
Chiriquí	Camaron Tabasará	8°03'	81°38'	20	20-Oct	Edemet
Coclé	El Copé	8°38'	80°35'	400	11-Sep	Edemet
Coclé	Rio Hondo	8°22'	80°22'	22	20-Sep	Edemet
Coclé	Rio Hato	8°22'	80°10'	30	21-Sep	Edemet
Coclé	Puerto Posada	8°22'	80°24'	15	22-Sep	Edemet
Coclé	Sonadora	8°33'	80°20'	168	23-Sep	Edemet
Coclé	Antón	8°23'	80°16'	33	29-Sep	Edemet
Coclé	Calobre	8°19'	80°50'	120	02-Oct	Edemet
Herrera	París	8°02'	80°34'		06-Sep	Privado
Herrera	Pesé	7°54'	80°37'	80	19-Sep	Edemet
L Santos	El Regadío Guararé	7°49'	80°09'	10	10-Ago	ANAM
L Santos	El Ejido	7°54'	80°22'		30-Ago	IDIAP
L Santos	Los Santos	7°57'	80°25'	16	08-Sep	Edemet
L Santos	Ciénaga Larga	7°50'	80°18'		09-Sep	Privado
L Santos	Las Cocobolas	7°48'	80°14'	20	13-Sep	ANAM
L Santos	Pocrí	7°44'	80°17'	70	18-Sep	ANAM
L Santos	El Cañafistulo	7°37'	80°13'	140	19-Sep	Edemet
L Santos	Pocrí	7°40'	82°18'	70	20-Sep	Edemet
L Santos	Pedasí	7°32'	80°01'	50	21-Sep	ANAM
L Santos	Tablas Abajo	7°46'	80°15'	18	22-Sep	ANAM
L Santos	Macaracas	7°44'	80°33'	80	23-Sep	Edemet
L Santos	Valle Rico	7°37'	80°21'	173	26-Sep	Edemet
L Santos	Pedasí	7°31'	80°01'	47	02-Oct	Edemet
Panamá Este	Chepo	9°10'	79°05'	30	03-Oct	Edemet
Panamá Este	Tocumen	9°03'	79°22'	14	03-Oct	Edemet
Veraguas	Santiago	8°05'	80°58'	80	30-Sep	Edemet
Veraguas	Cañazas	8°19'	81°13'	200	04-Oct	Edemet
Veraguas	El Marañón	8°02'	81°13'	50	04-Oct	Edemet
Veraguas	Ojo de Agua	8°12'	81°31'	320	04-Oct	Edemet
Veraguas	Mariato	7°39'	80°59'	23	19-Oct	Edemet

**CUADRO 4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LOS CULTIVARES DE VENTA EN PANAMÁ Y SU RENDIMIENTO EN LA PRUEBA REGIONAL DE MAÍZ, PANAMÁ 2001-2007.**

Cultivar	Color grano	Flor (días)	Altura de planta (cm)	Rendimiento de grano (qq/ha)							
				2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Promedio
<b>Nacionales</b>											
Idiap-M-0512	Amarillo	56	239	---	---	149 <sup>13</sup>	155 <sup>2</sup>	159 <sup>4</sup>	125 <sup>8</sup>	---	147
PB-0103	Blanco	57	251	162 <sup>1</sup>	---	180 <sup>3</sup>	150 <sup>8</sup>	161 <sup>3</sup>	126 <sup>6</sup>	176 <sup>2</sup>	156
<b>Importados</b>											
30F-80	Amarillo	56	234	140 <sup>9</sup>	124 <sup>10</sup>	157 <sup>10</sup>	150 <sup>7</sup>	158 <sup>6</sup>	132 <sup>3</sup>	155 <sup>11</sup>	143
30K-75	Amarillo	54	219	---	131 <sup>3</sup>	152 <sup>12</sup>	142 <sup>12</sup>	152 <sup>8</sup>	136 <sup>4</sup>	148 <sup>13</sup>	143
30F-87	Amarillo	55	213	---	---	---	132 <sup>16</sup>	148 <sup>14</sup>	135 <sup>5</sup> <sub>1</sub>	144 <sup>17</sup> <sub>6</sub>	138
30K-73	Amarillo	54	225	---	---	---	---	---	143	148	145
30F-35	Amarillo	56	229	---	---	---	---	---	142 <sup>*</sup>	177 <sup>1</sup>	177
3031	Amarillo	55	251	---	115 <sup>11</sup>	---	140 <sup>13</sup>	144 <sup>16</sup>	---	---	133
30F-83	Blanco	54	235	---	---	---	---	---	116 <sup>10</sup>	144 <sup>16</sup>	116
DK-1040	Amarillo	55	245	---	---	---	141 <sup>*</sup>	156 <sup>7</sup>	---	---	156
HS-8 <sup>**</sup>	Amarillo	56	228	137	131	133					133
Promedio <sup>***</sup>				133	123	162	144	153	130	150	
No. híbridos evaluados				20	16	15	18	17	10	25	

Superíndice indica la posición del híbrido en la Prueba regional del respectivo año

\* Datos tomados de la evaluación de cultivares en el ensayo del PCCMCA en dos localidades del país

\*\* Datos de la prueba regional de los años 1998, 1999 y 2000, respectivamente

\*\*\* Equivale al promedio general de la Prueba Regional del año

## H. MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE MAÍZ

Como un producto del proceso de investigación, se han establecido los niveles críticos de cada uno de los elementos del suelo por lo que se ubicaron en tres grandes grupos, según la respuesta de los cultivos a la fertilización (Name y Cordero, 1987) (Cuadro 5).

**CUADRO 5. NIVELES CRÍTICOS PARA FÓSFORO, POTASIO, CALCIO Y MAGNESIO, OBTENIDOS CON LA SOLUCIÓN EXTRACTORA DE CAROLINA DEL NORTE.**

Sin embargo, en la Región de Azuero por varios años se han realizado varios experimentos para evaluar la respuesta del cultivo a la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y azufre (Gordón y col., 1992b, 1995, 2002a, b). Dichos estudios señalan que el cultivo de maíz responde significativamente

Elemento	Niveles Críticos		
	Bajo	Medio	Alto
P	0 - 13.0	13.10 - 54.00	> 54.0
K	0 - 0.11	0.12 - 0.38	> 0.38
Ca	0 - 2.00	2.1 - 5.00	> 5.00
Mg	0 - 0.60	0.7 - 1.80	> 1.80

Fuente: Tomado de: Name y Cordero, 1987.

al N, P y S. Estudios realizados por Gordon y col. (1992b) indican que no hay respuesta a la de potasio; pero debido a la importancia de este nutrimento se recomienda la aplicación de hasta 30

kg para suplir lo extraído por el cultivo anualmente. Después de realizar los análisis económicos a estos ensayos, se ha encontrado que la aplicación de 130 a 200 kg de N/ha, 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, 20 a 30 kg de K y 20 a 30 kg de S/ha maximizan los rendimientos de grano de maíz. Estas cantidades de nutrimentos se pueden lograr aplicando 5 qq de fórmulas como 13-26-6-7 ó 6-30-4-8/ha al momento de la siembra. Para completar la cantidad de nitrógeno indicada, es necesario aplicar 5.5 a 8.0 qq de urea/ha en una o dos aplicaciones (depende de la precipitación). De realizar una sola aplicación la misma se debe realizar de 30 a 35 dds; mientras que si se realizan en dos fraccionamientos la aplicación de urea, la primera aplicación se realiza de 17 a 21 dds a razón de 2.5 a 3.5 qq/ha y la segunda aplicación de 35 a 40 dds en dosis de 3.0 a 4.5 qq/ha (Gordón y col., 2000b, 2007). Estudios realizados por Gordón y col. (2000b) indican que la doble aplicación de urea resulta más eficiente que una sola aplicación. Es necesario que al momento de realizar las aplicaciones suplementarias de urea, el terreno tenga buena humedad.

Estudios realizados por Gordón y col. (2006) para buscar alternativas a las pérdidas por volatilización debido a la falta de humedad al momento de la aplicación de la urea, evaluaron un fertilizante completo tipo químico, con alto contenido de nitrógeno (27-6-3-2-4). Los resultados de este trabajo indicaron que hubo una muy buena respuesta al aplicar este abono en la primera aplicación (17 a 21 dds), pudiendo de esta manera sustituir a la aplicación de urea en esta fase del cultivo, principalmente en años con precipitaciones erráticas. Durante los tres años que duró el estudio, la combinación de este abono (primera aplicación) con la urea (segunda aplicación) resultó ser el tratamiento más estable, en relación a la respuesta del rendimiento de grano, además de, asegurar el mayor ingreso mínimo desde el punto de vista económico, lo que lo convirtió en uno de los manejos más seguros de dicho estudio.

## I. MANEJO DE MALEZAS EN EL MAÍZ

Las malezas compiten con el maíz durante su crecimiento, especialmente en los primeros 40 días. El control químico es una práctica muy frecuente y efectiva en el manejo de malezas. El uso de atrazinas ha sido el más común en aplicaciones de pre o post-emergencia temprana al cultivo y las malezas, complementando con controles posteriores de tipo manual o mecánico. En general, las malezas son problema en todas las áreas productoras de maíz, y su control, normalmente, se realiza con herbicidas al nivel de medianos y grandes productores. Existe una serie de herbicidas que aplicados solos o en mezclas han mantenido controles adecuados de las malezas que compiten con el maíz y forman parte de las practicas utilizadas por el productor (Cuadro 6).

**CUADRO 6. HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ.**

Nombre Común	Nombres Comerciales	Dosis kg i.a. /ha	Forma de aplicación
glifosato	Round up 48 SL, Atila 48 C S, Fersato 48%, Round up Max 68 SG	1.0 – 2.0	Labranza mínima (malezas perennes, pimentilla) antes de la siembra.
2,4 -D amina	2,4 -D (6 lb)	0.50 – 0.72	Post - emergencia (hojas anchas y ciperáceas) después de germinación completa hasta 25 cm de alto
atrazina	Gesaprim 500, Gesaprim 90, Atrazina, Maizina, Atranex	1.5 - 2.5	Pre o Postemergencia temprana (hojas anchas y algunas gramíneas anuales)
pendimentalina + atrazina	Prowl 550 + Gesaprim 500	0.6 + 1.5	Pre - emergente (gramíneas anuales y hoja ancha)
nicosulfurón	Accent 75 WG	0.05	Post - emergencia contra <b><i>Sorghum alepense</i></b>

## J. MANEJO DE INSECTOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ

Los productores se enfrentan cada día a una serie de insectos que reducen el rendimiento de maíz. Estos atacan al cultivo en todas las etapas de su desarrollo. El uso inadecuado de algunas prácticas y en especial por el abuso de algunos plaguicidas pueden presionar las poblaciones existentes de algunos de estos insectos, de tal manera, que de plagas secundarias se conviertan en plagas claves.

La Gallina ciega (*Phyllophaga* spp.) es considerada como una de las principales plagas del suelo. Varias especies de *Phyllophaga* se alimentan de material vegetativo en descomposición y solo unas pocas constituyen plagas de las raíces de las plantas. Existen especies tanto de ciclo anual como bi-anual, lo que complica las medidas de control. El daño de las larvas se manifiesta en el campo en forma de parches o manchas. El procedimiento de control para las especies de ciclo bi-anual se basa en la preparación del suelo o labranza con arado profundo y varios pases de rastra, realizado en verano o invierno. En especies de ciclo anual este método no parece tan efectivo, ya que, se ha comprobado una mayor ovoposición y mayor daño del insecto en labranza convencional que en mínima o en cero labranza. El control químico en uso, consiste en aplicaciones preventivas, realizadas poco antes o al momento de la siembra, con insecticidas granulados al suelo. Otros insecticidas recomendados, son formulaciones líquidas, para tratamiento de las semillas como el tiodicarb (Semevin) (7.7 g i.a./kg de semilla).

## K. MANEJO DE ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE MAÍZ



Las enfermedades que más afectan al maíz son las pudriciones a la mazorca ocasionadas por los hongos *Diplodia* y *Fusarium*. Además, está el achaparramiento que tiene un fuerte impacto en algunas épocas de siembra, y suelen presentarse otras enfermedades causadas por los hongos *Physoderma* y *Phyllacora*. La incidencia y severidad de las enfermedades en el maíz está relacionada con las condiciones climáticas que rodean al cultivo y al manejo que se le dé al mismo. La lluvia, temperatura y humedad relativa que ayudan al cultivo, también favorecen el desarrollo de hongos y bacterias. El manejo que se le da al cultivo lo condiciona para que resista o no al ataque de las enfermedades.

Los síntomas más comunes del achaparramiento son la presencia de clorosis de las hojas jóvenes y las puntas toman gradualmente un color rojo púrpura. A medida que se aproximan a la madurez, las plantas muestran un macollamiento excesivo, con color rojizo y clorótico. Las yemas axilares se desarrollan formando mazorcas estériles. En ocasiones se presenta un enanismo debido a que los entrenudos se acortan por lo que la planta queda enana o chaparra. Hay plantas que tienen pocas raíces, mientras que otras producen abundante raíces debido a su excesiva ramificación. Los casos severos inducen a una baja producción de grano o el mismo queda muy harinoso el cual es de muy bajo peso. La planta puede llegar a morir prematuramente por ataques severos.

## L. COSECHA

Cuando el grano llega a su madurez fisiológica (momento que contiene el máximo de materia seca acumulada) es cuando tiene de 30 a 35% de humedad y el forraje un 70%. A partir de ese momento el grano va perdiendo humedad, a la vez que se produce un ligero descenso de su contenido de materia seca.

Los problemas de secado y conservación del grano posteriores a la cosecha serán los que, según los medios de que se disponga en la finca, condicionen la mayor o menor urgencia para cosechar. En Panamá normalmente el productor cosecha el grano cerca del 14% de humedad, debido a que las compañías dedicadas a la compra del mismo le descuentan en peso todo el porcentaje de humedad que se pase de este valor. Con una cosecha temprana se concentran riesgos técnicos y las cargas económicas en las operaciones que siguen a la cosecha (secado y conservación del producto). Con una cosecha tardía la mayor parte de los riesgos se presentan mientras que la producción permanece en pie. Se trata así de obtener un producto mejor acondicionado y de conservación menos costosa.

Existen dos métodos para cosechar el maíz; manual y mecánico (cosechadora). Debido a que el rastrojo de maíz juega un papel muy importante en la región de Azuero en la alimentación del ganado durante los meses que dura la época seca (enero a abril), este último no es muy utilizado en el país. Al realizar la cosecha mecánica se destruye gran cantidad del forraje, por lo que muchos productores prefieren no utilizar este método, y así poder aprovechar el máximo del rastrojo. Otra de las razones por lo cual no se ha popularizado el uso de cosechadoras es por la costumbre de esperar que el grano este cerca del 14% de humedad, lo que implica que en ese momento muchas plantas se han acamado y los tallos están muy secos, lo que aumentaría las pérdidas del grano que las cosechadoras no pudieran recolectar. En experiencias realizadas en varios estados norteamericanos se llegó a la conclusión de que de un total de pérdidas de 18.4% por cosechar tardíamente, 11.4% eran atribuidas a la máquinas recolectoras (Llanos, 1984).

## M. ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA COSECHA



Medidor de clorofila Minolta SPAD-502.

Para la estimación del rendimiento de grano de un campo existen varios métodos. Recientemente Gordón y col., 2003c encontraron que utilizando un clorofilómetro (ver Figura) y contando el número de plantas de tres a cinco días después de la antesis (62 dds), se puede estimar con bastante precisión el rendimiento. La ecuación estimada por ellos fue la siguiente:

$$\text{Rendimiento de grano (t/ha)} = 0.0771 (\text{Lectura clorofilómetro}) + 0.3119 (\text{planta/m}^2)$$

Dichos autores indican que el modelo matemático presentado fue más eficiente en los años cuando no se presenta déficit de agua en el cultivo. Una posible explicación a este hecho es que en años con problemas de lluvias se altera o baja la eficiencia en la aplicación del nitrógeno, lo que a su vez se ve reflejado en las lecturas del clorofilómetro.

## **N. ANÁLISIS FINAL DE LA TECNOLOGÍA PROPUESTA POR EL IDIAP**

Los actuales rendimientos de grano en este cultivo son una amenaza para la continuidad de la actividad maicera en Panamá. Incrementar los rendimientos, implica el uso de cultivares con altos potenciales y prácticas agronómicas adaptadas a éstos; de tal forma, que se garantice la sostenibilidad de los productores en esta actividad. Entre las principales limitantes en la producción de maíz están: las bajas densidades de plantas utilizadas, así como la baja eficiencia del uso del nitrógeno y deficiencia de algunos nutrimentos y sumado a esto en los últimos dos años el incremento de los costos de los insumos derivados del petróleo. Consciente de esta problemática, el Proyecto de maíz del IDIAP ha realizado distintos tipos de experimentos agronómicos para diseñar una nueva recomendación para este cultivo en el sistema mecanizado. En un reciente estudio, se determinó el impacto de las nuevas recomendaciones en el rendimiento. Para realizar el mismo, se analizó el ensayo denominado Prueba Regional de Maíz. La nueva recomendación señala un incremento de la densidad de siembra a 6.66 plantas/m<sup>2</sup>, la aplicación de azufre (S) a razón de 20-30 kg/ha al momento de la siembra y el fraccionamiento de la urea (aplicaciones a los 20 y 37 dds). Durante el periodo 89-98 la media de rendimiento obtenida fue de 99.7 qq/ha con una población al momento de la cosecha de 4.72 plantas/m<sup>2</sup>, peso de mazorcas de 101.6 g, 0.95 mazorcas/plantas y un acame de 16.8%. A partir de la implementación de las nuevas recomendaciones el rendimiento promedio aumentó en 48.6 qq/ha para quedar con una media de 148.3 qq/ha, la población en 1.26 plantas/m<sup>2</sup> y 19.0 g en el peso de las mazorcas, y un aumento del acame en 8.6%. En conclusión: la nueva alternativa tecnológica representa un mejoramiento del nivel de competitividad del cultivo de maíz en la Región de Azuero.



## Ñ. RESUMEN DE RECOMENDACIONES

A continuación, el Cuadro 7 resume los indicadores técnicos para la producción de maíz.

**CUADRO 7. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS TECNOLOGÍAS PARA DIFUNDIR EN LAS PARCELAS DE MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO DE MAÍZ.**

Actividad		Recomendaciones	
Época de siembra	26 de agosto a 15 de septiembre		
Selección de cultivares	Nacionales: P-0512; P -0104; PB -0105; PB -0103 Importados: 30F -80; 30K -75, 30R -92		
<b>Preparación del terreno</b>			
Labranza convencional	Un pase de rastra pesada o arado Dos a tres pases de rastra		
Labranza mínima	Un pase de semi-roma, un mes antes de la siembra Aplicación de glifosato de 1.0 a 1.5 kg i.a./ha		
Labranza cero	Aplicar un quemante antes de la siembra (glifosato de 1.0 a 1.5 kg i.a./ha)		
<b>Siembra</b>			
Tratamiento de la semilla	thiodicarb a razón de 7 .7 g i.a./kg de semilla		
Distancia entre hileras	75 a 80 cm		
Número de plantas de maíz por metro lineal	4.5 a 5.0		
Población de plantas	60,000 a 65,000 plantas/ha		
<b>Fertilización</b>			
A la siembra	5 qq/ha de fertilizante completo (13 -26-6-7, 6-30-4-8, 15 -30-8-6)		
Suplementaria	Opciones	21 dds	37 dds
	1	2.5 qq/ha de urea	3.0 qq/ha de urea
	2	3.5 qq/ha de 27 -6-3-2-4 (químico)	4.5 qq/ha de urea
	3	3.5 qq/ha de urea	4.5 qq/ha de urea
Total de nutrientes	Nitrógeno	130 -200 kg/ha	
	Fósforo	60 kg/ha	
	Azufre	20 kg/ha	
	Potasio	20 kg/ha	
<b>Control de malezas</b>			
Tratamiento químico	atrazina 50	1.50 kg i.a./ha	
	glifosato	1.65 kg i.a./ha	
	pendimentalina	1.85 kg i.a./ha	
Época de aplicación	3 a 7 dds y buena humedad en el suelo.		
<b>Días a cosecha</b>			
Manual	115 a 130 dds		
Mecánica	Después de la formación de la capa negra (110 dds)		

dds= días después a la siembra; i.a.= ingrediente activo

**BIBLIOGRAFIA.**

- BOLAÑOS, J.; BARRETO, H. 1991. Análisis de los componentes de rendimiento de los ensayos regionales de maíz de 1990. En Análisis de los Resultados Experimentales del PRM 1990. CIMMYT, Guatemala. 2: 9-27.
- BOLAÑOS, J.; EDMEADES, G.O. 1993a. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Responses in grain yield, biomass and radiation utilization. *Field Crops Res.* 31: 233-252.
- BOLAÑOS, J.; EDMEADES, G.O. 1993b. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. II. Responses in reproductive behavior. *Field Crops Res.* 31: 253-272.
- BOLAÑOS, J.; EDMEADES, G.O. 1993c. La fenología del maíz. En Síntesis de Resultados Experimentales del PRM, 1992. J. Bolaños, G. Saín, R. Urbina y H. Barreto (Editores). 4: 251-261.
- BROOKING, I. 1990. Maize ear moisture during grain filling and its relation to physiological maturity and grain drying. *Fields Crops Res.* 23: 55-68.
- EDMEADES, G.O.; LAFITTE, H.R.; CHAPMAN, S.C. 1992a. Predicting the phenology of tropical maize: effects of photoperiod and temperature. CIMMYT, Mexico (documento borrador).
- EDMEADES, G.O.; ELLIS, R.H.; LAFITTE, H.R. 1992b. Photothermal responses of tropically adapted maize. Trabajo presentado en 84ava Reunión Anual de American Society of Agronomy. *ASA Abstracts*, p.124.
- FISCHER, K.S.; PALMER, A.E. 1984. Tropical maize. Pp. 213-428. In P.R. Goldsworthy and N.M. Fischer (eds) *The Physiology of Tropical Field Crops*. John Wiley and Sons, New York.
- GORDÓN, R.; GONZÁLEZ, A.; DE GRACIA, N.; FRANCO, J. 1992a. Evaluación de la densidad de plantas en dos híbridos nacionales de maíz, Azuero, Panamá, 1991. En Síntesis de los Resultados Experimentales del Programa de Maíz, Panamá, 1991-1992. IDIAP, Panamá. pp.113-116.
- GORDÓN, R.; DE GRACIA, N.; GONZÁLEZ, A.; FRANCO, J.; DE HERRERA, A.; JARAMILLO, S. 1992b. Evaluación de la respuesta física y económica al nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo de maíz en la región de Azuero, Panamá, 1991. En Síntesis de los Resultados Experimentales del Programa de Maíz, Panamá, 1991-1992. IDIAP, Panamá. pp. 135-141.
- GORDÓN, R.; GONZÁLEZ, A.; DE GRACIA, N.; FRANCO, J. 1993. Evaluación de la densidad de plantas en dos híbridos nacionales de maíz, Azuero, Panamá, 1992. En Síntesis de los Resultados Experimentales del Programa de Maíz IDIAP y el Proyecto Regional de Maíz para Centro América (PRM), 1991-1992. IDIAP, Panamá. pp. 143-147.
- GORDÓN, R.; DE GRACIA, N.; GONZÁLEZ, A.; FRANCO, J.; DE HERRERA, A. 1995. Respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de Fósforo y Azufre en la Región de Azuero, Panamá. 1989-1992. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 8: 193-214.
- GORDÓN, R.; DE GRACIA, N.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A. 1998. Evaluación de Distintas Épocas de Siembra y la Relación con la Incidencia del Achaparramiento en el Cultivo de Maíz, Azuero, Panamá, 1993-94. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 9: 59-72.
- GORDÓN, R.; CAMARGO, I.; GONZÁLEZ, A.; FRANCO, J. 2000a. Determinación de la densidad óptima de plantas de los cultivares de maíz P-9490, CB-HS-8GM2 y X-1358K, Panamá 1998. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 10: 113-122.
- GORDÓN, R.; GONZÁLEZ, A.; FRANCO, J. 2000b. Manejo de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz. Azuero, Panamá. 1998. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 10: 113-122.

### *Manejo integral del cultivo de maíz*

GORDÓN, R.; CAMARGO, I.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A. 2002a. Evaluación de diferentes fuentes y época de aplicación de azufre en el cultivo de maíz en la Región de Azuero. 1997-1998. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 11: 1-12.

GORDÓN, R.; CAMARGO, I.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A. 2002b. Impacto en el rendimiento de grano del cultivo de maíz ante las nuevas recomendaciones de fertilización y manejo de poblaciones de plantas Azuero, Panamá, 2001. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 11: 31-43.

GORDÓN, R.; CAMARGO, I.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A. 2003a. Respuesta de dos Cultivares de Maíz a la Densidad de Plantas, Bajo dos Niveles Contrastantes de Nitrógeno en Panamá 1993-94. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 12: 71-84.

GORDÓN, R.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A. 2003c. Desarrollo de un modelo predictivo para estimar el rendimiento de maíz mediante el uso del Clorofilómetro SPAD-502. Azuero Panamá. 1995-2001. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 13: 1-15.

GORDÓN, R.; CAMARGO, I.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A. 2004a. Impacto de la precipitación pluvial en el rendimiento de grano de maíz en la región de Azuero, Panamá. 1995-2003. I. Análisis de la distribución de lluvias y su relación con la época de siembra. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 16: 17-30.

GORDÓN, R.; CAMARGO, I.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A. 2004b. Impacto de la precipitación pluvial en el rendimiento de grano de maíz en la región de Azuero, Panamá. 1995-2003. I. Análisis del rendimiento y su relación con la época de siembra. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 16: 31-44.

GORDÓN, R.; FRANCO, J.; GONZÁLEZ, A. 2006. Manejo de la fertilización suplementaria y el efecto de dos mejoradores de suelo en el cultivo de maíz. Azuero, Panamá, 2004-05. Informe técnico. IDIAP. Documento borrador.

GORDÓN, R. 2007. Guía Técnica, Manejo Integrado del Cultivo de maíz. IDIAP. Panamá. 47 p.

GORDÓN, R. 2008. Análisis de la distribución de lluvias y su relación con la época de siembra, Panamá, 1993-2007. Documento borrador.

LLANOS M. 1984. El Maíz. Su cultivo y Aprovechamiento. Ediciones Mundi Prensa. Madrid España. 318 pp.

NAME, B.; CORDERO, A. 1987. Recomendaciones para la fertilización de suelos: Hojas guías por cultivo. En Compendio de los resultados de Investigación presentados en la Jornada Científica. IDIAP. Panamá. 22 p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J. 1984. How a corn plants develops. Special Reports No. 48, Iowa State University, Iowa.

## FOLLETO TÉCNICO

MANEJO INTEGRAL  
DEL CULTIVO DE MAÍZ

Es una publicación del



### COMITÉ DE REVISIÓN TÉCNICA

Raúl González, M.Sc.  
José A. Guerra, Ing. Agro.  
David Urriola, M.Sc.  
Domiciano Herrera, M.Sc.  
Benigno Guerra, M.Sc.  
Axel Villalobos, M.Sc.

### REVISORES TÉCNICOS

Jorge O. Aued H Dr.  
Carmen Y. Bieberach, M.Sc

### EDICIÓN

Neysa Garrido, M.Sc.

### DIAGRAMACIÓN

Neysa Garrido, M.Sc.  
Gregoria Hurtado

### FOTOGRAFÍAS

Archivos del IDIAP

### IMPRESIÓN

Departamento de Publicaciones  
Nivel Central, Panamá  
Primera edición: 500 ejemplares - 2009  
Reimpresión: 100 ejemplares - 2010  
Reimpresión: 50 ejemplares - 2011  
Reimpresión: 100 ejemplares - 2012

