

# EL USO DE UNA TABLA DE VIDA PARA LA ESTIMACION DE PERDIDAS EN EL CULTIVO DE MAIZ; UN EJEMPLO DE GUANACASTE, COSTA RICA\*

Philip J. Shannon\*\*  
Róger Meneses\*\*\*  
Francisco Alvarez\*\*\*\*

## RESUMEN

El estudio de las pérdidas de población de plantas en el cultivo de maíz demostró que las tres principales pérdidas fueron: en pre-emergencia debido a patógenos y en pos-emergencia debido a *Phyllophaga* sp. prob. *elenans* Saylor (Coleoptera: Scarabaeidae) y *Listronotus diétrichi* (Stockton) (Coleoptera: Curculionidae). Casi todas las pérdidas en pos-emergencia ocurrieron antes de los 40 días posteriores a la siembra, indicando que la protección con agroquímicos u otros métodos de manejo de plagas deben ser efectivos en esta época. Aunque hubo pérdidas adicionales de grano en la mazorca, debido principalmente a los patógenos *Fusarium*, *Gibberella* y *Diplodia*, se encontró una correlación fuerte entre la población de plantas cosechadas y el rendimiento y por lo tanto, puede considerarse que la pérdida de población de maíz es un indicador preciso de la pérdida de rendimiento. Los daños de *Diatraea* sp. (Lepidoptera: Pyralidae) no provocaron ningún efecto en el rendimiento.

## ABSTRACT

### THE USE OF A LIFE TABLE FOR CROP LOSS ASSESSMENT IN MAIZE: AN EXAMPLE FROM GUANACASTE, COSTA RICA

This study of plant population loss in maize showed that the major losses occurred during pre-emergence due to fungal attack and in post-emergence due to attack by larvae of *Phyllophaga* sp. prob. *elenans* Saylor (Col: Scarabaeidae) and *Listronotus diétrichi* (Stockman) (Col: Curculionidae). Almost all the post-emergence losses occurred during the first 40 days after sowing indicating that protection of the crop during this period would probably be beneficial. Although additional loss of grain was recorded in plants which survived to harvest (mainly due to cob rots caused by *Fusarium*, *Gibberella* and *Diplodia*), there was a strong correlation between harvested plant population and yield and it is considered that maize population losses are an accurate indicator of yield losses. *Diatraea* sp. damage did not affect yields.

\* Versión ligeramente modificada de un trabajo presentado en el V Congreso Nacional y I Congreso Centroamericano, México y el Caribe de Manejo Integrado de Plagas, Ciudad de Guatemala, Guatemala, 5-7 de agosto de 1987.

\*\* Entomólogo, Proyecto Manejo Integrado de Plagas/CATIE/ODA.

\*\*\* Asistente de Investigación, Proyecto MIP/CATIE, San José, Costa Rica.

\*\*\*\* Jefe Departamento de Entomología, MAG, Costa Rica.

## **INTRODUCCION**

Como una consecuencia de la construcción del proyecto de riego Arenal-Tempisque en Guanacaste, Costa Rica, se espera un aumento de la superficie sembrada del cultivo de maíz en la zona. Anteriormente, este cultivo no tenía gran importancia comercial y por lo tanto la información disponible sobre su manejo es escasa.

Aunque existen algunas recomendaciones formuladas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG) todavía no han sido ampliamente investigadas y quedan algunas áreas donde nuestro conocimiento no es adecuado para el diseño de prácticas de manejo racionales. Una de estas áreas es la de protección del cultivo y el propósito de este estudio es generar la información básica sobre pérdidas que puede ayudar al desarrollo de tales prácticas. Se considera que la estimación de pérdidas y la identificación de los agentes causantes es un requisito previo esencial para el desarrollo de tácticas racionales dentro del concepto de manejo integrado de plagas.

El trabajo utilizó principalmente el enfoque de la tabla de vida para el estudio de las pérdidas (National Academy of Sciences, 1969) ya que ha sido ampliamente demostrado que los rendimientos de maíz en Centroamérica se relacionan fuertemente con la población de plantas.

## **MATERIALES Y METODOS**

En los inicios de setiembre de 1986 se estableció un ensayo de campo en la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez, del Ministerio de Agricultura y Ganadería ubicada en Cañas, Guanacaste a una altura de 90 msnm y a 10 20' de latitud norte y 85 08' de longitud oeste. La temperatura promedio durante la época seca es de 28 °C y en la época lluviosa es de 27 °C. La temperatura mínima promedio es de 20 °C y la máxima promedio 36 °C. La precipitación promedio anual es de 1705 mm, distribuida en forma bi-modal, siendo los meses de mayor precipitación mayo a junio y agosto a octubre. Durante el periodo del ensayo (Set.-Dic. 1986), la distribución de las lluvias fue la acostumbrada pero la cantidad absoluta fue menor (452 mm versus el promedio anual de 792 mm), habiendo una escasez de agua, calificada entre leve y severa (Instituto Meteorológico Nacional, 1986), que alcanzó progresivamente más severidad durante el ciclo de desarrollo del cultivo.

El estudio de estimación de pérdidas se realizó en la mitad del tratamiento testigo de otro ensayo que se reportará separadamente de forma completa. La variedad de maíz fue Tico V7 y el manejo agronómico fue el recomendado por el MAG con la excepción del componente de manejo de insectos y patógenos.

En cada sub-parcela se llevó un registro por golpe de siembra desde el momento de sembrar hasta el de la cosecha. Los primeros cuatro muestreos se llevaron a cabo semanalmente a partir de los

cinco días de la siembra, el quinto trece días después y el final dos meses después, el día antes de cosechar. En cada fecha de muestreo se anotó, para cada golpe de siembra, el número total de plantas presentes y el número de plantas con síntomas de daños por plagas. En los casos en que el daño se consideró suficientemente grave como para causar la muerte de la planta, se realizó el muestreo destructivo de la misma para identificar el agente causante del daño. (La Figura 1.) presenta el ejemplo de un registro debidamente llenado.

Para evaluar las pérdidas en pre-emergencia se sembraron dos surcos adicionales en cada sub-parcela, localizados entre los surcos de la siembra principal. Estos surcos adicionales fueron arrancados cinco días después de la siembra y se evaluaron los daños.

Al momento de la cosecha las mazorcas fueron evaluadas individualmente con base en un estimado visual del % de pérdida de grano y tamaño de la mazorca. Adicionalmente se evaluaron dos surcos de las sub-parcelas no muestreadas para daño causado por el taladrador del maíz (Diatraea sp.) para lo cual se contó el número de perforaciones arriba y abajo de la mazorca. Este conteo se correlacionó luego con el rendimiento obtenido de cada planta.

Los datos de las tres parcelas de muestreo fueron combinados y un solo estimado de pérdida calculado del total, a excepción de los datos relacionados con daño por Diatraea.

## RESULTADOS

### Plantas perdidas en pre-emergencia

En la siembra principal durante la fase de pre-emergencia ocurrió pérdida de plantas bastante significativa la cual alcanzó, en términos de porcentaje, un valor del 14.8% (Cuadro 1). Las pérdidas que se evaluaron en los surcos adicionales, sembrados específicamente para muestreo destructivo, muestran que más de la mitad de las pérdidas durante esta fase del cultivo pueden atribuirse al ataque de hongos (Cuadro 2). La mayoría de las otras pérdidas probablemente se debieron al ataque de insectos del suelo aunque solamente un poco más que el 8% pudieron relacionarse directamente con la presencia de el gusano alambre (Cdeoptera: Elateridae).

### Plantas perdidas en la fase vegetativa

Como puede observarse en la Figura 2, casi toda la pérdida de plantas durante la fase vegetativa ocurrió desde la germinación hasta los 40 días de sembrado. La pérdida máxima se registró a los 25 días de sembrado. Las plagas principales, Phyllophaga sp., probablemente elenans Saylor y Listronotus dietrichi Stockton, mostraron la misma tendencia y, en total, destruyeron el 21.3% y el 13.9% respectivamente de las plantas sembradas (Cuadro 1). La

PARCELA: \_\_\_\_\_

Golpe No.	SURCO No. 1						SURCO No. 2									
	10/9	17/9	25/9	2/10	10/10	15/12	FECHA	10/9	17/9	25/9	2/10	15/10	15/12			
1	3	3	1P	3	2	2		3	1P	3	1P	2	1E	1	0	0
2	3	1P	3	1P	2	1		3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	2	1P	2	1P	1	0		2	2	2	2	1E	2	1		
4	2	2P	2	0	0	0		2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	3	1P	3	1P	1E	0		3	2P	3	1	1	1	1	1	1
6	3	3	3	3	1E	3		3	3	3	3	3	3	0	0	0
7	3P	3	3	3	1E	2		3	3	3	3	3	3	2P	2	2

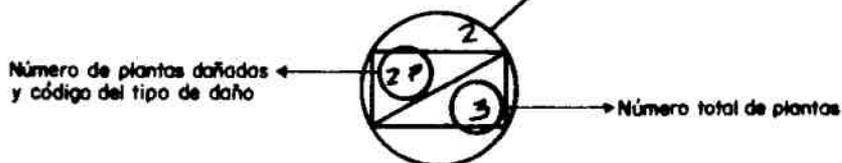


Figura 1. Ejemplo de los registros utilizados durante el estudio de pérdidas en maíz y explicación de los datos tomados en cada fecha de muestreo.

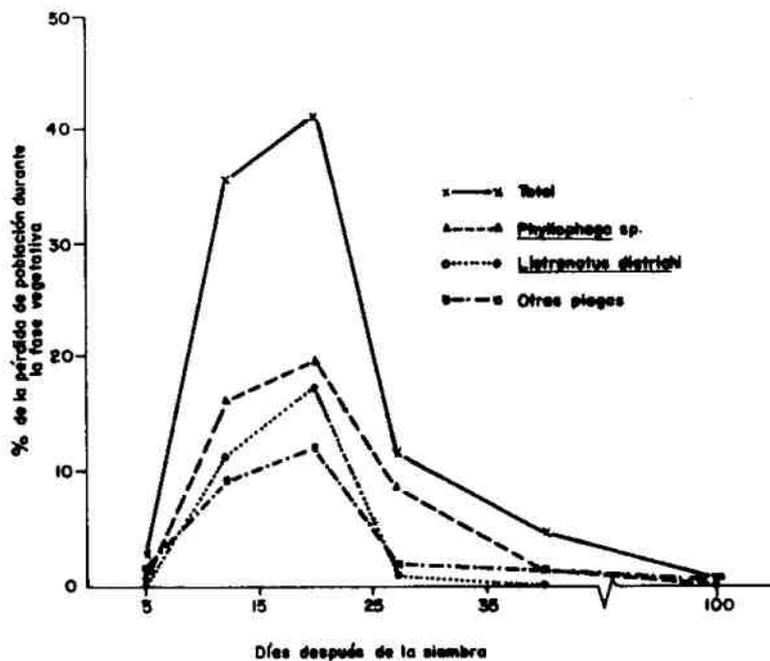


Figura 2. Porcentaje de la pérdida total de población de maíz durante tiempo (Fase vegetativa solamente) debido a diferentes plagas. Estación Experimental Enrique Jiménez Nuñez, Taboga, cerca Cañas, Guanacaste, set.-dic. de 1966.

pérdida total de plantas durante la fase vegetativa fue el 50.6%, la mayor pérdida registrada durante el ciclo de crecimiento.

#### Plantas perdidas durante la fase de maduración

Aunque la pérdida de plantas durante esta fase fue baja (8.1%) se destaca el daño causado por los tallos quebrados y las plantas vanas (Cuadro 1). El primero de estos puede ser un efecto combinado de acción del viento con susceptibilidad de la variedad en tanto que el segundo pudo haber sido un efecto de insuficiente humedad durante el llenado del grano.

No se considera importante el daño por Diatraea sp en el porcentaje de plantas perdidas. El análisis de correlación entre el número y el porcentaje de entrenudos dañados por Diatraea sp arriba y abajo de la mazorca con el rendimiento, no determinó ninguna relación significativa entre estas variables (Cuadro 3). Al sumar las pérdidas de plantas en esta fase con las anteriores se obtiene un total del 73,5% de plantas perdidas o sea que el rendimiento obtenido proviene de apenas un 26,5% del total de semillas sembradas.

#### Estimación de pérdidas en la mazorca

La pérdida de rendimiento continuó después de la madurez fisiológica de las plantas. Como puede observarse en el Cuadro 4, casi el 40% de las mazorcas sufrió daños en exceso de la mitad de su producción de grano. En mazorcas de tamaño inferior esta cifra se incrementó al 77%. Un desglose de las pérdidas en base a los agentes causantes demuestra que, en más del 75% de los casos, la pérdida se debió exclusivamente a hongos patogénicos (principalmente Fusarium, Gibberella y Diplodia) (Cuadro 5).

En segundo lugar de importancia estuvieron las causas fisiológicas, probablemente efectos de escasez de agua, que por lo general resultaron en la producción de mazorcas vanas o medio vanas.

Cálculos hechos en base a los datos presentados en el Cuadro 4 indican que la pérdida total estimada debido a daños en la mazorca queda en el rango del 5.9% al 11.4% (tomando en cuenta que solamente el 24.7% de la semilla sembrada contribuyó al rendimiento final).

#### La relación población de plantas / rendimiento

En las parcelas del ensayo original, donde no se realizó ningún muestreo destructivo, se determinó la relación entre la población de plantas cosechadas y el rendimiento con el fin de verificar lo observado en otros ensayos, en que se comprobó que existe una relación estrecha entre las dos variables. A partir de un análisis de correlación se calculó que el coeficiente de correlación en este ensayo fue 0.9665, es decir una correlación casi perfecta.

## DISCUSION

La fuerte relación entre el rendimiento y la población de plantas cosechadas demuestra que es válido utilizar la pérdida de plantas durante el ciclo de desarrollo del cultivo como un estimado de la pérdida de rendimiento. En base a éste puede adoptarse un enfoque fenológico para estimar las pérdidas de rendimiento y para determinar en cuales etapas de crecimiento puede esperarse una respuesta positiva a las actividades de manejo de plagas.

Los resultados muestran que la mayor pérdida plantas y en consecuencia de rendimiento, ocurrió durante la fase vegetativa de crecimiento, entre la emergencia y los 40 días de sembrado (50.6% de pérdida). En orden de importancia siguieron pérdidas en pre-emergencia (14.8%) y pérdidas durante maduración (8.1%). Pérdidas adicionales de entre el 5.9% y el 11.4% ocurrieron durante el llenado y secamiento de las mazorcas. Por lo tanto, parecería que podría lograrse un mayor incremento en el rendimiento al proteger el cultivo durante la fase vegetativa temprana. También parece ser viable, la más barata y sencilla opción de una aplicación de fungicida e insecticida a la semilla para evitar pérdidas en pre-emergencia.

Debe recordarse que estos resultados describen lo que sucedió en un solo sitio durante una sola siembra y que no son necesariamente válidos para otros lugares o durante otras épocas en la misma zona. También, las sugerencias para el manejo de los problemas se basan en la suposición de que los daños durante una fase dada no se incrementarán si los daños durante otra fase se disminuyen. Se requiere más investigación para determinar el impacto de las medidas de manejo durante distintas épocas.

En contraste con algunos resultados publicados, no se pudo demostrar ningún efecto en el rendimiento del ataque de Diatraea sp. Van Huis (1981) en Nicaragua midió la pérdida de rendimiento entre 3% y el 6% por larva por planta. La pérdida mayor ocurrió cuando la planta fue atacada durante la floración femenina. Es posible que no se lograra detectar pérdidas en este ensayo porque el ataque fue cuantificado solamente al momento de la cosecha.

El enfoque de la tabla de vida utilizado en este estudio parece ofrecer una manera sencilla de estimar las pérdidas sufridas por el cultivo de maíz y de cuantificar la contribución de los distintos organismos dañinos a la pérdida total. La información generada permite el diseño de estrategias de fitoprotección basadas en un conocimiento real de los eventos que suceden durante el ciclo del cultivo, y no en impresiones subjetivas.

CUADRO 1. PORCENTAJE DE PERDIDAS DE POBLACION DE MAIZ POR DIFERENTES CAUSAS EN DISTINTAS FASES DE CRECIMIENTO SIN APLICACION DE PLAGUICIDAS. SET-DIC/1986.

%	
-----	
% PLANTAS/SEMILLAS PERDIDAS EN PRE-EMERGENCIA	14.8
-----	
Plantas perdidas durante la fase vegetativa debido a:	
<i>Listronotus dietrichi</i> (Stockton)	13.9 <sup>1</sup>
<i>Phyllophaga</i> sp prob. <i>elenans</i> Saylor	21.3 <sup>2</sup>
<i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith)	2.8 <sup>3</sup>
<i>Elasmopalpus lignosellus</i> (Zeller)	1.4 <sup>4</sup>
otros insectos	1.4 <sup>5</sup>
causas desconocidas	7.7
plantas sanas sacadas durante muestreo	2.1
-----	
SUB-TOTAL % DE PLANTAS PERDIDAS DURANTE LA FASE VEGETATIVA	50.6
-----	
Plantas perdidas durante la fase de maduración <sup>6</sup> debido a:	
tallos quebrados	3.2
tallos quebrados asociados con daño de <i>Diatraea</i> sp.	0.8
plantas vanas (pequeñas/débiles)	1.9
plantas vanas (tamaño normal)	2.2
-----	
SUB-TOTAL DE PLANTAS PERDIDAS DURANTE MADURACION	8.1
-----	
TOTAL % de plantas perdidas	73.5
-----	

<sup>1</sup> Coleoptera: Curculionidae (larva)

<sup>2</sup> Coleoptera: Scarabaeidae (larva)

<sup>3</sup> Lepidoptera: Noctuidae (larva)

<sup>4</sup> Lepidoptera: Pyralidae (larva)

<sup>5</sup> Comprende larvas de *Diabrotica balteata* Le Conte y elateridos barrenando en los tallos. Este daño es posiblemente secundario, ocurriendo después de ataque por *L. dietrichi*.

<sup>6</sup> Porcentaje calculado en base a una población inicial de 756 plantas.

<sup>7</sup> Excepto donde se especifica lo contrario, las cifras se calculan con base en una población inicial de 942 plantas.

**CUADRO 2. PORCENTAJES DE LA PERDIDA TOTAL DE PLANTAS DE MAIZ ATRIBUIDAS A DIFERENTES CAUSAS ACTUANDO DURANTE PRE-EMERGENCIA. SET-DIC DE 1986.**

Plantas perdidas debido a:	% de la pérdida total <sup>1</sup>
Pudriciones por hongos en la semilla	54.7
Plántula comida <sup>2</sup>	24.2
Plántula podrida (patógeno no identificado)	9.5
Plántula y/o semilla comida por gusano alambre <sup>3</sup>	8.4
Embrión comido de la semilla	3.2

<sup>1</sup> Porcentajes calculados con base en una muestra de 413 semillas.

<sup>2</sup> Daños típicos de gusano alambre pero ninguna plaga encontrada.

<sup>3</sup> Género y especie no determinados pero, en apariencia, muy similar a Conoderus sp.

**CUADRO 3. MATRIZ DE CORRELACION DE CARACTERISTICAS DE LAS PLANTAS DE MAIZ CON DAÑO POR Diatraea sp Y RENDIMIENTO. DIC/1986. <sup>1</sup>**

	B <sup>2</sup>	C	D	E	F
A	0.1586	0.4708	0.1025	0.9757	0.1762
B		0.9447	-0.0179	0.1271	0.9615
C			0.0240	0.4350	0.9163
D				0.1335	-0.0444
E					0.1343

<sup>1</sup> Coeficientes de correlación basados en mediciones de 83 plantas individuales.

<sup>2</sup> A= Número de entrenudos arriba de la mazorca barrenados por Diatraea sp.

B= Número de entrenudos abajo de la mazorca barrenados por Diatraea sp.

C= Número total de entrenudos barrenados por Diatraea sp.

D= Rendimiento de la mazorca (g).

E= % de entrenudos arriba de la mazorca barrenados por Diatraea sp.

F= % de entrenudos abajo de la mazorca barrenados por Diatraea sp.

**CUADRO 4.** PORCENTAJE DE MAZORCAS DE TAMAÑO NORMAL Y DE TAMAÑO PEQUEÑO CON DIFERENTES NIVELES DE PERDIDA DE GRANO, SIN APLICAR PLAGUICIDAS. DIC/1986.

NIVEL DE PERDIDA DE GRANO (%PERDIDA)	% PROMEDIO DE MAZORCAS CON CADA NIVEL DE DAÑO PARA MAZORCAS		
	NORMALES <sup>1</sup>	PEQUEÑAS <sup>1</sup>	GENERAL <sup>2</sup>
< 5%	22.45	2.38	19.93
5-10%	28.57	10.57	23.84
11-25%	13.88	8.59	11.91
26-50%	6.94	1.28	5.75
> 50%	28.16	77.17	38.58
	100%	100%	100%

<sup>1</sup> Se dividieron las mazorcas entre las categorías normales y pequeñas. Mazorcas pequeñas (20.3% del número total) midieron o menos de 10 cms. de largo o menos de 3 cms. de ancho.

<sup>2</sup> Porcentajes basados en 308 observaciones individuales

**CUADRO 5.** PORCENTAJE DEL NUMERO TOTAL DE MAZORCAS DAÑADAS CON BASE EN DISTINTAS CAUSAS. DIC/1986.

CAUSA	% PROMEDIO DE MAZORCAS DAÑADAS PARA MAZORCAS:		
	NORMALES <sup>1</sup>	PEQUEÑAS <sup>2</sup>	TODAS <sup>3</sup>
A. Patógenos <sup>4</sup>	61.7	14.1	75.8
B. Causas Fisiológicas <sup>5</sup>	9.8	6.3	16.0
C. Aves	1.6	1.2	2.7
D. A y B	2.3	2.0	4.3
E. A y C	0.4	0.8	1.2
	75.8%	24.4%	100%

<sup>1</sup> Un total de 194 mazorcas fueron evaluadas.

<sup>2</sup> Un total de 62 mazorcas fueron evaluadas.

<sup>3</sup> Un total de 256 mazorcas fueron evaluadas.

<sup>4</sup> Los organismos encontrados más comúnmente fueron Fusarium, Gibberella y Diplodia.

<sup>5</sup> Por lo general, esta clase de daño tuvo mazorcas vanas o medias vanas. Posibles causas pueden ser deficiencias de N o K o sequía.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al personal investigador y trabajador de la Estación Experimental Enrique Jiménez Núñez. Sin su colaboración y ayuda el presente trabajo no hubiera sido posible.

## BIBLIOGRAFIA

1. Instituto Meteorológico Nacional (Costa Rica), 1986 Boletín Meteorológico Mensual, 10(9-12).
2. National Academy of Sciences, 1969. Insect Pest Management and Control. (Principles of Plant and Animal Pest Control. Volume 3.). Washington D.C., National Academy of Sciences. 508 pp.
3. VAN HUIS, A., 1981. Integrated pest management in the small farmer's maize crops in Nicaragua. Mededelingen Landbouwhogeschool Wageningen, The Netherlands, 81(6): 1-221.