

EVALUACIÓN DE CINCO CULTIVARES DE MAÍZ (*Zea mays*) DE ALTA CALIDAD PROTEÍNICA EN COSTA RICA

*Sidey Calvo G.**
*Kenneth Jiménez M.***
*Carlos A. Salas F.***

ABSTRACT

EVALUATION OF HIGH PROTEIN QUALITY MAIZE (*Zea mays* L.) CULTIVARS IN FOUR LOCALITIES IN COSTA RICA. Four white endosperm and three yellow endosperm maize (*Zea mays* L.) cultivars were evaluated in Alajuela, Orotina, Cañas and Quepos, Costa Rica.

A Randomized Complete Block Experimental Design with four replications was used.

The white endosperm cultivars were: Alajuela 8363, San Jerónimo 8140, San Jerónimo 8363 and Tico V-7 (control) and the yellow endosperm cultivars were: San Jerónimo 8039, Pichilingue 8466 and Guarare 7728 (control).

The annual average temperature and rainfall, as well as the altitude (masl) for Alajuela, Orotina, Cañas and Quepos is : 23 °C, 1916 mm, 843 m; 28.9 °C, 2496 mm, 170 m; 27.2 °C, 1648 mm, 90 m and 27.6 °C, 4468.8 mm, 10 m; respectively.

Among the white endosperm cultivars, Alajuela 8363 showed the highest yields: 8.6, 8.2, 10.2 and 8.5 t/ha for the localities of Alajuela, Orotina, Cañas and Quepos, respectively. All cultivars outyielded the control Tico V-7. Among the high protein quality yellow maize cultivars, Pichilingue 8466 yielded the highest: 7.0, 7.1, 9.5 and 9.1 t/ha for the above mentioned localities, respectively.

The locality of Quepos showed the highest percentage of rotten "ears" (27.4 %), while Orotina showed the lowest percentage (11.8 %).

* Extracto de la tesis presentada por el primer autor a la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

** Programa de Cereales, Estación Experimental Fabio Baudrit M. Apartado 183-4050 Alajuela, Costa Rica, C. A.

The high protein quality maize cultivars are another promising alternative for the grain grower.

INTRODUCCION

El maíz ha ocupado un lugar preponderante en la dieta del costarricense; sin embargo, actualmente la producción nacional no ha abastecido la demanda interna, por lo que ha sido necesario su importación. Por tanto, es de imperiosa necesidad contar con cultivares cuyos rendimientos no sólo satisfagan las necesidades industriales, sino que también contribuyen a una mejor alimentación tanto humana como animal.

Los cultivares de maíz de alta calidad proteínica, lisina y triptofano han adquirido importancia en los últimos años, y poseen características y prácticas agronómicas muy similares a las de los comúnmente sembrados por el agricultor (CIMMYT, 1977).

A partir de 1970, se incentivó el mejoramiento de cultivares e híbridos de maíz de alta calidad proteínica, con el fin de eliminar ó disminuir el efecto de los caracteres agronómicos, que inicialmente presentaban, y que los hacía poco aceptables por parte del agricultor, dichos caracteres eran: su bajo rendimiento, apariencia y susceptibilidad a enfermedades y plagas tales como *Fusarium moniliforme* y *Sitophilus oryzae* (CIMMYT, 1977).

En Alajuela, Costa Rica, materiales tropicales de maíz de alta calidad proteínica como el Across 7740, White Bu-Pool y Guanacaste 7940, presentaron un buen comportamiento con rendimientos de 4,7, 4,6 Y 4,5 t/ha, respectivamente, comparados con el mejor testigo local, Tico H-4, que rindió 4,5 t/ha (Salas; Jiménez, 1982), trabajaron con ocho cultivares experimentales: Across 7941, Across 7741, Across 7845, La Platina 7841, Piricicaba 7941, Pool 34, Pool 31 Y Eto x 1 11, de los cuales algunos presentaron buena dureza de endosperma, aunque los rendimientos obtenidos fueron bajos, pues se obtuvo un rendimiento promedio de 3,8 t/ha en comparación con el Alajuela 2, que fue el mejor testigo y que produjo 6,3 t/ha.

En una prueba de aptitud combinatoria general de maíz de alta calidad proteínica realizada en la localidad de Alajuela (Rojas, 1985) con 31 mestizos, se obtuvo buena cobertura de mazorca, así como bajos porcentajes de pudrición de mazorca y endosperma cristalino. Asimismo, hubo ocho mestizos que presentaron buenos rendimientos, los que variaron entre 6,78 y 7,43 t/ha. Jiménez y Salas 1986, trabajaron en las localidades de Alajuela y Cañas con 28 híbridos simples de alta calidad proteínica y ocho cultivares testigo, de los que cinco fueron testigos normales y tres fueron de alta calidad proteína y encontraron que hubo diferencias altamente significativas para la interacción cultivar x localidad. De esta forma determinaron que para Alajuela los híbridos de mejor comportamiento agronómico fueron: 13 x 17, 13 x 26, 13 x 3, 13 x 29, y 29 x 6, con rendimiento promedio de 4,5 t/ha, con lo que se concluyó que tanto los rendimientos como las características agronómicas fueron superiores para Alajuela comparados con los obtenidos en la localidad de Cañas.

El objetivo de este experimento fue determinar los cultivares de maíz de alta calidad proteínica con mejor comportamiento agronómico en las localidades bajo estudio.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se llevó a cabo en cuatro localidades de: Alajuela, Cañas, Orotina y Quepos, a una altura de: 840, 90, 170 y 10 msnm respectivamente; con temperatura y precipitación anual promedio de: 23 °C y 1916 mm; 27,2 °C y 1.646 mm; 28,8 °C y 2.496 mm y 27,6 °C y 4.468 mm, respectivamente. Las fechas de siembra y cosecha para cada una de las localidades fueron: Alajuela (3 de junio, 5 de octubre 1987), Cañas (4 de junio, 21 de setiembre 1987), Orotina (27 de mayo, 14 de setiembre 1987) y Quepos (3 de junio, 17 de setiembre 1987).

Se evaluaron cuatro cultivares de endosperma blanco: Alajuela 8363, San Jerónimo 8140, San Jerónimo 8363 y Tico V-7 (testigo) y tres cultivares de endosperma amarillo: Pichilingue 8466, San Jerónimo 8039 y Guararé 7728 (testigo).

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por cuatro surcos de 5 m de largo, espaciados a 0,75 m y con una distancia entre plantas de 0,50 m.

La siembra se realizó en forma manual y se aplicó una dosis de 90-60-20 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. El fósforo y el potasio se aplicaron a la siembra, y el nitrógeno se fraccionó: 30 kg/ha a la siembra, y 60 kg/ha en la etapa 11 de desarrollo.

Para el combate de plagas del suelo se usó carbofuran (Furadan) a razón de 10 kg i. a./ha. Para el combate de malezas se aplicó la mezcla atrazina (1,25 kg i.a./ha) + pendimetalina (0,75 kh i.a./ha). El combate de Spodoptera fruQiperda se realizó con foxin granulado (Volatón).

Las variables evaluadas fueron: número de días a floración; calificación de enfermedades en escala de 0 (libre de enfermedad) a 9 (severamente afectado); altura de planta (cm); altura de mazorca(I.); cobertura de mazorca (%); acame (%); pudrición de mazorca (%); porcentaje de desgrane; dureza de endosperma en escala de 1 (endosperma cristalino) a 5 (endosperma suave) y rendimiento al 14 % de humedad (kg/ha).

RESULTADOS

1. Rendimiento

Para la localidad de Alajuela, el cultivar Alajuela 8363 fue, entre los cultivares de endosperma blanco, el que presentó el rendimiento más alto (8,6 t/ha) superando al testigo V-7 (7,9 t/ha) (Figura 1). De los cultivares de endosperma amarillo el Pichilingue 8466 fue el que alcanzó el mayor rendimiento (7,0 kg/ha).

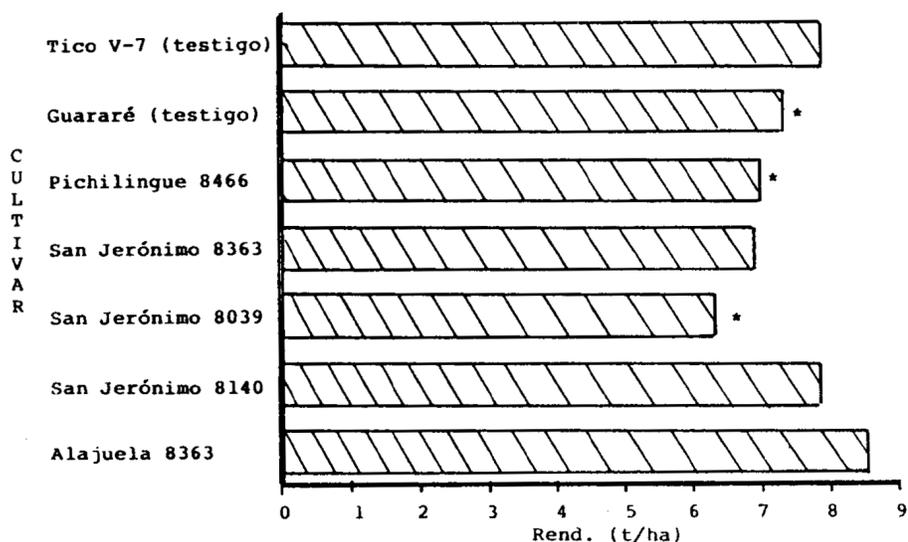


Figura 1. Rendimiento promedio por cultivar de maíz de alta calidad proteínica. Alajuela, 1987.

*Endosperma Amarillo.

La misma situación se presentó en las localidades de Cañas, Quepos y Orotina (Figura 2, 3 Y 4) en donde el cultivar Alajuela 8363 fue el material blanco que mostró los mejores rendimientos: 10,2; 8,5; y 8,2 t/ha respectivamente; mientras que el Pichilingue 8466 obtuvo rendimientos más altos: 9,5; 9,1 y 7,1 t/ha, respectivamente.

El análisis combinado (Figuras 5 y 6) mostró que la localidad de Cañas presentó el mayor rendimiento (9,9 t/ha); mientras que el menor rendimiento se observó en Orotina (7,2 t/ha).

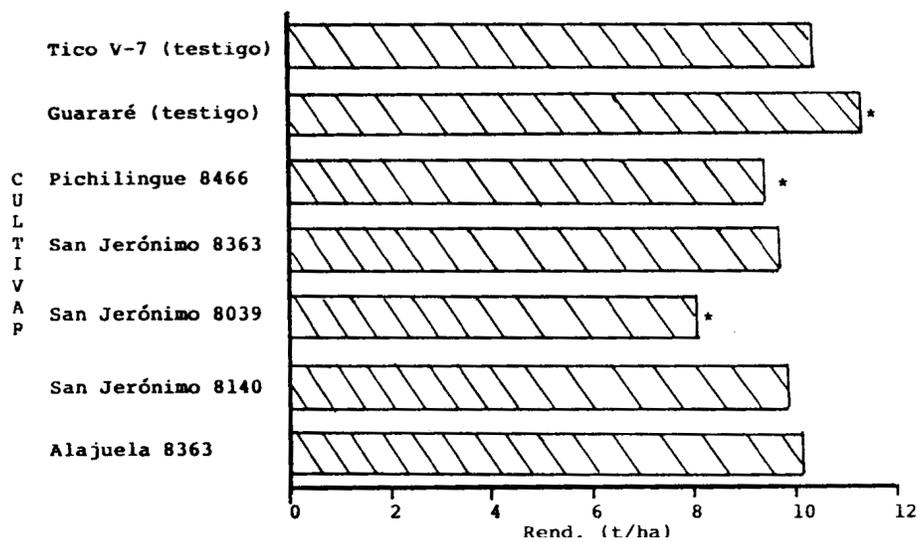


Figura 2. Rendimiento promedio por cultivar de maíz de alta calidad proteínica. Guanacaste, 1987.

*Endosperma Amarillo.

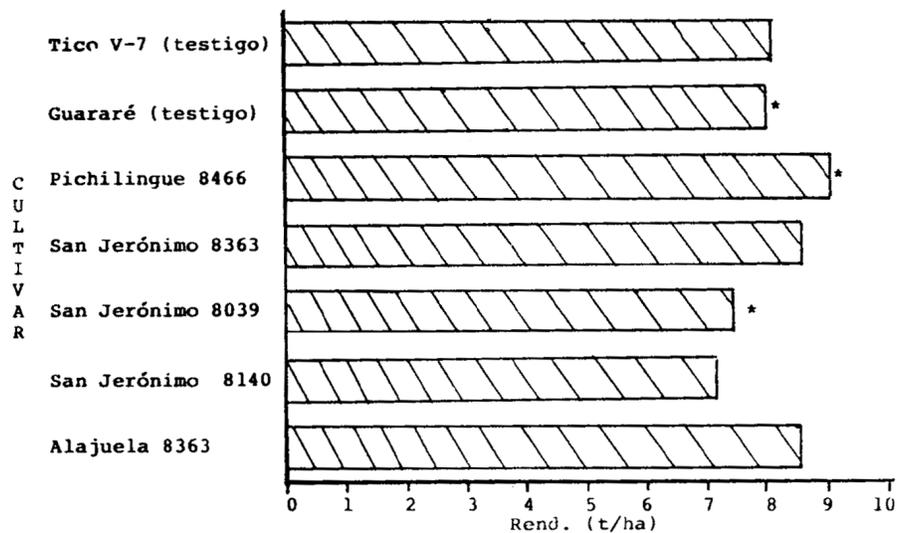


Figura 3. Rendimiento promedio por cultivar de maíz de alta calidad proteínica. Quepos, 1987.

*Endosperma Amarillo.

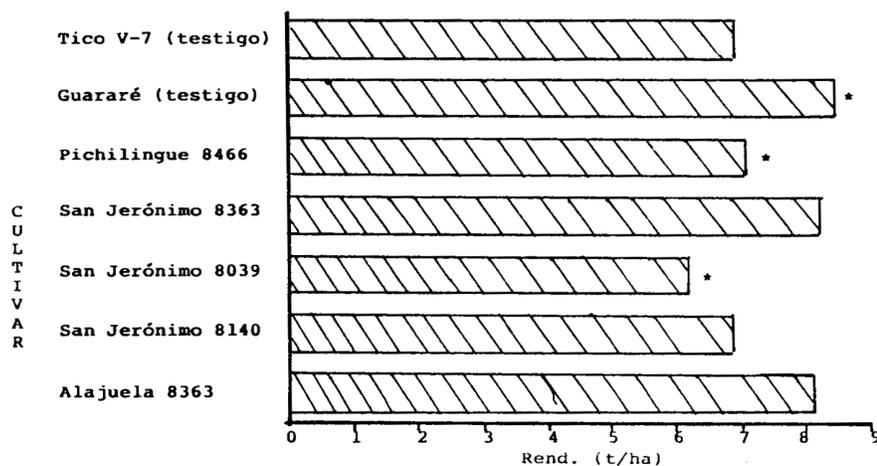


Figura 4. Rendimiento promedio por cultivar de maíz de alta calidad proteínica. Orotina, 1987.

*Endosperma Amarillo.

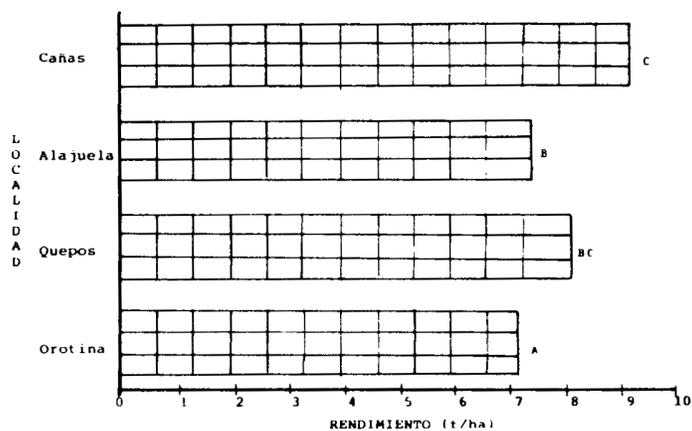


Figura 5. Rendimiento de maíz por localidad. 1987.

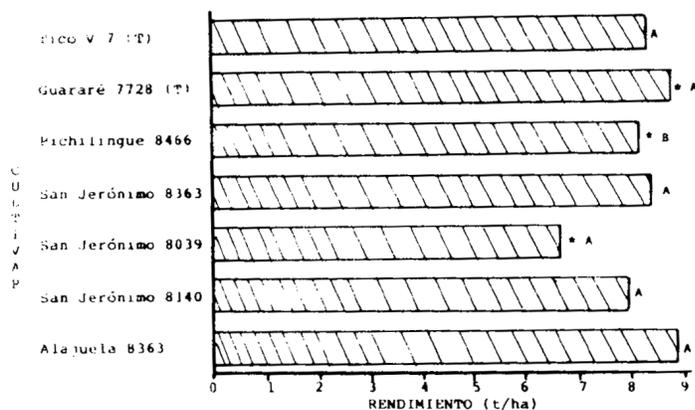


Figura 6. Rendimiento de maíz por cultivar en cuatro localidades (Orotina, Quepos, Cañas, Alajuela). 1987.

No hubo efecto de interacción significativa de localidad-cultivar, por lo tanto los mejores cultivares se comportaron en forma similar en las cuatro localidades.

2. Número de días a floración

Para la localidad Alajuela los cultivares presentaron un mayor número de días a floración (66 días) (Cuadro 1); mientras que en Cañas (Cuadro 2), los cultivares fueron más precoces (50 días).

Cuadro 1. Variables agronómicas para la evaluación de cinco cultivares de maíz de alta calidad proteínica. Alajuela, 1987.

Cultivar	Días a floración	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Cobertura mazorca (%)	Pudrición mazorca (%)	Aspecto mazorca	Desgrane (%)	Acame (%)	Dureza endosperma	Enfermedades
Alajuela 8383	68	184.0	99.0	16.6	9.5	3	78.0	1.7	1	4
San Jerónimo 8140	66	182.8	93.8	13.0	16.1	3	71.2	4.6	1	5
San Jerónimo 0809	64	182.5	121.8	12.8	18.9	4	73.2	4.0	1	7
San Jerónimo 8563	66	200.2	97.0	9.9	17.4	4	74.2	4.0	1	6
Pichilingue 8466	64	199.2	103.2	13.7	29.6	4	75.8	6.8	1	7
Guararé (testigo)	68	198.0	114.0	4.4	11.6	3	77.2	2.8	1	6
Tico V-7 (testigo)	68	184.4	110.0	5.8	11.9	3	79.0	1.7	1	5
Media General	66	190.2	105.5	10.9	16.4	3	75.2	3.6	1	6
C.V.* (5)	1.7	6.3	19.3	40.4	30.1	12.2	3.8	75.8	-	17.6

* Coeficiente de Variación.

Cuadro 2. Variables agronómicas para la evaluación de cinco cultivares de maíz de alta calidad proteínica. Alajuela, 1987.

Cultivar	Días a floración	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Cobertura mazorca (%)	Pudrición mazorca (%)	Aspecto mazorca	Desgrane (%)	Acame (%)	Dureza endosperma	Enfermedades
Alajuela 8363	50	212.5	101.8	17.8	28.2	3	74.8	0.6	1	4
San Jerónimo 8140	49	183.0	102.2	16.3	11.8	3	78.2	0.0	1	4
San Jerónimo 8039	49	199.5	109.5	9.2	20.4	3	79.0	2.2	1	4
San Jerónimo 8363	49	214.5	104.8	17.7	29.6	3	77.0	0.6	1	4
Pichilingue 8466	46	206.0	117.2	15.9	26.9	3	80.8	0.6	1	4
Guararé (testigo)	52	206.2	111.5	7.6	9.0	2	81.2	1.2	1	4
Tico V-7 (testigo)	52	215.0	120.5	7.2	15.6	2	75.0	4.0	1	4
Media General	50	205.9	109.6	13.1	20.1	3	78.0	1.3	1	4
C.V.* (%)	1.8	5.8	13.5	47.5	47.5	18.4	3.5	216.3	-	9.3

* Coeficiente de variación.

3. Altura de planta y mazorca

Para la localidad de Alajuela (Cuadro 1), los valores promedios tanto para altura de planta como para altura de mazorca fueron los menores (190,2 y 105,5 cm, respectivamente), mientras que para la localidad de Orotina, dichas variables alcanzaron los valores más altos: 227,8 y 123,4 cm, respectivamente (Cuadro 3).

4. Cobertura y pudrición de mazorca

La localidad de Quepos (Cuadro 4) fue la que presentó el menor índice de mazorcas descubiertas (9,5 %). Sin embargo en Quepos (Cuadro 4) se observó el mayor porcentaje de pudrición de mazorca (27,4 %).

Cuadro 3. Variedades agronómicas para la evaluación de cinco cultivares de maíz de alta calidad proteínica. Orotina. 1987.

Cultivar	Días a floración	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Cobertura mazorca (%)	Pudrición mazorca (%)	Aspecto mazorca	Desgrane (%)	Dureza endosperma	Enfermedades
Alajuela 8363	56	237.2	121.5	14.9	18.8	3	80.5	1	6
San Jerónimo 8140	55	216.0	118.5	15.2	20.9	3	77.8	1	8
San Jerónimo 8039	54	227.5	127.2	7.9	19.7	3	76.1	1	8
San Jerónimo 8363	54	233.8	116.8	14.9	20.8	3	80.0	1	8
Pichilingue 8466	55	226.2	122.5	16.7	23.5	4	81.2	1	7
Guararé (testigo)	58	227.8	123.8	7.3	8.9	2	78.1	1	8
Tico V-7 (testigo)	60	225.8	133.5	5.6	11.8	3	77.0	1	7
Media General	56	227.8	123.4	11.8	17.7	3	78.5	1	7
C.V.* (%)	1.7	3.5	6.4	39.4	40.9	13.2	3.6	-	6.1

* Coeficiente de variación

Cuadro 4. Variables agronómicas para la evaluación de cinco cultivares de maíz de alta calidad proteínica. Quepos. 1987.

Cultivar	Días a floración	Altura planta (cm)	Altura mazorca (cm)	Cobertura mazorca (%)	Pudrición mazorca (%)	Aspecto mazorca	Desgrane (%)	Acame (%)	Dureza endosperma	Enfermedades
Alajuela 8363		224.8	104.1	13.8	24.8	2	76.8	2.8	1	8
San Jerónimo 8141		221.5	113.5	12.0	32.1	3	77.2	5.1	1	8
San Jerónimo 8039		222.2	119.2	12.4	22.6	3	80.8	5.7	1	9
San Jerónimo 8363		217.5	117.2	5.8	311.3	3	77.1	0.0	1	8
Pichilingue 8466		227.5	122.2	14.5	30.8	3	79.2	6.8	1	8
Guararé (testigo)		230.0	117.8	4.0	25.0	3	80.0	1.7	1	8
Tico V-7 (testigo)		224.2	116.2	4.2	26.6	3	77.0	4.5	1	8
Media General		224.0	114.5	9.5	27.4	3	78.3	3.8	1	8
C.V.* (%)		2.8	8.2	30.6	22.11	13.1	2.7	101.5	-	3.3

* Coeficiente de variación

En Orotina (Cuadro 3) se observó el mayor porcentaje de mazorcas descubiertas (11,8 %). La localidad en la cual se presentó el menor índice de pudrición de mazorca fue la de Alajuela (Cuadro 1) en la que se obtuvo un porcentaje promedio de 16,4 %.

5. Acame

El porcentaje de acame promedio para cada una de las localidades no fue significativo; no obstante, se observó una tendencia a presentarse un mayor porcentaje de acame conforme la altura de planta aumenta. El mayor porcentaje de acame correspondió a la localidad de Quepos (3,8 %) (Cuadro 4).

6. Enfermedades

Todos los cultivos, tanto las de alta calidad de proteína como los testigos normales, se comportaron en forma similar en cuanto a enfermedades, en cada una de las localidades. En Quepos (Cuadro 4), los cultivos mostraron el mayor índice de severidad; mientras que en Cañas (Cuadro 2) se observó el menor.

En el Cuadro 5 se muestra el resumen de las principales enfermedades, que se presentaron en las localidades estudiadas.

Cuadro 5. Enfermedades del follaje del maíz más importantes en cada una de las localidades en estudio. Costa Rica. 1987.

Localidad	Enfermedad
OROTINA	<i>Curvularia</i> sp. <i>Phyllosticta</i> sp. <i>Gloeocercospora</i> sp. <i>Physoderma Zea mays</i>
QUEPOS	<i>Marasmiellus</i> sp. <i>Hyalothyridium</i> sp. <i>Gloeocercospora</i> sp.
ALAJUELA	<i>Physoderma Zea mays</i> Virus del achaparramiento
CAÑAS	<i>Helminthosporium maydis</i> <i>Phyllosticta</i> sp.

7. Dureza de Endosperma

Los cultivares evaluados se comportaron en forma similar, en las cuatro localidades. Para la localidad de Alajuela (Cuadro 1), el valor correspondiente a dicha variable fue de 1 (endosperma cristalino); la misma situación se presentó en Cañas, Orotina y Quepos (Cuadros 2, 3, 4).

DISCUSION

1. Rendimiento

Los resultados obtenidos para esta variable coinciden con lo señalado por Vega (1987), quien evaluó 36 cultivares de maíz y encontró que los mejores rendimientos se obtuvieron en la localidad de Cañas, debido no sólo a las características óptimas del suelo, sino también a que se sembró en el mes de junio con lo cual no hubo ni déficit ni excesos de agua al momento de la siembra y en el periodo de floración, considerados como periodos críticos durante el desarrollo de la planta de maíz. Además, en dicha localidad existe una mayor luminosidad, la cual es uno de los aspectos climáticos necesarios para obtener una buena producción de maíz (Azofeifa, 1986).

2. Número de días a floración

La precocidad de los cultivares observada en la Cañas se correlaciona con el número de horas luz y la temperatura prevaleciente en dicha localidad. Asimismo, el mayor número de días a floración obtenido en Alajuela, coincide con lo señalado por Hernández 1986, quien afirma que en Alajuela el ciclo de cultivo es más largo pues la temperatura es menor y el maíz recibe menos horas luz y menos lluvia en los primeros días de crecimiento, con lo que la floración se retrasa.

3. Cobertura y pudrición de mazorca

El menor índice de mazorcas descubiertas encontrado en Quepos, en contraposición con el mayor porcentaje de mazorcas podridas observado en la misma localidad, es opuesto a lo obtenido por Avila (1984), quien encontró una correlación positiva y significativa entre cobertura y pudrición de mazorca, concluyendo que a mayor porcentaje de mazorcas descubiertas, mayor es el porcentaje de pudrición de las mismas. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que aún cuando en esta localidad se presentara el menor porcentaje de mazorcas descubiertas, las condiciones climáticas de excesiva humedad fueron adversas en el momento de la cosecha, lo que pudo haber provocado que las mazorcas sufrieran daños y ocurriera germinación de los granos en las mismas al presentarse además en ambiente propicio para la incidencia de enfermedades (Avila, 1984).

4. Dureza del endospermo

Los resultados obtenidos para esta variable son bastantes satisfactorios, ya que esta característica es de gran importancia (CIMMYT, 1977) debido a que una mayor dureza del endospermo permitirá una mayor tolerancia a las enfermedades y plagas del grano de maíz y en consecuencia permitirá una mayor aceptación por parte de los agricultores.

RESUMEN

Se evaluaron cuatro cultivares de maíz de endosperma blanco y tres cultivares de endosperma amarillo en cuatro localidades de Costa Rica: Alajuela, Orotina, Cañas y Quepos.

El promedio anual de temperatura y precipitación, así como la altura sobre el nivel del mar, para Alajuela, Orotina, Cañas y Quepos es de 23 °C, 1916 mm, 843 m; 28,9 °C, 2496 mm, 170 m; 27,2 °C, 1648 mm, 90 m y 27,6 °C, 4468,8 mm, 10 m, respectivamente.

Los cultivares evaluados de endosperma blanco fueron: Alajuela 8363, San Jerónimo 8140, San Jerónimo 8363, Tico V-7 (Testigo) y los de endosperma amarillo: San Jerónimo 8039, Pichilingue 8466 Y Guararé 7728 (Testigo).

Se empleó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Entre los cultivares de endosperma blanco, el Alajuela 8363 mostró los rendimientos mas altos: 8,6; 8,2; 10,2 y 8,5 t/ha para las localidades de Alajuela, Orotina, Cañas y Quepos respectivamente, los cuales superaron al cultivar testigo Tico V-7. De los maíces amarillos de alta calidad de proteína evaluados, el cultivar Pichilingue 8466 presentó los mayores rendimientos: 7,0; 7,1; 9,5 y 9,1 t/ha para las localidades antes mencionadas, respectivamente.

La localidad de Quepos presentó el mayor porcentaje de mazorcas podridas, 27,4 %; mientras que Orotina mostró el menor porcentaje, 11,8 %.

Los cultivares de alta calidad de proteína se presentan como una alternativa más de producción para el agricultor.

LITERATURA CITADA

AVILA, V.A. 1984. Evaluación de cultivares de maíz (*Zea mays* L.) en Florencia de San Carlos. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 46 p.

- AZOFEIFA, G. 1986. Epocas de siembra de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) en Río Frío. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 55 p.
- CIMMYT. 1977. Maíz de alta calidad proteínica. México, Editorial Limusa S.A. 569 p.
- HERNANDEZ, O. 1986. Evaluación de cultivares de maíz (*Zea mays* L.) en la Estación Experimental Fabio Baudrit M., Alajuela. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 62 p.
- JIMENEZ, K.; SALAS, C.A. 1986. Aptitud combinatoria específica de líneas de maíz (*Zea mays* L.) de alta calidad de proteína. Trigésima Segunda Reunión Internacional del PCCMCA. San Salvador. 11 p.
- ROJAS, M.R. 1985. Prueba de aptitud combinatoria general en maíz (*Zea mays* L.) de alta calidad proteínica. Tesis Ing. Agr. Tarcés, Grecia, Centro Universitario de Occidente, Universidad de Costa Rica. 45 p.
- SALAS, C.A.; JIMENEZ, K. 1982. Programa de investigación en maíz y trigo. Estación Experimental Fabio Baudrit M. (Costa Rica). Informe anual de labores 1981-1982, Alajuela, Costa Rica. p. 95-103.
- SALAS, C.A.; JIMENEZ, K. (). Programa de Investigación en Cereales. Informe Anual 1982-1983, Alajuela, Estación Experimental Fabio Baudrit M. p. 6-23.
- VEGA, R. 1987. Evaluación de treinta y seis cultivares de maíz (*Zea mays* L.) en Esparza, Puntarenas, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 57p.
-