

**Desempeño agronómico del híbrido DICTA
HQ-31 en tres localidades de Honduras y su
rendimiento en la elaboración artesanal de
tortillas de maíz**

Enrique Solís Ruballos

Honduras
Diciembre, 2003

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

Desempeño agronómico del híbrido DICTA HQ-31 en tres localidades de Honduras y su rendimiento en la elaboración artesanal de tortillas de maíz

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Enrique Solís Ruballos

Honduras
Diciembre, 2003

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Enrique Solís Ruballos

Honduras
Diciembre, 2003

Desempeño agronómico del híbrido DICTA HQ-31 en tres localidades de Honduras y su rendimiento en la elaboración artesanal de tortillas de maíz.

presentado por

Enrique Solís Ruballos

Aprobado:

Raúl Espinal, Ph. D.
Asesor Principal

Claudia García, Ph. D.
Coordinadora de la Carrera
de Agroindustria

Edward Moncada, M.A.E.
Asesor Secundario

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

José Vélez, M. Sc.
Asesor Secundario

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A DIOS todo poderoso quien me ha guiado y nunca me ha abandonado en todo este tiempo.

A mi madre Elida, a mi hermano Salvador y a mi padre Salvador por su apoyo, paciencia y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS todo poderoso por cuidarme, protegerme.

A mi madre por su confianza, apoyo y comprensión que me ha brindado toda su vida.

A mi hermano y mi padre, que creyeron en mi y me ayudaron hasta donde fue posible.

A mis asesores Dr. Raúl Espinal, Ing. José Vélez e Ing. Edward Moncada, por su apoyo en todo momento, el tiempo invertido, su paciencia y la confianza depositada en mi.

A María Jeaninne Bonilla, por su amistad, amor, apoyo y consejos brindados en todo momento.

A Reina Calix y Yamile Martínez, por su ayuda en y apoyo en este trabajo.

A mis amigos Rendón, J., Cáceres, H., Villena, E., Soto, R., Monroy, L. Martínez, M., Lardizábal, E., Cueva, F., Galo, H., De Jesús, L., Girón, M., Alemán E., Erazo, L., Fernández, F., García, P.P., Midence, H., Durón, A., Elizalde, F., Ledezma, J, Blanco G. Carranza, L. y demás amigos por haber estado conmigo en mis buenos y malos momentos.

Agradezco a la empresa Derivados del Maíz de Honduras S.A. (DEMAHSA), por permitir la realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mis padres y al Instituto Salvadoreño de Formación Profesional, (INSAFORP), por financiar mis estudios en Zamorano.

RESUMEN

Solis, Enrique. 2003. Desempeño agronómico del híbrido DICTA HQ-31 en tres localidades de Honduras y su rendimiento en la elaboración artesanal de tortillas de maíz. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería Agroindustrial. Zamorano, Honduras.

Para reducir la desnutrición en Honduras y apoyar la cadena agroalimentaria del maíz, DEMAHSA ha evaluado un híbrido de maíz de alta calidad proteica. El objetivo de este estudio fue determinar el comportamiento del híbrido DICTA HQ-31 en rendimiento de campo y las características sensoriales de las tortillas. El estudio se realizó en dos etapas; la primera, se realizó en los departamentos de Yoro, Olancho y El Paraíso. Esta consistió en una evaluación de campo entre el híbrido DICTA HQ-31 y seis híbridos comerciales de las empresas Pioneer y Cristiani Burkard. Se utilizó un diseño completamente al azar. Las variables evaluadas fueron rendimiento, altura de planta, altura de mazorca y porcentaje de humedad a cosecha. En la segunda fase se evaluaron las características sensoriales del híbrido DICTA HQ-31 a nivel de tortillerías artesanales, comparándolo con la variedad comercial Guayape y la harina de maíz MASECA. Esta fase fue realizada en tortillerías artesanales, ubicadas en Tegucigalpa, M.D.C. Las variables medidas en el análisis de masa fueron sabor, color, olor, adhesividad y amasado; para las pruebas de tortillas se evaluó la facilidad de palmeo, color, olor, sabor, suavidad y quebradura. Para medir el rendimiento por gramo de nixtamal de los tres materiales se utilizó un diseño completamente al azar. El análisis estadístico del estudio de campo indicó que el híbrido DICTA HQ-31 fue inferior en rendimiento (3724,30 kg /ha), que los híbridos comerciales de los cuales el CB H5G fue superior (4884,57 kg /ha). En la evaluación sensorial de la masa y la tortilla, el híbrido DICTA HQ-31 presentó la menor aceptación de color, sin embargo, fue similar a la variedad Guayape y a la harina MASECA en términos de olor, sabor, adhesividad, amasado, facilidad de palmeo, suavidad y quebradura.

Palabras clave: calidad proteica, tortillerías artesanales, análisis sensorial.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Contenido.....	viii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de Anexos.....	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 LÍMITES DEL ESTUDIO.....	2
1.4. OBJETIVOS.....	2
1.4.1 General.....	2
1.4.2 Específicos.....	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 IMPORTANCIA DEL MAÍZ.....	4
2.2 CULTIVO DEL MAÍZ EN HONDURAS.....	4
2.3 VALOR NUTRICIONAL DEL MAÍZ.....	5
2.4 CARACTERÍSTICAS DEL MAÍZ DE ALTA CALIDAD PROTEICA (QPM).....	7
2.4.1 Híbrido DICTA HQ-31.....	8
2.5 DERIVADOS DEL MAÍZ DE HONDURAS S. A. (DEMAHSA)...	9
2.6 MAÍZ EMPLEADO PARA ELABORAR TORTILLAS DE MAÍZ.	9
2.7 NIXTAMALIZACIÓN O MOLIENDA HÚMEDA.....	11
2.8 PROPIEDADES SENSORIALES.....	11
2.9 ANÁLISIS SENSORIAL.....	12
2.9.1 Pruebas orientadas al producto.....	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	13
3.2 EVALUACIÓN DE CAMPO.....	13
3.3 ANÁLISIS COMPARATIVOS SENSORIALES Y DE ACEPTABILIDAD.....	13

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1	EVALUACIÓN DE CAMPO	15
4.2	ANÁLISIS COMPARATIVOS SENSORIALES Y DE ACEPTABILIDAD	16
4.2.1	Rendimiento harina-maíz en la elaboración de tortillas	16
4.2.2	Análisis sensorial de la masa.....	16
4.2.3	Análisis sensorial de la tortilla.....	19
5.	CONCLUSIONES	23
6.	RECOMENDACIONES	24
7.	BIBLIOGRAFÍA	25
8.	ANEXOS	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Calidad de las proteínas del maíz y otros cereales expresados en porcentaje de caseína.....	6
2.	Contenido de lisina y triptófano en el endospermo de maíz normal y maíz opaco-2 modificado	7
3.	Calidad proteica del maíz en términos de rango de eficiencia, tortillas y caseína.....	8
4.	Líneas de QPM de CIMMYT progenitoras del híbrido DICTA HQ-31	8
5.	Comparación nutricional de DICTA HQ-31 contra el maíz normal y la leche	9
6.	Altura promedio y desviación estándar de planta y mazorca; y porcentaje promedio de humedad de 7 híbridos de maíz blanco (<i>Zea mays</i>) comparados en un estudio de campo realizados en los departamentos de Yoro, Olancho y El Paraíso	15
7.	Rendimiento promedio de campo de 7 híbridos de maíz blanco (<i>Zea mays</i>) comparados en un estudio de campo realizados en los departamentos de Yoro, Olancho y El Paraíso	15
8.	Rendimiento promedio por gramos en la elaboración de tortillas del DICTA HQ-31 comparado con el híbrido comercial Guayape y la harina de maíz MASECA	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Producción total en quintales por año de maíz en Honduras en el período 1992 – 2002 (INFOAGRO, 2002).....	5
2.	Prueba de color de la masa.....	17
3.	Prueba de olor de la masa.....	17
4.	Prueba de sabor de la masa.....	18
5.	Prueba de amasado de la masa.....	18
6.	Prueba de adhesividad de la masa.....	19
7.	Prueba de palmeo de la tortilla.....	19
8.	Prueba de color de la tortilla.....	20
9.	Prueba de olor de la tortilla.....	20
10.	Prueba de sabor de la tortilla.....	21
11.	Prueba de suavidad de la tortilla.....	21
12.	Prueba de quebradura de la tortilla.....	22

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Análisis estadístico de la evaluación de campo.....	28
2.	Análisis estadístico del rendimiento harina-maíz en la elaboración de tortillas.....	30
3..	Encuestas realizadas a las tortilleras en Tegucigalpa, M.D.C.....	31

1. INTRODUCCIÓN

El maíz es el grano más importante cultivado en Honduras porque contribuye con el 5.4% del PIB agroalimentario y el 8.6% del PIB Agrícola, registrándose 268,000 explotaciones con este cultivo distribuidas en todo el territorio nacional (Censo Nacional Agropecuario, 1993). El maíz, es un componente importante de la dieta hondureña. La superficie sembrada con este grano en el año 2001 alcanzó un área de 470,000 ha y una producción de 379,000 TM, con un rendimiento promedio de 806 Kg /ha¹. La disponibilidad per cápita del maíz según la producción nacional es de 70.03 kg/persona/año (INFOAGRO, 2002).

El valor nutricional del maíz es un factor de mucha relevancia por su importancia alimenticia. Según la Dirección de Investigación y Transferencia de Tecnología de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras, DICTA (2001), se ha incrementado el valor proteico del maíz gracias al trabajo de campo realizado por científicos del CIMMYT, después del descubrimiento del gen opaco 2 y el desarrollo de híbridos de alta calidad proteica, caracterizados por contener casi al doble de lisina y triptófano que el maíz normal.

La empresa Derivados del Maíz de Honduras S.A. (DEMAHSA) principal abastecedora de harina de maíz para la elaboración de tortillas, se ha involucrado desde el año 2000 en proyectos de siembra de maíz de alta calidad proteica (Quality Protein Maiz QPM). Los proyectos de siembra han sido realizados en regiones productoras de maíz en Honduras: Francisco Morazán, Yoro, Colón, El Paraíso y Santa Bárbara. El propósito de estos proyectos es la evaluación de estos materiales como fuente de materia prima para la planta de procesamiento de molienda húmeda ubicada en Choloma, Cortés. Además, la empresa DEMAHSA ha realizado estudios para mejorar la calidad nutritiva de sus productos en especial en la harina de maíz. Para mejorar la nutrición de los consumidores se han lanzado al mercado harinas de maíz enriquecidas con vitaminas y minerales. Esta iniciativa se quiere reforzar a través de un producto que tenga un alto valor proteico. Según Othon (1996), el maíz tiene un valor nutritivo bajo, el contenido de proteína es de 9.1% y el resto del grano, en su mayoría lo constituyen carbohidratos (81.8%).

El presente estudio se llevo a cabo en dos fases. La primera, consistió en una evaluación de campo de diferentes materiales genéticos de maíz y la segunda en una evaluación de las cualidades sensoriales de tortillas elaboradas con el híbrido DICTA HQ-31.

¹ Política de estado para la agricultura hondureña período 2003–2021. 2003. Mesa Agrícola Hondureña Secretaria Técnica. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Tegucigalpa, Fco. Morazán.

1.1 ANTECEDENTES

DEMAHSA ha considerado la posibilidad de usar el híbrido DICTA HQ-31 por su alto valor proteico como fuente de materia prima en molienda húmeda. Según DICTA (2001). Se ha documentado la obtención de rendimientos de campo aceptables en otros países (México). Por esta razón, Desde el año 2000, DICTA en conjunto con Derivados del Maíz de Honduras (DEMAHSA), ha venido desarrollando pruebas a nivel de campo para promover la producción de materiales de alta calidad proteica. Actualmente como resultado de este esfuerzo a nivel nacional existen parcelas QPM en los departamentos de Olancho, Yoro, y El Paraíso². Cabe indicar que en un estudio realizado en el 2002 el DICTA HQ-31 no tuvo rendimientos aceptables (3,228.55 Kg/ha).

1.2 JUSTIFICACIÓN

Honduras es un país con serios problemas de desnutrición en su población (DICTA, 2000). Una manera a través de la cual DEMAHSA considera que se puede disminuir el problema de la desnutrición es mejorando la calidad proteica en la dieta. Debido a que la tortilla es uno de los alimentos mayormente consumidos por la población hondureña, el uso del híbrido DICTA HQ-31 como materia prima en la elaboración de harinas, puede ser una alternativa viable para incrementar la ingesta de proteína significativamente.

1.3 LÍMITES DEL ESTUDIO

El estudio de campo fue realizado en los departamentos de Yoro, Olancho y El Paraíso.

El análisis sensorial y de aceptabilidad del híbrido DICTA HQ 31, se realizó en tortillerías artesanales ubicadas en diferentes localidades de Tegucigalpa M.D.C.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

- Evaluar el rendimiento de campo del híbrido DICTA HQ-31 y sus características sensoriales en la elaboración de tortillas de maíz.

² Vélez, J. 2003. Validación del híbrido DICTA HQ-31 a nivel nacional. (Comunicación personal). Derivados del Maíz de Honduras S.A.(DEMAHSA). Choloma, Cortés.

1.4.2 Específicos

- Comparar el híbrido DICTA HQ-31 con otros híbridos comerciales para obtener una referencia comparativa del rendimiento de campo.
- Realizar un estudio sensorial y de aceptabilidad de la tortilla elaborada con el híbrido DICTA HQ-31, incluyendo rendimiento harina-tortilla, para validar los resultados de calidad obtenidos en este estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA DEL MAÍZ

El maíz constituye, después del trigo y el arroz, el cultivo más importante del mundo en la alimentación humana y animal, de acuerdo con la Enciclopedia Práctica de Agricultura y Ganadería (2000), abarcando una superficie sembrada de aproximadamente 140 millones de hectáreas y una producción de 577 millones de toneladas anuales.

Este cultivo representa hoy en día parte importante de la dieta básica de muchos habitantes en Asia, África y Latinoamérica, siendo muy utilizado en la agricultura de subsistencia.

Según la FAO (1993), el maíz tiene tres aplicaciones posibles: alimento, forraje y materia prima para la industria; como alimento se puede utilizar todo el grano, maduro o no, o bien puede ser utilizado en técnicas de molienda húmeda para obtener un número relativamente amplio de productos intermedios, como por ejemplo harina, que a su vez tienen un gran número de aplicaciones, entre ellas la elaboración de tortillas.

2.2 CULTIVO DEL MAÍZ EN HONDURAS

El país es deficitario en este rubro, debiendo importar grano desde Estados Unidos y El Salvador, principalmente. A pesar de la protección que el país mantiene sobre este rubro (banda de precios y convenio de compraventa entre productores y agroindustria), los productores no logran niveles de productividad adecuados, lo cual ha generado altos niveles de endeudamiento en el sector. Los principales problemas detectados se relacionan con la diferencia entre maíz blanco y amarillo, con las consiguientes diferenciaciones en sus mercados de consumo, bajos niveles tecnológicos, localización del cultivo (laderas), y carencias de instalaciones adecuadas para el almacenamiento lo que ocasiona pérdidas poscosecha muy importantes³.

Según la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras (2003), por ser un rubro muy importante a escala nacional, y en particular en la agricultura campesina, es necesario que el país mantenga un apoyo a este sector. Sin embargo, cabe analizar con precisión si el rubro podrá desarrollar las ventajas competitivas requeridas para una apertura comercial en la que se involucre, lo cual es factible en los suelos planos y de mayor potencial. Con todo, el maíz seguirá siendo un cultivo relevante en zonas de laderas, con una orientación básicamente dirigida hacia el autoconsumo: en estas

³ Política de estado para la agricultura hondureña período 2003–2021. 2003. Mesa Agrícola Hondureña Secretaria Técnica. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Tegucigalpa, Fco. Morazán.

zonas es posible lograr mejoramientos tecnológicos en este cultivo, a través de adecuados programas de investigación y asistencia técnica.

Se ha observado que en los dos últimos años ha existido una disminución en la producción total de maíz en Honduras desde 1992 hasta el 2002, teniendo un promedio de 12,2 millones de quintales desde 1992 hasta el año 2000 y en los años 2001 y 2002 se ha obtenido 9,8 millones de quintales. Esto se debe a una disminución en el área de siembra, el aumento en el precio de los insumos y bajos aranceles al maíz proveniente del exterior (Figura 1).

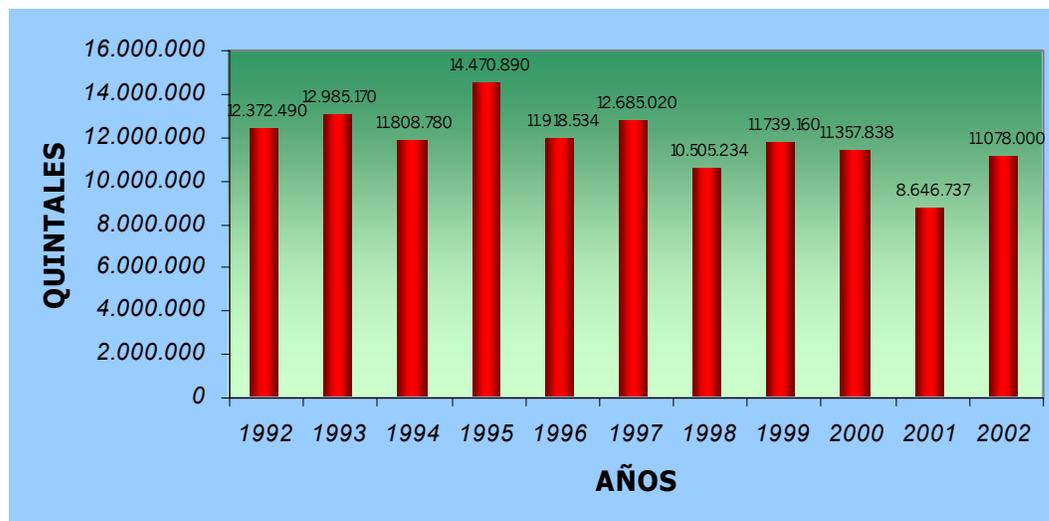


Figura 1. Producción total en quintales por año de maíz en Honduras en el período 1992 – 2002 (INFOAGRO, 2002).

2.3 VALOR NUTRICIONAL DEL MAÍZ

Según la FAO (1993), la importancia de los cereales en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. En los países en desarrollo, no se les puede considerar sólo una fuente de energía, sino que además suministran cantidades notables de proteínas. Aún así los granos tienen una baja concentración de proteínas y la calidad de éstas se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales, sobre todo lisina. Ejemplo clásico de ello es el maíz, pues otros cereales presentan limitaciones iguales, pero menos evidentes.

En el Cuadro 1 se compara el valor nutritivo o calidad de las proteínas del maíz con la de otros ocho cereales, expresado en porcentajes de caseína.

Cuadro 1. Calidad de las proteínas del maíz y otros cereales expresados en porcentaje de caseína.

Cereal	Calidad de las proteínas (% de caseína)
Maíz común	32,1
Maíz opaco-2	96,8
MPC	82,1
Arroz	79,3
Trigo	38,7
Avena	59,0
Sorgo	32,5
Cebada	58,0
Mijo perla	46,4
Mijo africano o coracán	35,7
Tef	56,2
Centeno	64,8

Fuente: FAO, 1993

A excepción del arroz, la riqueza de proteínas del maíz común es similar a la de los demás cereales. Tanto el maíz opaco-2 como el MPC de endospermo duro (Nutricia) tienen un contenido de proteínas no solamente superior al del maíz común, sino también considerablemente superior al de los demás cereales. Esta diferencia de resultados se puede explicar por el distinto contenido de lisina de las variedades de maíz. Los estudios al respecto, llevaron al descubrimiento por parte de Mertz, *et al.* (1964), citados por la FAO (1993) acerca del maíz con elevado contenido de lisina denominado opaco-2.

Según algunos investigadores (Hagan *et al.*, 1955) citados por la FAO (1993), es el triptófano, no la lisina, el principal aminoácido limitante de las proteínas del maíz, lo cual puede ser cierto en el caso de algunas variedades con una concentración elevada de lisina o para productos de maíz que hayan sido sometidos a algún tipo de elaboración. Todos los investigadores han coincidido, en cambio, en que la adición simultánea de lisina y triptófano mejora considerablemente la calidad de las proteínas del maíz, como se ha demostrado experimentalmente con animales.

Durante las últimas décadas los científicos de CIMMYT han trabajado en mejoramiento del valor nutricional del maíz logrando desarrollar los maíces de alta calidad de proteína o “Quality Protein Maize” (QPM), los cuales lucen y saben como el maíz normal pero contienen casi el doble de lisina y triptófano (FAO, 1993).

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL MAÍZ DE ALTA CALIDAD PROTEICA (QPM)

El gran consumo de maíz de los habitantes de diversos países de América Latina y África, así como el conocimiento, bien documentado, de las deficiencias de lisina y triptófano de sus proteínas, dio lugar a investigaciones en busca de un grano con una mayor concentración de esos aminoácidos esenciales. En 1964, se descubrió en el maíz un gen mutante con 50% más de lisina y triptófano que el maíz normal, llamado opaco-2 (cuadro 2.).

Cuadro 2. Contenido de lisina y triptófano en el endospermo de maíz normal y maíz opaco-2 modificado.

	Normal	Opaco-2
% de Lisina en proteína	2	3.4
% de Triptófano en proteína	0.4	0.85
% de Proteína (%N x 6.25)	9.2	9.93

Fuente: Mertz, 1992.

Los resultados de los primeros estudios de tratamiento con cal del maíz opaco2 (o2o2), (cultivado en Indiana, Estados Unidos, en 1965), mostraron que no daba lugar a cambios nutritivos importantes en la masa ni en las tortillas. También este gen, denominado opaco 2 (o2o2), tiene un efecto negativo en el rendimiento, la aptitud para el almacenamiento y la apariencia del grano, por esto las primeras variedades no fueron aceptadas comercialmente. Según Chassaigne *et al.*, (2000), después de casi 14 años de investigaciones se logró corregir los efectos negativos del gen o2o2, obteniendo maíces con alta calidad proteínica (QPM) granos con apariencia similar al maíz normal y rendimiento igual o mayor que los híbridos comerciales.

Según el CIMMYT (2000), el QPM tiene la apariencia y el sabor del maíz normal y un rendimiento igual o superior, pero contiene casi el doble de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano, siendo el valor nutritivo de la proteína parecido al de la proteína de la leche descremada.

El Maíz de Alta Calidad Proteica (QPM) muestra los mismos cambios en cuanto a calidad proteínica, biodisponibilidad en la cocción en agua de cal y en la transformación en tortillas que los observados en el maíz normal. La diferencia es que las tortillas y los productos de QPM son superiores desde el punto de vista de su valor nutritivo (Cuadro 3)

a los elaborados con maíz común, resultando igualmente aceptables a los consumidores (FAO, 1993).

Cuadro 3. Calidad proteica del maíz en términos de rango de eficiencia, tortillas y caseína¹.

Calidad proteínica (PER)²	Común³	MPC (opaco-2)³	Valor biológico del maíz común	Aprovechamiento neto de las proteínas del maíz común
Maíz	1.49 ± 0.23	2.79 ± 0.24	59.5	51.2
Tortillas	1.55 ± 0.23	2.66 ± 0.14	59.1	49.4
Caseína	2.88 ± 0.20	2.88 ± 0.20	69.4	64.5

¹Fuente: FAO, 1992

²PER = Rango de eficiencia de proteína

³Medias y desviación estándar

2.4.1 Híbrido DICTA HQ-31

Durante los últimos años nuevos híbridos que combinan altos valores nutritivos, altos rendimientos, contenido de humedad normal y buena dureza del endospermo han sido desarrollados y evaluados en muchos países en desarrollo. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ha sido pionero en los esfuerzos por mejorar el germoplasma de maíz de alta calidad proteica o QPM (Cuadro 4) (DICTA, 2001).

Cuadro 4. Líneas de QPM de CIMMYT progenitoras del Híbrido DICTA HQ-31.

No	Fuente de germoplasma	Pedigrí	% Proteína en grano
CML 144	Pop 62	Pob62c5HC182-1-1-2-B-B-3-1-#-#	10.5
CML 159	Pop 63	Pob63c2HC5-1-3-1-B-2-1-1-B-#	8.4
CML 176	Pop 63/67	(P63-12-2-1/P67-5-1-1)-1-2-B-B	7.4

Fuente: DICTA, 2001

*Parentales de maduración tardía, color de grano blanco y resistencia a H. Maydis, P. Polysora

Como un aporte en el combate a la desnutrición de Honduras, DICTA desarrolló el híbrido DICTA HQ-31 de grano blanco (DICTA, 2001). Dicho híbrido posee un 90% de la calidad de proteína de la leche descremada y casi el doble de los aminoácidos esenciales lisina y triptófano que el maíz normal (cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación nutricional del DICTA HQ-31 contra el maíz normal y la leche¹.

Maíz	Lisina (mg/gN)	Triptófano (mg/gN)	Índice de calidad de proteína	% de calidad relativo a la leche
Normal	177	35	0.31	39
DICTA HQ-31	206	94	0.72	90
Leche	213	90	0.8	100

¹Fuente: Bressani, 1992, citado por DICTA ,2001.

2.5 DERIVADOS DEL MAÍZ DE HONDURAS S. A. (DEMAHSA)

El Grupo Maseca, (GRUMA) inició operaciones en Honduras en 1987 bajo el nombre de Derivados del Maíz de Honduras S.A. (DEMAHSA) formando parte de la División de Harinas de Centro América, junto a las plantas de El Salvador (DEMASAL), Guatemala (DEMAGUSA) y Costa Rica (DEMASA). En conjunto, las cuatro plantas a nivel de Centro América procesan 150,000 TM anuales de maíz blanco para la elaboración de harina de maíz nixtamalizado⁴.

DEMAHSA procesa anualmente 40,000 TM de maíz blanco, de las cuales al menos 20,000 TM son compradas localmente y el resto son importadas, en vista del déficit de granos básicos que sufre Honduras año con año⁴.

Considerando que la compra local asciende a más de 440,000 quintales, la Dirección Agrícola de GRUMA ha desarrollado el concepto del Club del Maíz, el cual básicamente consiste en desarrollar proveedores de maíz de calidad superior a nivel nacional, a través de asistencia técnica (La Cadena del Maíz en Honduras, 1999).

2.6 MAÍZ PARA LA ELABORACIÓN DE TORTILLAS

Según Medina, J. (1998), las tortillas de maíz son un importante alimento para la mayoría de la población mexicana y centroamericana, siendo la fuente principal de carbohidratos para una gran porción de la población rural de estas zonas. Las tortillas son hechas a través del proceso de que se conoce como nixtamalización⁵, que consiste en el cocimiento alcalino del grano para remover el pericarpio. Después se muele el nixtamal para formar la masa, con la cual se hacen círculos delgados que son cocinados al comal, obteniendo de esta manera las tortillas.

⁴ Vélez, J. 2003. Evaluación del híbrido HQ-31 como fuente de materia prima en molienda húmeda (Comunicación personal). Derivados del Maíz de Honduras S.A.(DEMAHSA). Choloma, Cortés.

⁵ (Del Azteca Nixtli = cenizas, tamalli = masa)

Según FAO (1993), la calidad del grano es un factor al que cada vez se da más importancia en los programas de selección cuya finalidad es aumentar la aceptación de las semillas mejoradas genéticamente, por parte de los agricultores así como de los consumidores y elaboradores de alimentos. Las características cualitativas del grano comprenden el rendimiento, las propiedades tecnológicas y, en los casos en que resulta posible, los elementos nutritivos. Las propiedades tecnológicas incluyen la estabilidad durante el almacenamiento, la eficiencia de transformación en productos en condiciones de elaboración dadas, y la aceptabilidad por parte del consumidor. El aspecto tecnológico de la calidad del maíz para tortillas tiene poca importancia para los pequeños agricultores de los países menos adelantados, además, las amas de casa campesinas saben adaptar las condiciones de la cocción al tipo de maíz que consumen.

Hoy en día, sin embargo, se transforma el maíz en harina para tortillas mediante procedimientos industriales, y el grano utilizado puede proceder de productores de distintas variedades, el grano puede presentar estructuras diversas o no haber sido bien manipulado tras la cosecha, factores que influyen en el rendimiento y las propiedades fisicoquímicas, organolépticas y culinarias del producto. Todos estos factores tienen cada vez más importancia en países como los Estados Unidos, donde la tortilla de maíz es un alimento cada día más difundido. Se han realizado varios estudios para determinar las características que podrían determinar la consistencia y el sabor final de las tortillas. Se han evaluado la elasticidad, el volumen, la plasticidad, la suavidad y la aspereza superficial de las tortillas elaboradas con la masa de cada muestra de maíz (FAO, 1993).

Según FAO (1993), los autores de estos estudios aseguran que las variedades de maíz o los cultivares de mayor peso por volumen, endospermo más duro y contenido elevado de proteínas producían las mejores tortillas; que en la textura de la masa influían la textura y el tipo del endospermo, el secado, el almacenamiento y el estado general del grano de maíz. Se estableció una relación entre la dureza del grano y el tiempo necesario para la cocción. Según ellos, en una misma variedad de maíz una concentración más elevada de hidróxido de calcio disminuía ligeramente el tiempo de cocción. Además, conocer la dureza inicial de una variedad permitía predecir el tiempo necesario para cocerla. Las pérdidas de materia seca debidas a la cocción en agua de cal son un buen índice de la calidad del maíz para tortillas, y Jackson *et al.* (1988) determinaron que se producían más pérdidas en los granos quebrados por la tensión y rotos, que entre los granos enteros, de lo que dedujeron que cualquier método de evaluación del maíz para la cocción en agua de cal debería incluir la cantidad de granos quebrados, las posibilidades de ruptura y la facilidad de desprendimiento del pericarpio.

Posiblemente el elemento principal de la transformación del maíz en tortillas es el empleo de un medio alcalino; el hidróxido de calcio. La consecuencia más evidente de la adición de cal es que facilita la separación de la cubierta seminal durante la cocción y la maceración. Aún así se añade en cantidades muy grandes, la cal afecta a las propiedades organolépticas del alimento, hecho que se ha observado a menudo cuando se ha almacenado el maíz durante largo tiempo (FAO 1993).

2.7 NIXTAMALIZACIÓN O MOLIENDA HÚMEDA

La molienda húmeda es un procedimiento que se utiliza fundamentalmente en la aplicación industrial del maíz, aunque el procedimiento de cocción en solución alcalina empleado para elaborar las tortillas es una operación de molienda húmeda que sólo elimina el pericarpio (FAO, 1992).

La producción industrial es una adaptación del proceso tradicional de molienda húmeda practicado durante cientos de años en Mesoamérica. El uso de harinas nixtamalizadas se ha incrementado notablemente debido a que tiene una vida de anaquel de hasta un año, requiere solo agua mezcladora para regresar al estado de masa que puede fácilmente transformarse en tortillas (Serna Saldívar, 1996).

La adquisición de harina nixtamalizada ahorra en la compra de equipo necesario para cocinar y lavar maíz, además del molino de piedras para producir la masa. Otra de las ventajas del uso de harinas nixtamalizadas es que el producto tiene pocas fluctuaciones en calidad dándole al productor la facilidad de ofrecer un producto terminado de calidad consistente al consumidor (Serna Saldívar, 1996).

2.8 PROPIEDADES SENSORIALES

Según Chemedía (2003), las propiedades sensoriales de los alimentos, materias primas alimentarias, cosméticos, especialidades de uso oral, y otros, tienen un efecto determinante sobre su consumo y éxito comercial. Entre las propiedades más importantes están: el gusto, el olor, el color y la textura.

El gusto: su percepción se efectúa en las papilas gustativas situadas en la lengua y en el paladar. Las sustancias no tienen en general un sabor único: lo que se percibe suele ser una sensación compleja originada por uno o más de los gustos básicos: ácido, salado, dulce y amargo. Los productos que presentan gustos ácidos, salados y dulces permiten establecer reglas asociadas a las funciones químicas o a la estructura química del producto.

El olor: la percepción del olor de los productos esta situada en las fosas nasales. Se emplean varias técnicas para evaluar olores. El gusto es menos dependiente de la intensidad, el olor es función de la interacción con los receptores olfativos y esta puede variar en intensidad (concentración), temperatura (más volátiles) y tiempo de exposición y en algunos casos la presencia de aditivos que aumentan la sensibilidad de los receptores (glutamato, inosinato, guanilato, etc). El panelista de un ensayo de determinación de olor, puede provocar el flujo de aire a través de su nariz de forma ascendente o descendente, es decir, no sólo olemos aspirando sino también a través de la cavidad bucal se pueden percibir los olores ya sea de volátiles o de microgotas transportadas hasta los receptores del olfato.

El color: de las propiedades organolépticas es la que más fácilmente puede ser estandarizada su evaluación. Existen escalas de colores bien definidas que permiten comparar el color de soluciones líquidas y sólidos. No obstante se debe describir el color de los productos ya que hay matizaciones que sólo el ojo humano es capaz de hacer. Tanto en líquidos como en sólidos pueden presentarse interferencias en la percepción del color: transparencia, opalescencia en líquidos, tamaño de partícula, brillo, opacidad en sólidos.

La textura: la textura en sólidos en polvo y la apariencia en líquidos sirven para describir conjuntamente varias propiedades físicas. La textura de los sólidos está influida por el tamaño de partícula, la higroscopicidad del producto, el molturado, la plasticidad, etc. En los líquidos su "apariencia" varía fundamentalmente en función de sus propiedades reológicas y de su homogeneidad.

2.9 ANÁLISIS SENSORIAL

Es una ciencia multidisciplinaria en la que participan panelistas humanos que utilizan los sentidos del oído, vista, olfato, gusto y tacto para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios y de muchos otros materiales. No existe otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial es aplicable en muchos sectores tales como en desarrollo y mejoramiento de los productos, control de calidad, estudio sobre almacenamiento y desarrollo de procesos. Para conocer la aceptabilidad de un producto, es necesario realizar pruebas para las cuales se utilizan diferentes metodologías, que ayudan a determinar el grado de aceptación u oposición por las personas que están evaluando el producto (Fajardo, 2001).

2.9.1 Pruebas orientadas al producto

Se emplean pequeños paneles entrenados que funcionan como instrumentos de medición. Estos se utilizan para identificar diferencias entre productos alimenticios similares. Por lo general, estos paneles constan de 5 a 15 panelistas seleccionados por su agudeza sensorial (Fajardo, 2001).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos etapas: Evaluación de campo y Evaluación sensorial y de aceptabilidad del híbrido DICTA HQ-31 en tortillerías artesanales.

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

La primera etapa del estudio se realizó en fincas ubicadas en los departamentos de Yoro, Olancho y El Paraíso, con el objetivo de evaluar el híbrido en las principales zonas maiceras del país.

Los análisis sensoriales y de aceptabilidad se llevaron a cabo en tortillerías artesanales, clientes de DEMAHSA, ubicadas en Tegucigalpa, M.D.C.

3.2 EVALUACIÓN DE CAMPO

Se establecieron parcelas de doce surcos y 50 metros de largo, para cada uno de los híbridos evaluados, en las comunidades de Las Crucitas (Danli), El Negrito y Morazán (Yoro) y La Empalizada y Jutiquile (Olancho).

Los materiales evaluados incluían híbridos de la empresa Cristiani Burkard (CB H5G, CB H3G, CB H9G) de la empresa Pioneer (3086, 30B87, 30F94) y el híbrido DICTA HQ31.

Las variables evaluadas en este estudio fueron: rendimiento, altura de planta, altura de mazorca y porcentaje de humedad a cosecha.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, y se realizó un análisis de varianza y una separación de medias utilizando la prueba de rango múltiple SNK al 10 por ciento de significancia. Los datos se analizaron empleando el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®]).

3.3 ANÁLISIS COMPARATIVOS SENSORIALES Y DE ACEPTABILIDAD

Se realizó un estudio sensorial y de aceptabilidad del híbrido DICTA HQ 31 a nivel de tortillerías artesanales, comparándolo con la variedad comercial Guayape y la harina de maíz MASECA.

La segmentación utilizada por la empresa DEMAHSA para elegir los grupos focales de tortilleras es la siguiente: MASECA-A para grupos que utilizan 100% harina de maíz, MASECA-B 50% harina de maíz y 50% maíz y MASECA-C 100% maíz.

Los materiales evaluados se distribuyeron en 12 tortillerías artesanales en Tegucigalpa M.D.C., divididas en grupos focales de 6 tortillerías del segmento MASECA-B y 6 tortillerías del segmento MASECA-C.

Las variables consideradas en el análisis de masa fueron sabor, color, olor, adhesividad y amasado, para las pruebas de tortillas se analizó facilidad de palmeo, color, olor, sabor, suavidad y quebradura. Para cuantificar las variables antes mencionadas se utilizó una escala de frecuencia de 1 a 5 (donde 1 es pésimo y 5 excelente) desarrollada por el GRUPO MASECA.

Para esta evaluación se utilizó un Diseño Completamente al Azar, y se realizó un análisis de varianza junto con una separación de medias utilizando la prueba de rango múltiple SNK al 5 por ciento de significancia. Los datos se analizaron empleando el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®]).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACIÓN DE CAMPO

No se encontraron diferencias significativas entre la altura de planta, altura de mazorca y porcentaje de humedad entre el DICTA HQ-31 y los híbridos comerciales (Cuadro 6). Sin embargo si se encontró diferencias significativas en el rendimiento de campo entre el DICTA HQ-31 y los híbridos comerciales (cuadro 7). En términos de rendimiento, el híbrido DICTA HQ31 (3716.60 kg/ha) fue significativamente menor a los tratamientos CB H5G (4716.30 kg/ha) y CB H3G (4875.00 kg/ha), pero no fue significativamente diferente de los tratamientos CB H9G (4343.40 kg/ha), 3086 (4060.50 kg/ha), 30B87 (4307.90 kg/ha) y 30F94 (4244.80 kg/ha).

Cuadro 6. Altura promedio y desviación estándar de planta y mazorca; y porcentaje promedio de humedad de 7 híbridos de maíz blanco (*Zea mays*) comparados en un estudio de campo realizados en los departamentos de Yoro, Olancho y El Paraíso¹.

Tratamiento	Altura de la Planta (cm.)	Altura de la Mazorca (cm.)	Porcentaje de Humedad
CB H5G	207.8 ± 0.9 A	114.8 ± 0.3 A	18.0 ± 0.04 A
CB H3G	210.8 ± 0.9 A	111.2 ± 0.3 A	18.2 ± 0.04 A
CB H9G	213.6 ± 0.9 A	113.6 ± 0.3 A	18.4 ± 0.04 A
3086	205.8 ± 0.9 A	118.6 ± 0.3 A	17.5 ± 0.04 A
30B87	209.4 ± 0.9 A	122.6 ± 0.3 A	20.5 ± 0.04 A
30F94	214.2 ± 0.9 A	125.2 ± 0.3 A	20.8 ± 0.04 A
DICTA HQ31	213.0 ± 0.9 A	112.6 ± 0.3 A	19.6 ± 0.04 A

¹ Promedio en cada columna con letra igual no son estadísticamente diferentes ($p > 0.10$).

En las características altura de la planta, altura de mazorca y porcentaje humedad el híbrido DICTA HQ31 no fue significativamente diferente de los demás tratamientos.

Cuadro 7. Rendimiento promedio de campo de 7 híbridos de maíz blanco (*Zea mays*) comparados en un estudio de campo realizados en los departamentos de Yoro, Olancho y El Paraíso.

Tratamiento	Media (kg/ha)	SNK($p < 0.10$)
CB H3G	4875.0 ± 0.06	A
CB H5G	4716.3 ± 0.06	A
CB H9G	4343.4 ± 0.06	A B
30B87	4307.9 ± 0.06	A B
30F94	4244.8 ± 0.06	A B
3086	4060.5 ± 0.06	A B
DICTA HQ31	3716.6 ± 0.06	B

² Promedio en cada columna con letra diferente son estadísticamente diferentes ($p < 0.10$).

4.2 ANÁLISIS COMPARATIVOS SENSORIALES Y DE ACEPTABILIDAD

4.2.1 Rendimiento harina-maíz en la elaboración de tortillas

Cuadro 8. Rendimiento promedio por gramos en la elaboración de tortillas del DICTA HQ-31 comparado con el híbrido comercial Guayape y la harina de maíz MASECA.

Tratamiento	Media	SNK (p<0.05)
Maseca	1.9 ± 0.01	A
Guayape	0.9 ± 0.01	B
DICTA HQ31	0.9 ± 0.01	B

³ Promedio en cada columna con letra diferente son estadísticamente diferentes (p<0.05).

Se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de la elaboración de tortillas entre la harina de maíz MASECA y el híbrido DICTA HQ-31. El híbrido Guayape no fue diferente del DICTA HQ-31.

La harina de maíz MASECA presenta mejores rendimientos en la relación harina-tortillas esto se debe a que el componente interno de la estructura de estos materiales son mayormente endospermo, mientras que los híbridos DICTA HQ-31 y Guayape tienen una relación nixtamal-tortillas que contiene pericarpio y otras partes del grano que lo hace menos eficiente que la harina de maíz.

4.2.2 Análisis sensorial de la masa

Como resultado de los análisis sensoriales realizados a las tortilleras en este estudio, se obtuvo información sobre las propiedades organolépticas de la masa y las tortillas elaboradas con los híbridos DICTA HQ-31 y Guayape y la harina de maíz MASECA.

En la prueba de color se observó que el DICTA HQ-31 tuvo una menor aceptación por parte de las tortilleras en comparación con el Guayape y la harina de maíz MASECA. Esta no es una característica que las tortilleras tomen en cuenta al momento de la elaboración de las tortillas, el color es más apreciado por el consumidor final de este producto.

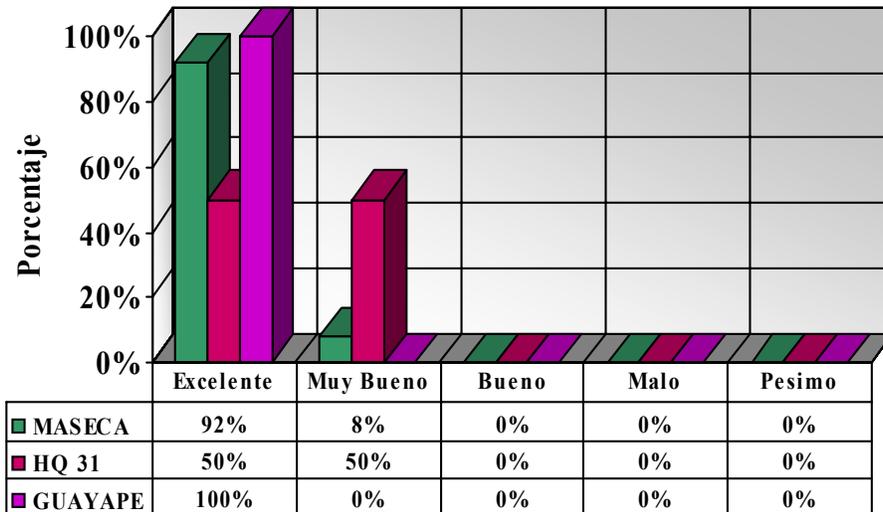


Figura 2. Prueba de color de la masa.

En la Figura 3 se observa que en la característica olor de la masa, las tortilleras quedaron satisfechas con los tres productos.

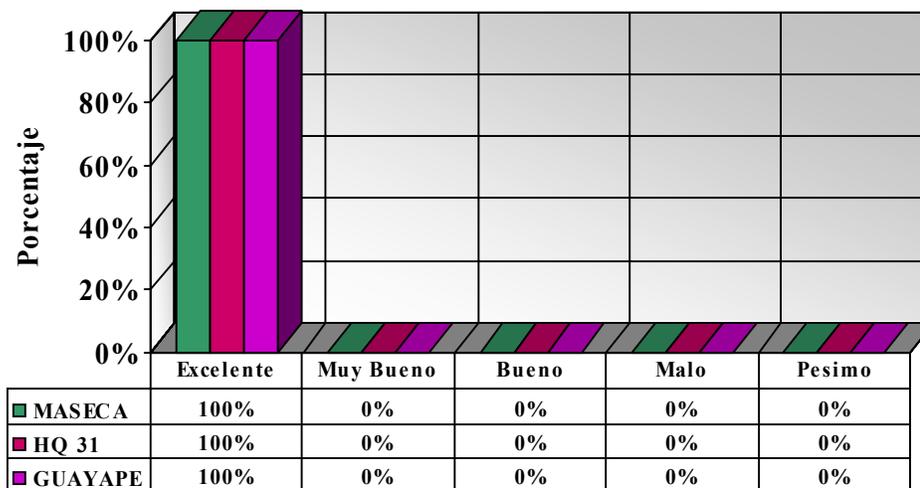


Figura 3. Prueba de olor de la masa.

En la característica sabor de la masa se observó que las tortilleras quedaron satisfechas con los tres productos.

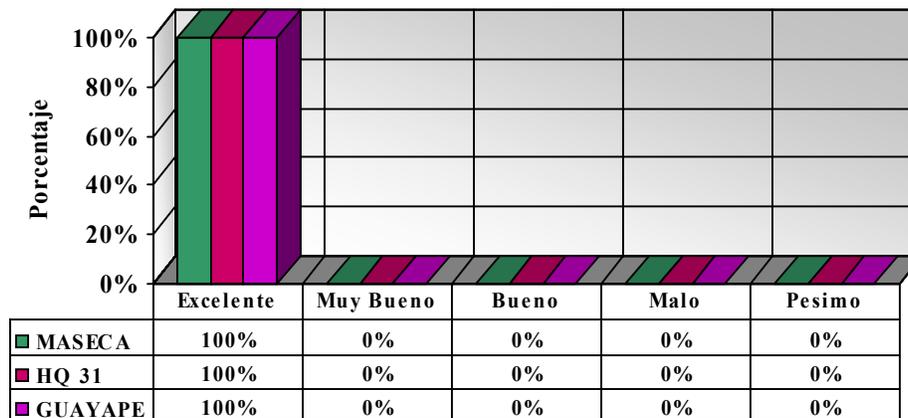


Figura 4. Prueba de sabor de la masa.

En la característica de amasado, las tortilleras manifestaron sentir más suave la masa del Maíz DICTA HQ-31 que la del Maíz Guayape, sin embargo consideraron que esta no era diferente de la masa de MASECA.

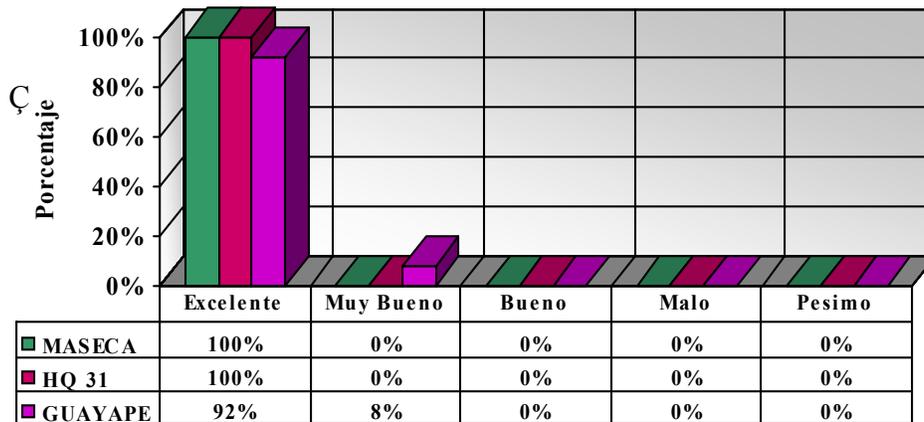


Figura 5. Prueba de amasado de la masa.

En la característica de adhesividad, un 67% de las tortilleras manifestaron que el maíz Guayape se adhería al comal. Sin embargo, el DICTA HQ-31 presentó excelentes características de adhesividad, similares a las que se observaron con la harina de maíz MASECA.

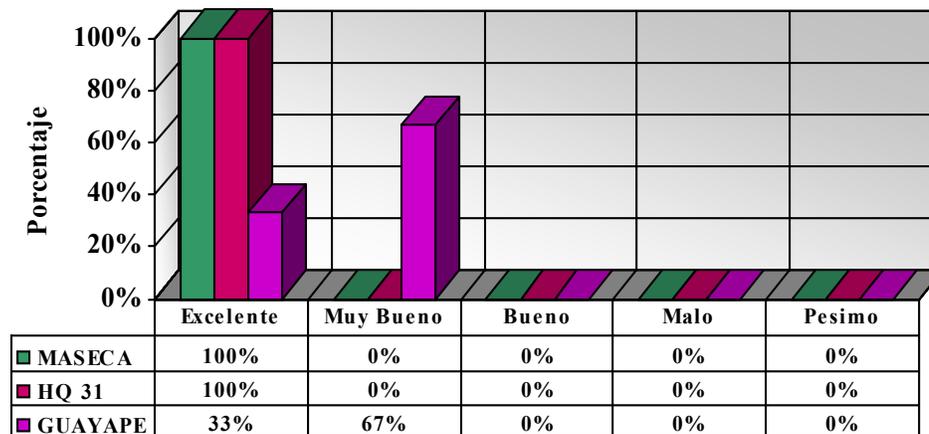


Figura 6. Prueba de adhesividad de la masa.

4.2.3 Análisis sensorial de la tortilla

En la característica de palmeo el DICTA HQ-31 presentó mejores cualidades que los otros dos productos evaluados, ya que el 8% de las tortilleras manifestaron que el maíz Guayape una mayor dureza de la masa y un 8% manifestó que la masa de MASECA se adhería a las manos.

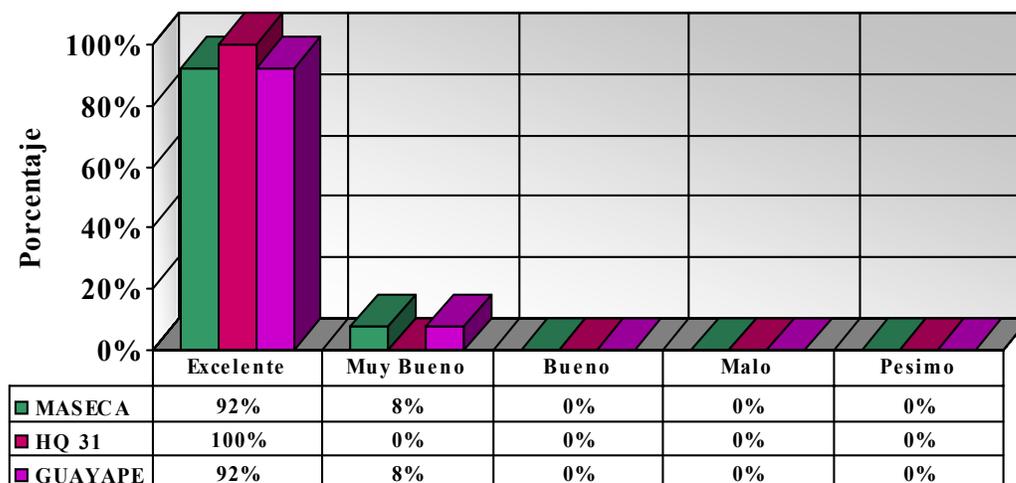


Figura 7. Prueba de palmeo de la tortilla.

En la característica de color solo a un 8% de las tortilleras no les agrado el color del maíz DICTA HQ-31, en cambio el 100% de ellos quedaron complacidos con las tortillas elaboradas a base de harina MASECA y maíz Guayape.

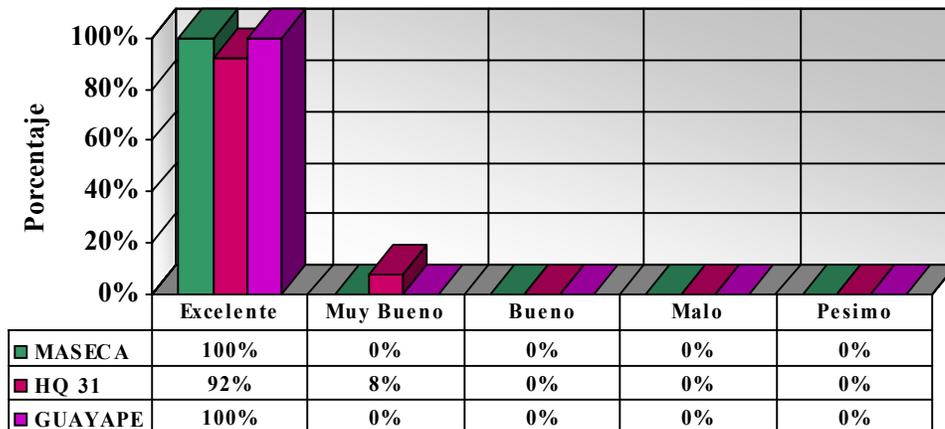


Figura 8. Prueba de color de la tortilla.

En la característica olor de las tortillas se observó que las tortilleras quedaron satisfechas con los tres productos.

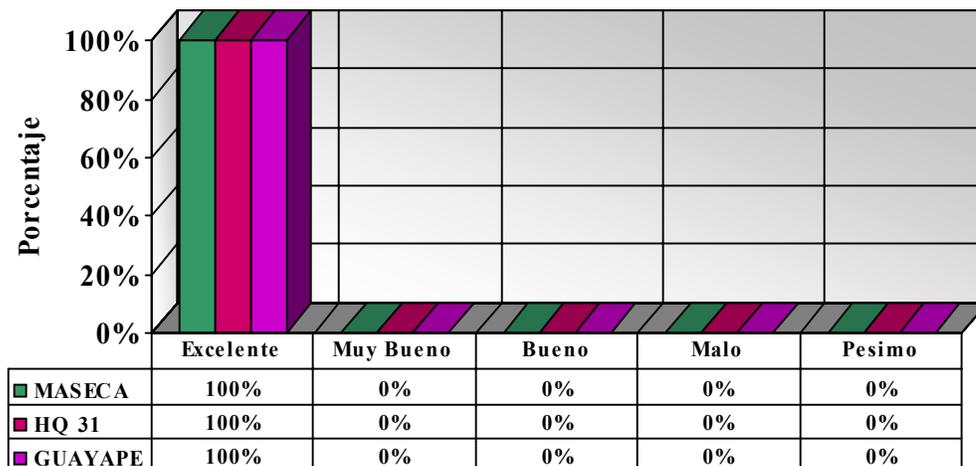


Figura 9. Prueba de olor de la tortilla.

En la característica de sabor de las tortillas se observó que las tortilleras quedaron satisfechas con los tres productos.

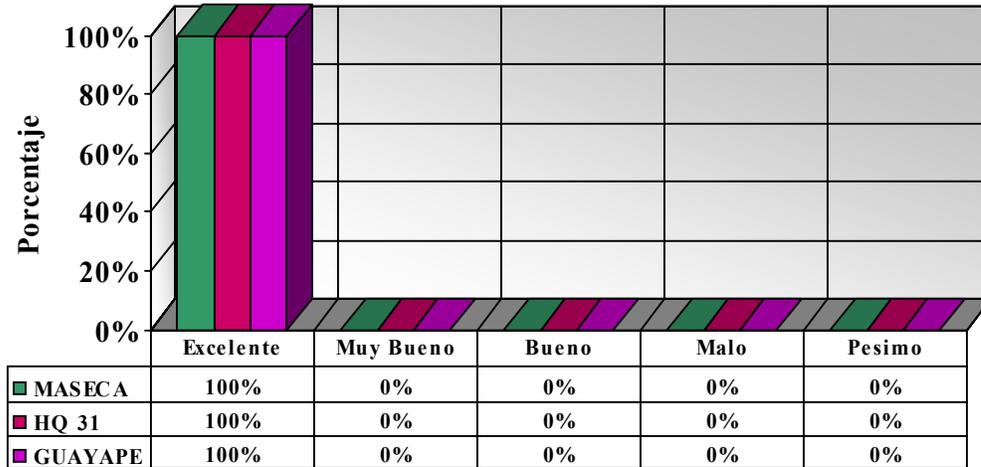


Figura 10. Prueba de sabor de la tortilla.

En la característica de suavidad de la tortilla, un 67% las tortilleras manifestaron que el maíz Guayape presentaba una mayor dureza. Sin embargo el DICTA HQ-31 presentó excelentes características de suavidad, similares a las que se presentaron con la harina de maíz MASECA.

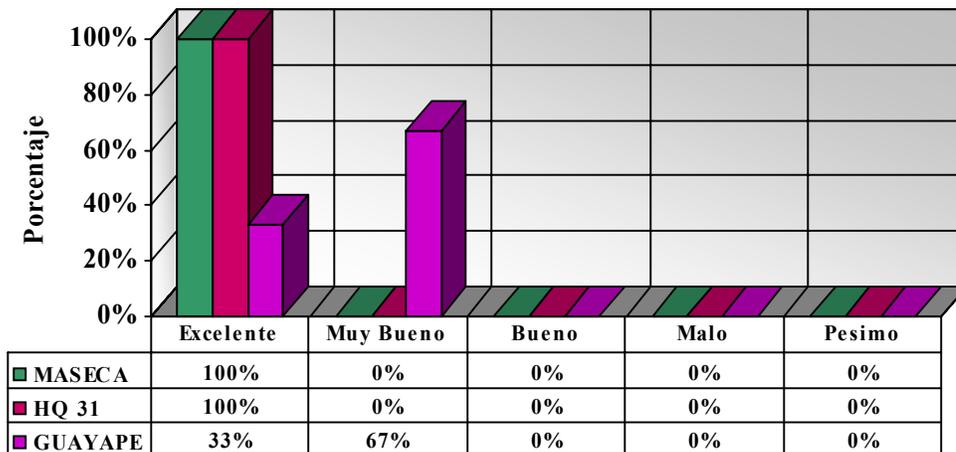


Figura 11. Prueba de suavidad de la tortilla.

En la característica de quebradura de las tortillas se observó que las tortilleras quedaron satisfechas con los tres productos.

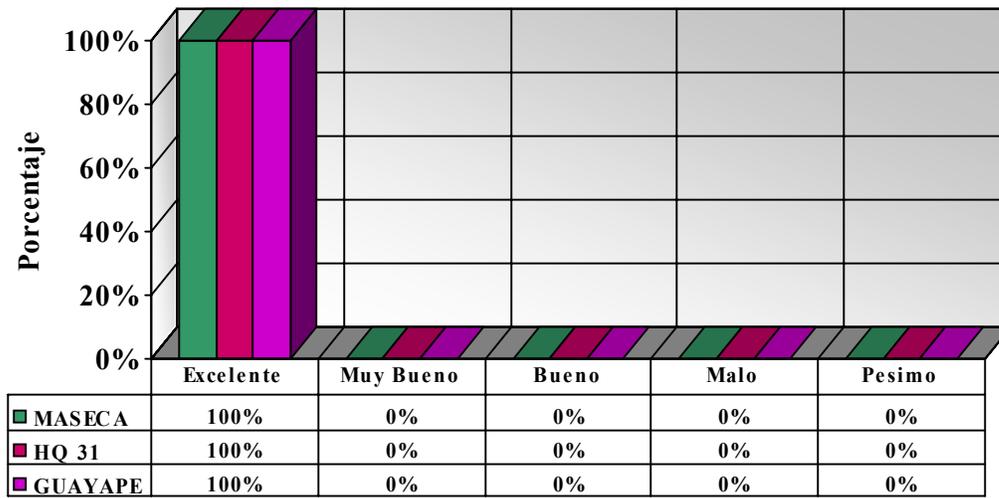


Figura 12. Prueba de quebradura de la tortilla.

5. CONCLUSIONES

- En altura de la planta, altura de la mazorca y porcentaje de humedad a cosecha, el híbrido DICTA HQ-31 se comportó de manera similar a los híbridos comerciales.
- El rendimiento de campo del híbrido DICTA HQ-31 resultó más bajo (3724,30 kg /ha) en comparación al híbrido comercial CB H5G que (4884,57 kg /ha).
- La harina de maíz MASECA presentó el más alto rendimiento por gramo de nixtamal y el híbrido DICTA HQ-31 presentó un rendimiento igual a la variedad Guayape.
- En la evaluación sensorial de la masa y la tortilla, el híbrido DICTA HQ-31 presentó la menor aceptación de color.
- En las características sensoriales de la masa y la tortilla en términos de olor, sabor, adhesividad, amasado, facilidad de palmeo, suavidad y quebradura, el híbrido DICTA HQ-31 fue similar al maíz Guayape y la harina MASECA.

6. RECOMENDACIONES

- Continuar con las evaluaciones de campo para el híbrido DICTA HQ-31 utilizando diferentes sistemas de manejo de cultivo.
- Realizar evaluaciones de preferencia de las tortillas elaboradas con el DICTA HQ-31.
- Realizar los análisis sensoriales de las características de masa y tortilla en tortillerías artesanales de otras ciudades de Honduras.
- Realizar un análisis económico, comparando los rendimientos de tortilla obtenidos por el híbrido DICTA HQ-31 y la harina de maíz MASECA.
- Realizar un estudio de costo beneficio, relacionado a la calidad proteica del híbrido DICTA HQ-31 y añadir nutrientes a la harina MASECA.

7. BIBLIOGRAFÍA

Chassaigne, A. 2000. Híbridos QPM (Quality Protein Maize): una alternativa agroalimentaria para Venezuela. V Jornada Científica Nacional del Maíz. Fundación para

la investigación Agrícola Danac. San Javier, Venezuela. Consultado 30 de jul. de 2002. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/pag1/vjornada/presentaciones/agroalimentaria.htm>

Chemedia, 2003. Propiedades organolépticas. Consultado 5 de oct. de 2003. Disponible en: <http://www.chemedia.com/chemorgal.htm>

CIMMYT. 2000. Ciencia para aliviar la pobreza. México. Consultado 29 de sept. de 2003. Disponible en: http://www.cimmyt.org/whatisimmyt/revisar/htm/ar9899_p3_sp.htm

DEMAHSA. 1999. La Cadena del Maíz en Honduras. Honduras. 4 p.

DICTA. 2001. El Cultivo de Maíz: Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. 32 p.

Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería. 2000. Centrum, España. Edit. Océano. 1032 p.

Fajardo, J. 2001. Aceptabilidad de Tortillas Elaboradas a Base de Maíz + Soya en Tres Comunidades del Oriente de Guatemala. Consultado 4 de oct. de 2003. Disponible en: <http://benson.byu.edu/Members/cflores/Relan/Vol1.4/1.4.4/view>

FAO. 1993. El Maíz en Nutrición Humana. USA. Consultado 23 de jun. de 2002. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S00.htm#Contents>

Grupo Industrial Maseca S.A. México. Consultado 27 de jun. de 2002. Disponible en: <http://www.gimsa.com/swfe/index.html>

INFOAGRO, 2002. Estadísticas Básicas sobre la Producción de Granos Básicos en Honduras. Secretaria de Agricultura y Ganadería, Honduras. 13 p.

Medina, J. 1998. Evaluación de la calidad tortillera de cinco variedades de maicillos mejorados. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 35 p.

Mertz, E. 1992. Quality Protein Maize. American Association of Cereal Quemist, St. Paul, U.S.A 294 p

Othon, S. 1996. Química, Almacenamiento e Industrialización de los Cereales. México D.F., México. Editorial AGT Editor. 521 p

Secretaría de Agricultura y Ganadería. 2003. Mesa Agrícola Hondureña Secretaria Técnica. Política de estado para la agricultura hondureña período 2003–2021. 12

Serna, S. 1996. Química, Almacenamiento e Industrialización de los Cereales. México D.F., México. AGT . 521 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico de la evaluación de campo.

The SAS System 20:51 Sunday, May 18, 2003 1

The GLM Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
BLK	5	1 2 3 4 5
TRT	7	T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7
PCOSECH	15	13 14 15 16 17 18 19 20 21 25 27 28 29 30 32

Number of observations 35

The SAS System 20:51 Sunday, May 18, 2003 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: ALTPLANTA

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >F
Model	22	9559.85279	434.53876	3.20	0.0205
Error	12	1628.03292	135.66941		
Corrected Total	34	11187.88571			

R-Square 0.854483
Coeff Var 5.529232
Root MSE 11.64772
ALTPLANTA Mean 210.6571

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >F
BLK	2	3179.410733	1589.705366	11.72	0.0015
TRT	6	172.950332	28.825055	0.21	0.9657
PCOSECH	12	661.395652	55.116304	0.41	0.9337

The SAS System 20:51 Sunday, May 18, 2003 3

The GLM Procedure

Dependent variable: ALTMAZ

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >F
Model	22	4500.575511	204.571614	2.17	0.0828
Error	12	1129.710203	94.142517		
Corrected Total	34	5630.285714			

R-Square 0.799351
Coeff Var 8.303050
Root MSE 9.702707
ALTMAZ Mean 116.8571

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >F
BLK	2	230.8045160	115.4022580	1.23	0.3278
TRT	6	690.6228015	115.1038002	1.22	0.3599
PCOSECH	12	326.8612251	27.2384354	0.29	0.9795

The SAS System 21:44 Sunday, May 18, 2003 4

The GLM Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >F
Model	22	28890755.35	1313216.15	5.31	0.0023
Error	12	2967701.54	247308.46		
Corrected Total	34	31858456.89			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	REND Mean
0.906847	11.50221	497.3012	4323.526

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >F
BLK	2	5828466.570	2914233.285	11.78	0.0015
TRT	6	4275362.040	712560.340	2.88	0.0561
PCOSECH	12	8165008.341	680417.362	2.75	0.0462

The SAS System 21:46 Sunday, May 18, 2003 5

The GLM Procedure

Dependent Variable: PHUMEDAD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >F
Model	22	490.5309813	22.2968628	7.44	0.0004
Error	12	35.9730187	2.9977516		
Corrected Total	34	526.5040000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PHUMEDAD Mean
0.931676	9.093496	1.731402	19.04000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >F
BLK	2	104.3101696	52.1550848	17.40	0.0003
TRT	6	57.8644148	9.6440691	3.22	0.0403
PCOSECH	12	103.6766955	8.6397246	2.88	0.0395

Anexo 2. Análisis estadístico del rendimiento harina-maíz en la elaboración de tortillas.

The GLM Procedure

Dependent Variable: REND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr >F
Model	2	8.2050000	4.1025000	304.23	<.0001
Error	33	0.4450000	0.01348485		
Corrected Total	35	8.6500000			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	REND Mean
0.948555	8.819566	0.116124	1.316667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr >F
TRT	2	8.2050000	4.1025000	304.23	<.0001