



Comportamiento agronómico del híbrido DICTA HQ-31 y evaluación de proceso en molienda húmeda

Reina Esther Cálix Madrid

Honduras
Diciembre, 2002

**ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**Comportamiento agronómico del híbrido
DICTA HQ-31 y evaluación de proceso en
molienda húmeda**

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

Presentado por:

Reina Esther Cálix Madrid

Honduras
Diciembre, 2002

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.

Reina Esther Calix Madrid

Comportamiento agronómico del híbrido DICTA HQ-31 y evaluación de proceso en molienda húmeda

Presentado por:

Reina Esther Cáliz Madrid

Aprobada:

Edward Moncada, M.A.E.
Asesor Principal

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

Raúl Espinal, Ph. D.
Asesor Secundario

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

José Vélez, M. Sc.
Asesor Secundario

Mario Contreras, Ph. D.
Director General

DEDICATORIA

A las personas que me han brindado su apoyo incondicional, su paciencia y su amor: mis padres.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso por iluminar mi camino y permitirme culminar mis metas.

A mis maravillosos padres, mis hermanos Christian, Reivyn y Miguel por estar siempre conmigo y en especial a mi hermana Jessica por su apoyo y amistad.

A mis amigos Roberto, Tania, José Javier, Linda, Eileen, Pedro, Sara, Andrés, Daniel Eduardo, Gary, Jaime, Bernardo, Ever, Luis, Pedro Luis, Juan Pablo, Nancy, Alejandra, Diana Irene, Wladir, Silvana, Lesly, Lily, Regina, Francisco, Oscar y José Fernando, por su amistad sincera y por sus valiosos consejos.

A Gary Godoy por su ayuda constante, a José Salinas por sus enseñanzas y a Pedro Valiente por su gran apoyo.

A mis compañeros, profesores y personal de la carrera de Agroindustria.

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

A los empleados del laboratorio de calidad de DEMAHSA y a su gerente, Ing. Jesús David, por su ayuda incondicional y amistad.

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

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Agradezco a la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras, la Fundación “Food For Progress” y la Fundación Suiza, por financiar mis estudios en Zamorano.

RESUMEN

Cáliz, Reina. 2002. Comportamiento agronómico del híbrido DICTA HQ-31 y evaluación de proceso en molienda húmeda. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria. Zamorano, Honduras. 24 p.

Con el fin de contribuir en la reducción de la desnutrición y apoyar el desarrollo de la cadena agroalimentaria del maíz, DEMAHSA está introduciendo híbridos de alta calidad proteica en Honduras. Mediante este estudio se determinó el comportamiento del híbrido DICTA HQ-31 en el proceso de molienda húmeda y su desempeño agronómico en el campo. El estudio se realizó en dos etapas: a) Análisis comparativo de campo del híbrido DICTA HQ-31 y el híbrido comercial Dekalb C343, utilizando para ello un diseño estadístico completamente al azar (DCA) y un análisis de costo/beneficio; y b) Análisis comparativo de calidad en molienda húmeda, comparando los parámetros de rendimiento harina-masa, resistencia, adhesividad, color seco y húmedo con el estándar de la norma ISO 9002. La primera etapa se realizó en fincas de cinco productores de maíz miembros de la Cooperativa de Comercialización de Productos Agrícolas (COCPAL) en el departamento de Yoro; la segunda, en instalaciones de DEMAHSA. El análisis estadístico indicó una diferencia significativa entre los híbridos evaluados, siendo el híbrido DICTA HQ-31 inferior en rendimiento (3,228.55 Kg/ha) y rentabilidad (24%) comparado con el híbrido comercial, (5,471.05 Kg/ha y 94% respectivamente). El análisis de calidad indicó, según la norma ISO 9002, que el híbrido evaluado es apto para molienda húmeda, por los parámetros aceptables que presenta, por lo tanto el híbrido DICTA HQ-31 puede utilizarse en la elaboración de harinas nixtamalizadas, desde un punto de vista nutricional y mejorando su rendimiento en el campo.

Palabras claves: DEMAHSA, maíz de alta calidad proteica, molienda húmeda, rentabilidad.

Nota de Prensa

MAÍZ DE ALTA CALIDAD DE PROTEINA, UNA ALTERNATIVA CONTRA LA DESNUTRICION

El maíz junto al frijol son los principales componentes de la dieta diaria de los hondureños. Son la principal fuente de proteína por su bajo costo y fácil obtención en comparación a la carne o la leche. Existen variedades e híbridos de maíz a los que se les ha mejorado su valor nutricional, como es el caso del híbrido de alta calidad de proteína DICTA HQ-31, el cual contiene doble porción de los aminoácidos, lisina y triptofano, esenciales para el humano.

Derivados del maíz de Honduras S. A. (DEMAHSA), empresa líder en la producción de harina de maíz nixtamalizada Maseca®, en conjunto con la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA), introdujeron este híbrido con el fin de contribuir a reducir el problema de desnutrición que abate a Honduras, principalmente a los niños.

En un estudio realizado en Zamorano en conjunto con DEMAHSA, entre septiembre de 2001 y enero de 2002, se evaluó el rendimiento de campo, rentabilidad y calidad del híbrido DICTA HQ-31 en el proceso de nixtamalización, utilizado en la elaboración de harina para tortillas. Se encontraron diferencias apreciables entre el rendimiento de campo y la rentabilidad del híbrido DICTA HQ-31 y un híbrido comercial muy cultivado en la zona del departamento de Yoro. En ambos aspectos, el híbrido en estudio fue inferior al comercial.

Los parámetros de calidad calificados en la harina de maíz nixtamalizada fueron: rendimiento harina-masa, adhesividad y resistencia de la masa, y color, resultando todos aceptables dentro de los estándares establecidos por la norma ISO 9002.

En conclusión, el híbrido evaluado es apto para el proceso de nixtamalización por su aceptable calidad. Sin embargo, de acuerdo a los resultados de campo, es necesario continuar la investigación para evaluar el rendimiento del híbrido en otras zonas del país y comparar los datos obtenidos en el presente estudio.

Lic. Sobeyda Álvarez

CONTENIDO

Portadilla		i
Autoría		ii
Página de firmas		iii
Dedicatoria		iv
Agradecimientos		v
Agradecimiento a patrocinadores		vi
Resumen		vii
Nota de prensa		viii
Contenido		ix
Índice de cuadros		xi
Índice de figuras		xii
Índice de Anexos		xiii
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	OBJETIVOS	2
1.1.1	General	2
1.1.2	Específicos	2
1.2	HIPOTESIS	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	IMPORTANCIA DEL MAÍZ	3
2.2	VALOR NUTRICIONAL DEL MAÍZ	3
2.3	ESTRUCTURA DEL GRANO DE MAÍZ	4
2.4	MAÍZ DE ALTA CALIDAD PROTEICA	4
2.5	EL CULTIVO DE MAÍZ EN HONDURAS	5
2.5.1	Producción en el Departamento de Yoro	6
2.6	HÍBRIDO DICTA HQ-31	6
2.7	NIXTAMALIZACIÓN O MOLIENDA HÚMEDA	7
2.8	GRUPO MASECA S.A. DE C.V. (GRUMA)	10
2.8.1	Derivados del Maíz de Honduras S. A. (DEMAHSA)	10
2.8.1.1	Programa de calidad	11
3	MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO	12
3.2	ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAMPO DEL HIBRIDO DICTA HQ-31 Y EL HIBRIDO COMERCIAL DEKALB C343	12
3.2.1	Manejo agronómico	13

3.2.2	Diseño experimental.....	13
3.2.3	Análisis de costos y beneficios	13
3.3	ANÁLISIS COMPARATIVO DE CALIDAD	14
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1	ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAMPO DEL HIBRIDO DICTA HQ-31 Y EL HIBRIDO COMERCIAL DEKALB C343	15
4.1.1	Análisis de costos y beneficios	16
4.2	ANÁLISIS COMPARATIVO DE CALIDAD	16
5	CONCLUSIONES	18
6	RECOMENDACIONES	19
7	BIBLIOGRAFÍA	20
8	ANEXOS	22

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Composición química proximal de las principales partes del grano de maíz	4
2.	Contenido de lisina y triptofano en el endospermo de maíz normal y maíz opaco-2 modificado	4
3.	Calidad proteica del maíz, tortillas y caseína.....	5
4.	Líneas de QPM de CIMMYT progenitoras del híbrido DICTA HQ-31	7
5.	Comparación nutricional de DICTA HQ-31	7
6.	Rendimiento en quintales por manzana de los híbridos DICTA HQ-31 y Dekalb C343	15
7.	Análisis económico por hectárea entre el híbrido DICTA HQ-31 y el híbrido comercial DEKALB C343	16
8.	Parámetros de calidad del híbrido DICTA HQ-31 evaluados en molienda y producto terminado, según la norma ISO 9002.....	17

INDICE DE FIGURAS

Figura

1. Diagrama de flujo del proceso industrial de producción de harinas de maíz nixtamalizado..... 9

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Comparación económica entre el híbrido DICTA HQ-31 y el híbrido comercial DEKALB C343	23
2.	Informe de rendimiento de maíz normal y Maseca® elaborada a partir del híbrido DICTA HQ-31	24

1. INTRODUCCION

De acuerdo con el Fondo de Población de las Naciones Unidas (2000) desde 1960 se han duplicado las cantidades de seres humanos hasta llegar a 6,100 millones de personas, ocurriendo este crecimiento principalmente en los países más pobres. En la actualidad cerca del 30 por ciento de la población mundial sufre de una o más formas de malnutrición, incluido el retraso del crecimiento intrauterino, la malnutrición proteinoenergética y la carencia de micronutrientes, existiendo en todo el mundo 826 millones de personas subnutridas (FAO, 1992).

En los países en desarrollo, organizaciones como el CIMMYT han trabajado en el mejoramiento genético de cultivos que son la base de la alimentación de estos países, enfocándose principalmente en el maíz, con el fin de contribuir a aminorar el problema de desnutrición mundial.

Según DICTA (2001), el valor proteico del maíz se incrementó gracias al trabajo de campo realizado por científicos del CIMMYT, después del descubrimiento del gen opaco 2 en el maíz y el desarrollo de híbridos de alta calidad proteica (QPM), caracterizados por contener casi al doble de lisina y triptofano que el maíz normal.

Derivados del Maíz de Honduras S.A. (DEMAHSA), empresa miembro del Grupo Maseca (GRUMA) y pionera en la elaboración de harina de maíz nixtamalizado, desde 1999 ha estado desarrollando pruebas a nivel de campo para promover la producción de materiales de alta calidad proteica (híbrido DICTA HQ-31) en conjunto con la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG)¹.

DEMAHSA ha incorporado dichos materiales a su línea de producción de harinas, con el fin de mejorar la calidad de la proteína en la dieta de la población hondureña, la cual esta basada principalmente en alimentos elaborados con maíz. Esta iniciativa se realiza para contribuir a la reducción del problema de desnutrición, principalmente en la niñez¹.

Para lograr dicho fin, se evaluó por medio de este estudio el desempeño del híbrido DICTA HQ-31, lo que permitió a la empresa DEMAHSA conocer el comportamiento del híbrido HQ-31 en su rendimiento en campo y su calidad como materia prima para molienda húmeda, con el fin de lanzar al mercado una harina de maíz competitiva de calidad superior.

¹ Vélez, J. 2001. 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.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. General

- Evaluar el desempeño agronómico del híbrido DICTA HQ-31 durante el proceso de molienda húmeda.

1.1.2. Específicos

- Comparar el rendimiento de campo del híbrido DICTA HQ-31 con un híbrido comercial.
- Comparar la rentabilidad del híbrido DICTA HQ-31 con un híbrido comercial.
- Evaluar las características del híbrido DICTA HQ-31 durante el proceso de molienda húmeda.

1.2. HIPÓTESIS

- No existe diferencia significativa entre el híbrido DICTA HQ-31 y el híbrido comercial en cuanto a rendimiento de campo y rentabilidad.

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 lugares como Asia, África y Latinoamérica, siendo muy utilizado en la agricultura de subsistencia.

Según la FAO (1992), 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, como es la elaboración de tortillas.

2.2 VALOR NUTRICIONAL DEL MAÍZ

Según el Fondo de Población de las Naciones Unidas (2001), el consumo inadecuado de proteínas y energía son factores fundamentales en la morbilidad y la mortalidad de adultos y principalmente niños; el 55 por ciento, un porcentaje muy elevado, de las casi 12 millones de muertes anuales entre los niños menores de cinco años en el mundo en desarrollo están asociados a la malnutrición lo que provoca discapacidades para toda la vida y sistemas inmunitarios debilitados. De aquí la importancia de cultivos, y principalmente cereales que son producidos y consumidos en muchas naciones, como el maíz, el cual aporta una importante cantidad de proteínas y calorías en la dieta diaria de diferentes países en desarrollo.

Según Serna-Saldívar (1996), el valor nutritivo del maíz es bajo, contiene en su mayoría carbohidratos (81.8%) y poca cantidad de proteína (9.1%), siendo esta última deficiente de aminoácidos esenciales en la nutrición humana tales como lisina y triptofano.

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 triptofano.

2.3 ESTRUCTURA DEL GRANO DE MAÍZ

De acuerdo con la FAO (1992), se puede definir la planta del maíz como un sistema metabólico cuyo producto final es, fundamentalmente, almidón depositado en unos órganos especializados: los granos.

El grano de maíz se denomina en botánica cariósida o cariopsis, según la FAO (1992), y está compuesto de cuatro estructuras físicas fundamentales: el pericarpio, cáscara, o salvado; el endospermo; el germen o embrión; y la pilorriza (tejido inerte en que se unen el grano y el olote). El endospermo es la parte del grano que se destina para la producción de harinas nixtamalizadas de maíz, observándose su composición química proximal y de las demás partes del grano en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química proximal de las principales partes del grano de maíz.

Componente	Pericarpio (%)	Endospermo (%)	Germen (%)
Proteína	3.7	8	18.4
Extracto etéreo	1	0.8	33.2
Fibra cruda	86.7	0.7	8.8
Cenizas	0.8	0.3	10.5
Almidón	7.3	87.6	8.3
Azúcar	0.34	0.62	10.8

Fuente: FAO, 1992.

2.4 MAÍZ DE ALTA CALIDAD PROTEICA

En 1964, según Chassaing *et al.* (2000), se descubrió en el maíz un gen mutante con 50% más de lisina y triptofano que el maíz normal (cuadro 2).

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

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

Fuente: Mertz, 1992.

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. Los mejoradores de maíz Dr. Surinder K. Vasal y Dra. Evangelina Villegas, luego de casi 14 años de investigaciones lograron corregir los efectos negativos del gen o2o2, obteniendo maíces con alta calidad proteínica (QPM), con apariencia similar al maíz normal y rendimiento igual o mayor que los híbridos comerciales (Chassaing *et al.*, 2000).

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 triptofano, siendo el valor nutritivo de la proteína parecido al de la proteína de la leche descremada.

El 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, 1992).

Cuadro 3. Calidad proteica del maíz, tortillas y caseína.

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

Fuente: FAO, 1992

*PER = Rango de eficiencia de proteína

2.5 EL CULTIVO DE MAÍZ EN HONDURAS

Según la Secretaría de Agricultura y Ganadería SAG (1998), el maíz es el grano básico que ocupa la mayor superficie sembrada y el mayor volumen en cuanto a producción en Honduras, utilizándose maíz blanco principalmente para consumo como tortillas y otros, y maíz amarillo destinado principalmente para la formulación de concentrados.

Según la SAG (1998), el maíz es un cultivo de crecimiento rápido que rinde más a temperaturas moderadas y un suministro abundante de agua, oscilando la temperatura ideal entre 24 a 30° C. Los suelos más idóneos son los suelos francos o de textura media, fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención de agua; el pH óptimo corresponde a una ligera acidez entre 5.5 y 6.5, aunque se obtienen buenos resultados con pH entre 5.5 y 7.0. Se considera un cultivo medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego.

DICTA (2001), menciona que en nuestro país se conocen dos tipos de preparación de suelo para este cultivo; la labranza convencional y la labranza de conservación de suelo y agua o labranza mínima, y dos épocas de siembra: primera y postrera, ambas condicionadas al régimen de lluvia de cada región.

La semilla es el componente de menor costo por área en el cultivo de maíz pero es el que más incide en la productividad. En maíz hay dos tipos de materiales genéticos, los de polinización libre y los de polinización controlada o híbridos. Los híbridos por ser superiores a las variedades de polinización libre son los de más alto costo, por lo tanto se recomiendan para las zonas donde no hay problemas de precipitación y para suelos con buena fertilidad; además es importante la capacidad económica del productor (Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1998).

2.5.1 Producción de maíz en el Departamento de Yoro

Según DICTA (2001), una de las zonas que cuenta con condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo de maíz es el departamento de Yoro ubicado en la zona del litoral Atlántico del país; su suelo posee un pH ligeramente ácido (6.4), disponibilidad de nutrientes y un clima cálido. Además, de acuerdo con la Secretaría de Recursos Naturales (2002), cuenta con una precipitación constante (972.73 mm/año), reportándose la mayor cantidad de lluvia en el mes de septiembre.

2.6 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 probados en muchos países en desarrollo, en donde 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 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 con el objetivo de agregar a la oferta de alimentos unas 6 mil toneladas de proteína de alto valor nutritivo, proveniente de la siembra de un 10% del área actual de maíz, lo que consecuentemente ayudará a mejorar la dieta del hondureño (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 triptofano que el maíz normal (cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación nutricional de DICTA HQ-31.

Maíz	Lisina mg/gN	Triptofano 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

Fuente: Bressani, 1992, citado por DICTA (2001).

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 a nivel nacional existen parcelas QPM en los departamentos de Santa Bárbara, Yoro, Colón, Francisco Morazán y El Paraíso².

2.7 NIXTAMALIZACIÓN O MOLIENDA HÚMEDA

Serna-Saldívar (1996) define la nixtamalización o molienda húmeda como “el proceso de cocer el cereal en presencia de cal (CaO), antiguamente cenizas de hogueras, para posteriormente moturarlo y formar la masa”, proceso que sirve para la elaboración de muchos platillos típicos y principalmente, tortillas (figura 1).

² Vélez, J. 2001. Validación del híbrido DICTA HQ-31 a nivel nacional. (Comunicación personal). Derivados del Maíz de Honduras S.A.(DEMAHSA). Choloma, Cortés.

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).

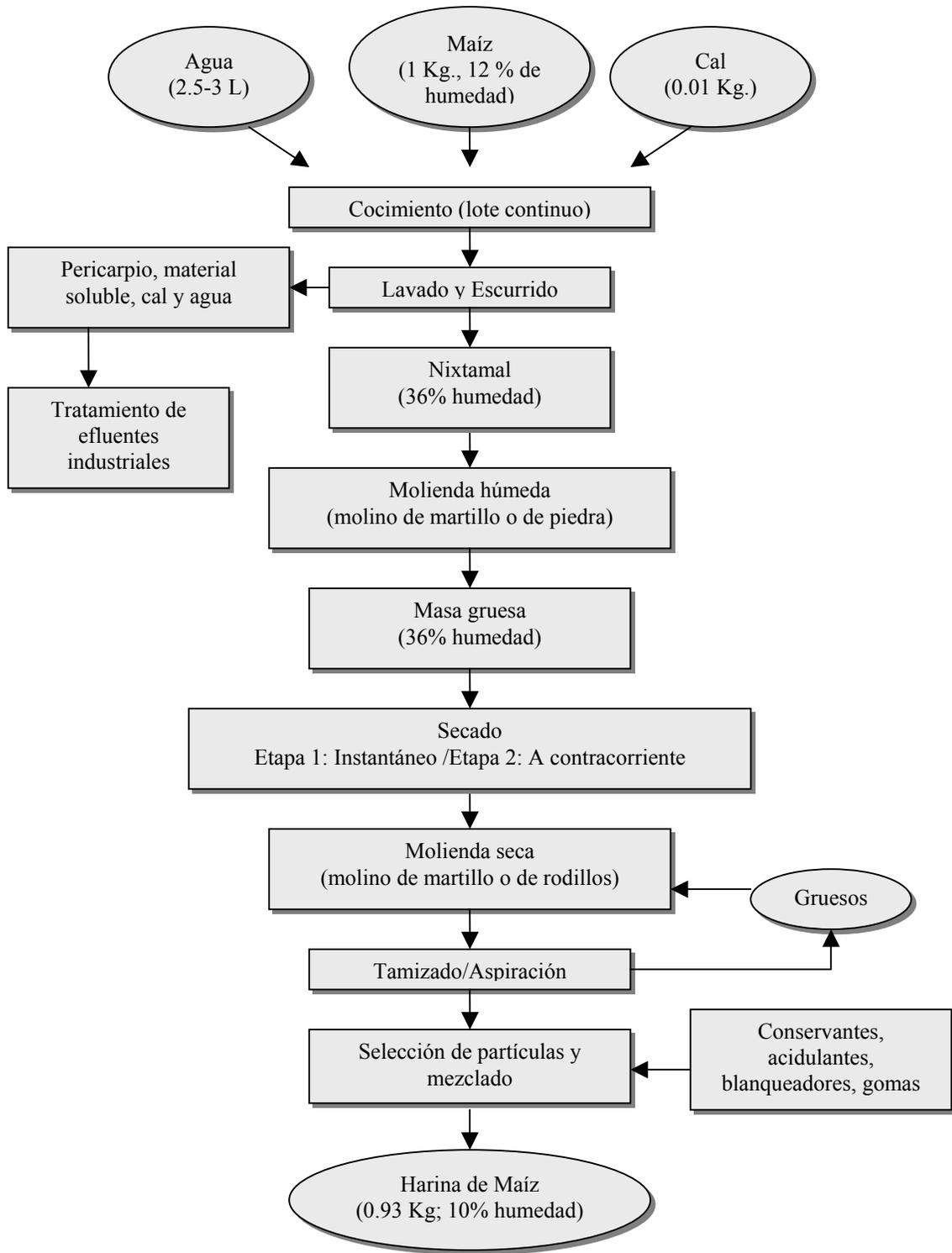


Figura 1. Diagrama de flujo de proceso industrial de producción de harinas de maíz nixtamalizado (Serna-Saldívar, 1996).

Según la FAO (1992), aunque después de cocer el maíz en agua con cal se producen pérdidas químicas de algunos nutrientes, la calidad de las proteínas es ligeramente superior en las tortillas que en el maíz. Las tortillas pueden tener, a humedad igual, un contenido ligeramente superior de proteínas que el maíz debido probablemente a un efecto de concentración dado que se pierden azúcares solubles del grano.

2.8 GRUPO MASECA S.A. DE C.V. (GRUMA)

Grupo Maseca S.A. de C.V. (GRUMA), es una compañía mexicana con operaciones en México, Estados Unidos, Centroamérica, Venezuela y Europa. Es el líder indiscutible en la producción de harina y tortilla de maíz a nivel mundial; adicionalmente, ha incursionado con gran éxito en los negocios de harina de trigo, pan, frituras y conservas (GRUMA, 2002).

El liderazgo tecnológico de la empresa le ha permitido integrarse verticalmente en la cadena maíz-harina-masa-tortilla, lo cual le representa ventajas competitivas importantes en la producción de harina de maíz y tortilla (GRUMA, 2002).

2.8.1 Derivados del Maíz de Honduras S. A. (DEMAHSA)

En Honduras, GRUMA inició operaciones 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 nixtamalizado².

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 año².

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 (DEMAHSA, 1999).

² Vélez, J. 2001. 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

2.8.1.1 Programa de calidad. Desde marzo del 2001, DEMAHSA obtuvo la certificación ISO 9002 lo que conlleva a un mayor esfuerzo para mantener la calidad de sus productos. Además, la empresa cuenta con sistemas internos de control de calidad³.

DEMAHSA evalúa la calidad de la materia prima, empaque, producto en molienda y producto terminado, logrando obtener y mantener los certificados ISO 9002 y American Institute of Baking (A.I.B.)³.

³ David, J. 2002. Programa de calidad de DEMAHSA. (Comunicación personal). Derivados del Maíz de Honduras S.A.(DEMAHSA). Choloma, Cortés.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos etapas: a) Análisis comparativo de campo del híbrido DICTA HQ-31 y el híbrido comercial DEKALB C343, y b) Análisis comparativo de calidad en molienda húmeda, comparando distintos parámetros con el estándar de la norma ISO 9002. Además, se realizó un análisis de costos y beneficios de dicho híbrido en el campo.

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

La primera etapa del estudio se realizó en fincas ubicadas en distintas localidades del departamento de Yoro, pertenecientes a cinco productores de maíz miembros de la Cooperativa de Comercialización de Productos Agrícolas (COCPAL), que provee de materia prima (maíz) a DEMAHSA y con la cual estableció un proyecto de producción del híbrido DICTA HQ-31.

El departamento de Yoro cuenta con condiciones óptimas de precipitación promedio de 1,200 mm/año, una temperatura promedio de 28-32 °C, humedad relativa generalmente mayor a 70%, suelos francos, una altitud de 500 msnm y se encuentra a 60 Km. de distancia de DEMAHSA. Los análisis de calidad se realizaron en el laboratorio de aseguramiento de calidad de DEMAHSA.

3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAMPO DEL HÍBRIDO DICTA HQ-31 Y EL HÍBRIDO COMERCIAL DEKALB C343

Se escogió a COCPAL como el productor del híbrido DICTA HQ-31 en vista de que agremia a más de 150 productores de maíz tecnificados y semi tecnificados del valle de Yoro. Dentro de su estructura existe una cooperativa de ahorro y préstamo (COPACYL) que provee servicios de financiamiento a bajos intereses a sus agremiados, para actividades de siembra de granos básicos, y posee instalaciones propias para el acopio, secado y almacenamiento de granos. Se establecieron lotes comerciales del híbrido DICTA HQ-31 de diferentes áreas, según el tamaño de la finca del productor de maíz y su volumen de producción, a las cuales la gerencia agrícola de DEMAHSA dio seguimiento.

La variable evaluada fue rendimiento en kilogramos por hectárea al 13% de humedad entre híbrido DICTA HQ-31 y el híbrido comercial DEKALB C343, uno de los materiales mayormente usados en la zona por sus características agronómicas.

3.2.1 Manejo agronómico

La idea fundamental detrás del proyecto QPM DEMAHSA/COCPAL fue observar las propiedades del híbrido DICTA HQ-31, en parcelas comerciales en el campo, comparándolo con el híbrido DEKALB C343 que es muy usado por los productores de la zona debido a sus características agronómicas.

Las fechas de siembra, durante la época de primera, para el caso del híbrido DEKALB C343 las siembras se realizaron entre el 10 de junio y el 10 de julio, y las siembras del DICTA HQ-31 se realizaron a partir del 4 de julio hasta el 27 de julio.

Tres productores utilizaron el sistema de labranza mínima para preparar su terreno y dos utilizaron la labranza convencional, sembrando a una densidad de 64,286 plantas/ha (45,000 plantas/mz).

Los insumos empleados por todos los productores fueron los insecticidas Semevin® y Arrivo®, fertilizantes DAP, KCl, urea y como herbicidas: Harness Extra®, Round up max® y Gramoxone®.

3.2.2 Diseño experimental

El experimento de campo se estableció usando un diseño completamente al azar. Para el análisis de los datos se usó el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS®) y, a través de un análisis de varianza, se determinó la significancia del modelo. La separación de medias de los rendimientos entre los híbridos evaluados se hizo utilizando la prueba Student-Newman Keuls (SNK).

3.2.3 Análisis de costos y beneficios

Se realizó un análisis económico, comparando los rendimientos obtenidos entre los híbridos evaluados y su rentabilidad sobre costos, y se obtuvo la utilidad o pérdida por manzana suponiendo que los agricultores sembraran únicamente el híbrido DICTA HQ-31.

3.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE CALIDAD

Se realizaron pruebas de calidad del híbrido DICTA HQ-31 durante las etapas de molienda húmeda y empaque de producto terminado, durante 48 horas de procesamiento que abarcaron tres turnos laborales continuos, para una molienda total de 3,000 quintales (136,364 Kg.) del híbrido DICTA HQ-31, una vez finalizada la molienda se comparo los resultados de calidad promedio con el estándar de calidad establecido por DEMAHSA según la norma ISO 9002.

Los parámetros de calidad que se evaluaron son:

- Rendimiento harina-masa.
- Adhesividad de la masa.
- Resistencia de la masa.
- Color seco y húmedo.

Los análisis de calidad se realizaron mediante métodos desarrollados por DEMAHSA.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAMPO

Como resultado del análisis estadístico, se encontró diferencia significativa entre el rendimiento de campo de los híbridos evaluados ($P < 0.05$), indicando que el híbrido DEKALB C343 obtuvo mejor rendimiento (cuadro 6).

Cuadro 6. Rendimiento en kilogramos por hectárea de los híbridos DICTA HQ-31 y DEKALB C343.

Híbrido	Rendimiento (Kg/ha)
DICTA HQ-31	5,471.05
DEKALB C343	3,228.55

En las condiciones agro climatológicas de la zona donde se realizó el estudio, el híbrido comercial DEKALB C343 obtuvo un rendimiento promedio de 5,471.05 Kg/ha mientras que el híbrido DICTA HQ-31 rindió 3,228.55 Kg/ha.

A pesar de los bajos rendimientos el híbrido DICTA HQ-31 presentó un excelente desarrollo vegetativo hasta la etapa de floración (cuando las condiciones climáticas lo permitieron). Las quejas de los productores comienzan a partir de la floración, en la cual se observó altos porcentajes de acame. Cuando se realiza la cosecha se observó que las brácteas eran muy delgadas y que se separaban con excesiva facilidad, esto provocó que la mazorca tuviese altos niveles de pudrición, ya que el agua se filtra a través de la misma. Se observó además, una mala cobertura de mazorca, lo que provocó daños considerables a la misma, en el caso de entregas de este grano a DEMAHSA se rechazaron 4 camiones por problemas de presencia de hongos en el grano.

Un aspecto positivo del híbrido fue el peso del grano, los productores se mostraron satisfechos por esta característica, debido a que el maíz se paga con base en su peso.

4.1.1 Análisis de costos y beneficios

El análisis incluye el total de costos del proyecto DEMAHSA-COCPAL, en un área cosechada de 104.2 ha y del híbrido comercial DEKALB C343 y para el híbrido DICTA HQ-31 de 41.96 ha. El precio cuando se realizó la compra de maíz en las instalaciones de DEMAHSA, en diciembre de 2002, fue de 3.04 L./Kg.

El híbrido DICTA HQ-31 presenta una rentabilidad más baja (24%) que el híbrido comercial (94%) (cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis económico por hectárea entre el híbrido DICTA HQ-31 y el híbrido DEKALB C343.

Descripción	Híbrido	
	DEKALB C343	DICTA HQ-31
Ventas (L.)	23,751.5	14,016.27
Costos (L.)		
Preparación de tierra	2,713.84	2,823.53
Insumos	5,580.41	5,616.89
Mano de Obra	687.00	644.11
Otros costos	3,237.07	2,200.1
Costos Totales	12,218.32	11,284.63
Utilidad/Pérdida (L.)	11,533.17	2,731.41
Rentabilidad	0.94	0.24

Si los agricultores produjeran solamente el híbrido DICTA HQ-31, dejarían de percibir en promedio L. 6,808.23 por ha de tierra cosechada, y un total de L.174,613.10 si todos los agricultores sembrarán un área de 12.18 ha y la diferencia en rendimiento fuera de 1,568.18 Kg/ha (anexo 1).

4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO DE CALIDAD

Los resultados de los parámetros medidos se encuentran dentro del estándar establecido dentro de la norma ISO 9002 (Cuadro 8).

Cuadro 8. Parámetros de calidad del híbrido DICTA HQ-31 evaluados en molienda y producto terminado, según la norma ISO 9002.

Parámetros	Resultado		Estándar	Unidad
	Molienda	Producto terminado		
Rendimiento harina-masa	2284.52	2286.08	2,220-2,400	g/ Kg harina
Resistencia	30.09	29.42	21-32	g
Adhesividad	0.46	0.43	0.3-0.8	---
Color seco	85.71	85.86	>75	---
Color húmedo	41.57	42.98	>35	---

El parámetro de rendimiento harina-masa se encuentra dentro del rango establecido indicando que se obtuvo una mayor la cantidad de masa y de tortillas, de una determinada cantidad de harina.

La resistencia y adhesividad, características de la masa están relacionadas directamente y se encontraron dentro del rango establecido, lo que indica que la masa elaborada con el híbrido DICTA HQ-31 presentó características favorables que al momento del amasado y elaboración de tortillas no presentarán problemas de chiclosidad (es decir la masa adquiere una textura pegajosa) y de quiebre de la tortilla.

El análisis de color, tanto húmedo como seco, determina el porcentaje de reflectancia emitido por una muestra de harina. Con base en este porcentaje se midió el color de la muestra, el cual estuvo por encima del límite mínimo establecido, demostrando que el color de las muestras analizadas fue aceptable para la elaboración de harina.

Las muestras de harina analizadas mostraron características favorables de calidad en todos los parámetros evaluados, lo que indica que la harina elaborada con el híbrido DICTA HQ-31 fue de una calidad aceptable, según la norma ISO 9002, y es una harina que es apta para ser comercializada por DEMAHSA.

Es importante mencionar que los productores de maíz manifestaron que el grano se cocina con mayor rapidez, por lo que existe un ahorro de energía, y la tortilla es mas blanda y se mantiene suave por mas tiempo, características que son deseables en la tortilla de maíz.

5. CONCLUSIONES

- El rendimiento de campo del híbrido DICTA HQ-31 resultó más bajo (3,228.55 Kg/ha) que el DEKALB C343 (5,471.05 Kg/ha).
- El rendimiento del híbrido DICTA HQ-31 (3,228.55 Kg/ha) fue superior que el rendimiento promedio nacional (1,495 Kg/ha).
- La rentabilidad DICTA HQ-31 resultó inferior (24%) al híbrido comercial (94%) en términos monetarios los agricultores que siembran el híbrido DEKALB C343 percibirán un promedio de L. 6,808.23 por ha, mas que si siembran el DICTA HQ-31.
- Todos los parámetros de calidad del híbrido DICTA HQ-31 se encuentran dentro del estándar establecido por la norma ISO 9002, que certifica a DEMAHSA, demostrando que el híbrido es apto para el proceso de molienda húmeda.

6. RECOMENDACIONES

- Dar continuidad al estudio de campo en otras localidades, con el fin de evaluar más variables y verificar los resultados de este estudio.
- Comparar el híbrido DICTA HQ-31 con otros híbridos comerciales para obtener una referencia comparativa más válida del rendimiento de campo.
- Evaluar el efecto de las características morfológicas de la planta en el rendimiento en el 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.
- Realizar estudios nutricionales en zonas donde se pueda verificar el impacto en la nutrición de la población, evaluando de esta manera la calidad de la proteína que contiene el híbrido DICTA HQ-31.
- Desarrollar una estrategia de comercialización de la harina de maíz producida con el híbrido DICTA HQ-31 por parte de DEMAHSA, dando a conocer a la población hondureña los beneficios nutricionales que se obtienen al consumir tortillas elaboradas con esta harina.

7. BIBLIOGRAFÍA

CHASSAIGNE, A.; BARRIENTOS, V; HERNÁNDEZ, A.; SEGOVIA, M.; SALAZAR, J.; ESCOBAR, D; CHIRINO, G. 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>. Sólo resumen.

CIMMYT. 2000. Ciencia para aliviar la pobreza. México. Consultado 29 de jul. de 2002. Disponible en: http://www.cimmyt.org/whatisimmyt/revisar/htm/ar9899_p3_sp.htm.

DEMAHSA. 1999. La Cadena del Maíz en Honduras. (Folleto). Honduras. 4 p.

DEMAHSA. 2001. Documento para Capacitación de Calidad. Honduras. 5 p.

DEMAHSA. 2002. Normas de Calidad, muestreo e identificación de daños en maíz. (Hoja Volante). Honduras.

DICTA. 1998. El cultivo de maíz. Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Honduras. 31 p.

DICTA. 2001. Seminario “Producción del híbrido de maíz de alta calidad proteica HQ-31”. Comayagua. Junio 2001.

ENCICLOPEDIA PRÁCTICA de la Agricultura y Ganadería. 2000. Centrum, España. Edit. Océano. 1032 p.

FAO. 1992. El Maíz en Nutrición Humana. USA. Consultado 23 de jun. de 2002. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/T0395S/T0395S00.htm#Contents>.

FONDO DE Población de las Naciones Unidas. 2001. El Estado de la Población Mundial 2001. Consultado 29 de jul. de 2002. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/003/x9800s/x9800s07.htm#P7_1186.

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

Grupo Maseca. México. Consultado 27 de jun. de 2002. Disponible en: <http://www.maseca.com>.

KULP, K.; PONTE, J. 2000. Handbook of Cereal Science and Technology. 2da ed. New York, U.S.A. Edit. Marcel Dekker, Inc. 790 p.

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

SECRETARIA DE Agricultura y Ganadería. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 1998. El Cultivo de Maíz: Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. 32 p.

SECRETARIA DE Recursos Naturales. 2001. Registros de las estaciones meteorológicas del departamento de Yoro durante el año 2001.

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

8. ANEXOS

Anexo 1. Comparación económica entre el híbrido DICTA HQ-31 y el híbrido comercial DEKALB C343.

Productor	Localidad	Híbrido	Área sembrada (ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Diferencia (Kg.)	Ingreso esperado (L./ha)	Ingreso total esperado (L.)
1	La Rosa	DICTA HQ-31	3.5	2,275.00			
		DEKALB C343	15.38	6,175.00	2,727.27	11,840.40	260,488.80
1	Las Lomas	DICTA HQ-31	11.19	4,875.00			
		DEKALB C343	7	5,850.00	681.82	2,960.10	29,601.00
2	Ayapa	DICTA HQ-31	7	2,275.00			
		DEKALB C343	17.48	4,875.00	1,818.18	7,893.60	197,340.00
3	Miraflores	DICTA HQ-31	7	2,925.00			
		DEKALB C343	16.08	5,200.00	1,590.91	6,906.90	158,858.70
4	El Sausal	DICTA HQ-31	7.69	3,445.00			
		DEKALB C343	25.87	6,175.00	1,909.09	8,288.28	306,666.36
5	Punta de Ocote	DICTA HQ-31	5.6	3,575.00			
		DEKALB C343	22.38	4,550.00	681.82	2,960.10	94,723.20
Promedio			12.18	4,349.58	1,568.18	6,808.23	174,613.01

Anexo 2. Informe de rendimiento de maíz normal y Maseca® elaborada con el híbrido DICTA HQ-31

Concepto	Maíz normal	Maseca® (DICTA HQ-31)
Cantidad harina utilizada (lb.)	15	15
Costos (L.)		
Costo de Materia Prima	30.00	52.50
Cal	0.50	0.00
Leña	14.40	9.60
Agua	0.05	0.00
Molino	5.00	0.00
Mano de Obra	0.00	0.00
Costo Total	49.95	62.10
Tortillas elaboradas	552.00	704.00
Precio unitario (L.)	0.25	0.25
Tiempo de elaboración	4 horas 30 minutos	3 horas 10 minutos
Rendimientos		
Nixtamal	1.55	0.00
Masa	2.08	2.55
Tortilla	1.57	1.92
Costo Total (L.)	49.95	62.10
Ventas (L.)	138.00	176.00
Utilidad (L.)	88.05	113.90
Utilidad (%)	63.80	64.72
Punto De Equilibrio (unidades)	81.77	

Nota: Informe presentado en marzo del 2002.