

MÉXICO 2010



**GOBIERNO
FEDERAL**

SAGARPA

inifap

Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



SAC-BEH y CHICHEN ITZA: Variedades de maíz de calidad proteínica para el Sistema de Roza-Tumba-Quema de la Península de Yucatán

Guillermo AGUILAR CASTILLO, Noel Orlando GÓMEZ MONTIEL,
Héctor TORRES PIMENTEL, Griselda VÁZQUEZ CARRILLO.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Sureste
Campo Experimental Mochá
Diciembre de 2010. Folleto Técnico No. 3

25 Aniversario
Ciencia y Tecnología
para el Campo Mexicano



Vivir Mejor

**SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN**

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda
Secretario

M.C. Mariano Ruiz-Funes Macedo
Subsecretario de Agricultura

Ing. Ignacio Rivera Rodríguez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Dr. Pedro Adalberto González Hernández
Subsecretario de Fomento a los Agronegocios

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES,
AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

Dr. Pedro Brajchich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M.C. Arturo Cruz Vázquez
Encargado del Despacho de la Coordinación de Planeación y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL

M.C. Jaime Piña Razo
Director Regional

Dr. Raúl Díaz Plaza
Director de Investigación

M.C. Hector Torres Pimentel
Director de Planeación y Desarrollo

C.P. Domingo César Ortegón Sabido
Director de Administración y Sistemas

M.C. Jorge Humberto Ramírez Silva
Director de Coordinación y Vinculación en Chetumal

M.C. Mario Rivera de Labra
Director de Coordinación y Vinculación en Campeche

M.C. Jorge Alberto Basulto Graniel
Jefe del Campo Experimental Mocochá

**SAC-BEH y CHICHEN ITZA:
Variedades de maíz de calidad
proteínica para el Sistema de
Roza – Tumba – Quema
de la Península de Yucatán**

M. C. Guillermo Aguilar Castillo

Dr. Noel Orlando Gómez Montiel

M. C. Hector Torres Pimentel

Dra. Griselda Vázquez Carrillo

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL SURESTE
Campo Experimental Mocochá**

Folleto Técnico No. 3 Mérida, Yucatán. Diciembre de 2010

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la institución.

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
Progreso Núm. 5. Barrio de Santa Catarina
04010 Delegación Coyoacán, México, D.F.**

Folleto Técnico No. 3: **SAC-BEH y CHICHEN ITZA: Variedades de maíz de calidad proteínica para el Sistema de Roza – Tumba – Quema de la Península de Yucatán**

Primera Edición 2010

Impreso en México

La cita correcta es:

Aguilar, C. G., Gómez, M. N., Torres, P. H., Vázquez, C. G. 2010. **SAC-BEH y CHICHEN ITZA: Variedades de maíz de calidad proteínica para el Sistema de Roza – Tumba – Quema de la Península de Yucatán**. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Mocochoá. Centro Regional del Sureste. 24 p.

CONTENIDO	
Índice de cuadros.	4
Índice de figuras.	4
1. Antecedentes.	7
2. Introducción.	11
3. Caracterización varietal.	13
3.1. Genealogía y características de la variedad Sac Beh.	13
3.2. Genealogía y caracterización de la variedad Chichen Itzá.	17
4. Proceso para la conservación de la identidad varietal.	22
5. Calidad proteínica.	24
6. Rendimiento y adaptación.	26
7. Literatura citada.	29

ÍNDICE DE CUADROS

No.	Pag.
1 Características de las variedades de polinización libre Sac Beh y Chichén Itzá.	16
2 Rendimiento kg/ha de grano al 14% de humedad de la variedad Sac Beh.	20
3 Rendimiento kg/ha de grano al 14% de humedad de la variedad Chichén Itzá.	21

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Pág.
1 Sr. Anselmo Dzib Balam, productor innovador, Tinum, Yucatán.	7
2 Maíces criollos conversos en Dzitás, Yucatán.	9
3 Variedad Sac Beh de calidad protéinica.	11
4 Variedad Chichén Itzá de calidad protéinica	14
5 Sr. José Romualdo Caamal, un productor innovador de X'kopteil, Chancom, Yucatán.	18

1. ANTECEDENTES.

Las investigaciones realizadas en 1963 en la Universidad de Purdue, Indiana, EUA, con respecto a los maíces de alta calidad de proteína estuvieron asociadas al gene opaco 2, (Mertz *et al*, 1964), el cual confería además de esta característica otras particularidades negativas como: menor rendimiento de grano, el cual fue asociado a un menor peso hectolitrito, y a la vez, este fue atribuido a una menor densidad de las partículas de almidón en el endospermo. Además, las variedades portadoras del gene opaco retenían mayor humedad en el grano por lo que era necesario realizar un manejo de poscosecha adicional para su almacenamiento, (Joginder Singh y V.L. Asnani, 1977), ya que esta condición favorecía el crecimiento de hongos y, en consecuencia, mermaba la calidad al ocasionar daños al grano por un calentamiento en el almacén y la susceptibilidad a plagas.

A pesar de los anteriores problemas, las investigaciones conducidas en ratas, cerdos incluso en humanos, demostraron las bondades alimenticias de estos maíces las cuales fueron relevantes en ganancia de peso en animales (Mertz *et al*, 1965; Cromwell *et al*, 1967) y la disminución de los niveles de desnutrición en infantes, por lo que este descubrimiento despertó el interés de muchos programas de mejoramiento genético en el mundo.

En el ex Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de México, las investigaciones en este tipo de maíces se formalizaron en 1975 con el programa de mejoramiento genético de maíces opacos, coordinado al nivel nacional por el Dr. Esteban Betanzos Mendoza.

Este programa, fue dirigido hacia las áreas marginales del Sureste de México, principalmente, para generar materiales que atendieran el problema de la desnutrición, el primer paso fue la evaluación de variedades de polinización libre provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), para obtener posteriormente maíces criollos conversos a Opaco 2; sin embargo, por los problemas que estos maíces tenían inherentes a este gene, hicieron que el interés por estas investigaciones declinara y que en el programa del INIA, no se continuara trabajando con la intensidad que se hacía en la década de los setenta.

En el ámbito internacional otras instituciones, continuaron con los trabajos de mejoramiento genético hacia la obtención de maíces con endospermo modificado pero con la misma cualidad de calidad proteínica que su antecesor, estas investigaciones lograron su propósito a principios de la década de los noventa.

Posteriormente en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Dr. Noel Orlando Gómez Montiel, analizando los resultados de programas nacionales e internacionales y tomándolos como base, retomó la propuesta de convertir a calidad proteínica los maíces criollos sobresalientes para las áreas con problemas de desnutrición en el Sureste de México.

La finalidad de estas investigaciones fue obtener variedades de polinización libre con el 75% del germoplasma criollo para que no perdieran algunas de las características agronómicas por las cuales son preferidas por los campesinos de subsistencia. El apoyo del laboratorio de calidad del INIFAP a cargo de la Dra. Griselda Vázquez Carrillo fue esencial para confirmar que estos maíces contenían los niveles apropiados

de calidad proteínica que los maíces que fueron usados como donadores de esta característica.

En el sureste de México, donde la producción de maíz se realiza en el sistema tradicional de roza-tumba-quema bajo condiciones de temporal, se utilizan variedades criollas de grano normal, con bajo potencial de rendimiento y deficientes en los aminoácidos lisina y triptófano, por lo que la formación de maíces de características criollas con mayores rendimientos y de calidad proteínica toma gran relevancia.

El resultado de 10 años de investigación y el mejoramiento genético realizado en el INIFAP, dio como producto las primeras variedades criollas mejoradas conversas a calidad proteínica para el sistema de producción de roza-tumba-quema que han sido denominadas Sac Beh y Chichén Itzá, las cuales presentan un contenido de lisina y triptófano, superior en un 50% al de los maíces criollos y su rendimiento factible de obtener supera las 2.5 ton/ha en este sistema, cuyas características se presentan en la presente publicación.



Figura 1. Sr. Anselmo Dzib Balam, Productor innovador, Tinum, Yucatán.

2. INTRODUCCIÓN.

La población infantil de la Península de Yucatán que vive principalmente en el área rural presenta diversos grados de desnutrición y tienen al grano de maíz como fuente básica de proteínas y calorías. Este problema se acentúa en las áreas marginales donde predomina la población de origen maya y se combinan factores sociales y económicos como el analfabetismo y los bajos rendimientos de los cultivos de la milpa, donde el maíz es el eje principal y los productos que este sistema genera, son principalmente de autoconsumo.

Este sistema de producción de subsistencia, se caracteriza por el uso de variedades criollas de maíz de grano normal con bajo potencial de rendimiento y deficientes en los aminoácidos lisina y triptófano; en este contexto, el uso en la alimentación de las variedades criollas mejoradas con calidad proteínica las cuales contienen 50% más de lisina y triptófano que los maíces criollos, ayudara a elevar el nivel alimentario de los infantes que viven en estas áreas, sin modificar su forma de producción y sus hábitos alimenticios, pero que presentan un beneficio directo en la agricultura local, ya que su rendimiento supera las 2.5 t/ha.

Las variedades criollas mejoradas a calidad de proteína contienen un porcentaje de lisina y triptófano de 0.292 y 0.048 mg/100g respectivamente, los cuales son superiores en un 50% a los niveles que contienen los maíces criollos de grano normal. Estas variedades tienen un 75% de germosplasma criollo y un 25% del donador de calidad proteínica, son de ciclo intermedio tardío poseen características innatas de los

maíces criollos como son, su adaptación a las condiciones del sistema roza-tumba-quema o milpa y que es una opción más para mejorar su producción, coadyuvar a satisfacer el requerimiento de maíz anual y mejorar el nivel de vida de las familias, ya que su adaptación y potencial de rendimiento ha quedado demostrado a través de los ensayos de rendimiento y parcelas de validación realizados en la Península de Yucatán entre los años de 2005 al 2009.

Estas variedades por ser de polinización libre tienen un potencial de adopción generalizado por parte del agricultor ya que puede generar su semilla propia con un manejo y selección de plantas adecuada, para que se conserven las características que las hacen distintivas a los materiales usados de manera tradicional.



Figura 2. Maíces criollos conversos en Dzitás, Yucatán.

3. CARACTERIZACIÓN VARIETAL.

Las características de planta, espiga, mazorca y semilla que se presentan en el Cuadro 1 y fueron tomadas en muestras de 200 plantas en la localidad de Sitio Experimental Uxmal, Yucatán, por lo que se advierte que estas características pueden diferir en otras regiones.

3.1. GENEALOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD SAC BEH.

La variedad Sac Beh es de polinización libre, de ciclo tardío con un rango de 130 a 140 días de la siembra a la cosecha. Su comportamiento ha sido satisfactorio en el sistema roza-tumba-quema principalmente en las condiciones de suelos cambisol donde expresa su potencial de rendimiento de cinco toneladas por hectárea, siendo superior a los maíces criollos de grano normal en mas del 200%.

Es de grano blanco semidentado, con una proporción de granos morados menor al 20%, las plantas son relativamente altas. Para la producción de semilla, se recomiendan 40 mil plantas por hectárea uniformemente distribuidas en condiciones de buena humedad y fertilidad en lotes aislados donde no se haya sembrado maíz el ciclo anterior, el aislamiento se puede dar por fecha de siembra o por distancia mínima de 200 metros del campo de maíz más cercano.

Origen : Uxmal 2008 A lote#1

Composición genética

Es una variedad derivada del segundo ciclo de selección recurrente mazorca por surco modificado, practicado en una población formada con colectas de maíces blancos nativos de la Península de Yucatán, conocidos como Xnuck'nal y Dzit-bacal, estos ecotipos de maíz están correlacionados con las razas Tuxpeño y sub raza Dzit'bacal de maíces Olotillo, respectivamente. La formación de la población blanca se inició en el ciclo de otoño-invierno 1998-1999, mediante una colecta de maíces criollos de la milpa de color de grano blanco, los cuales posteriormente se evaluaron en ensayos de rendimiento y se caracterizaron por tipo de mazorca cilíndrica. Se seleccionaron los mejores maíces de ciclo tardío con estas características y se recombinaron en un lote aislado mediante familias de Medios Hermanos en la relación 2:1 para formar la población blanca tardía.



Figura 3. Variedad Sac Beh de calidad protéinica

En el ciclo de primavera-verano 2002, mediante un programa de Retrocruzas se inició la incorporación del carácter de calidad proteínica, utilizando como fuente del de calidad proteínica al híbrido de cruza trilineal H-519 C, de esta manera se obtuvo la F1.

En el ciclo otoño-invierno del 2002-2003 se sembró la semilla F1, para obtener plantas F1, las cuales se autofecundaron para el avance generacional y obtener semilla F2. Esta semilla se utilizó para seleccionar, mediante lámpara fluorescente, segregantes de opacidad. Con los cuales se obtiene la primera Retrocruza (RC_1F_2) y de esta forma se integró una población con el 75% de germoplasma criollo y el 25% del híbrido H-519 C.

Los análisis de laboratorio confirmaron que la población cuenta con la característica de calidad proteínica y se le denomina criollo blanco converso. En esta población se aplica mejoramiento intrapoblacional mediante selección recurrente mazorca por surco modificada para mejorar el rendimiento, después de dos ciclos de selección se recombinaron las mejores familias para formar la variedad criollo blanco converso. Este material se incrementó para ser evaluado en parcelas de validación con productores del tradicional sistema roza-tumba-quema en los estados de Yucatán, Quintana Roo y Campeche. Los resultados de estas evaluaciones confirmaron que la variedad blanca conversa denominada posteriormente Sac Beh superó hasta en un 200% el rendimiento del maíz criollo de grano normal, además, con el valor agregado de su calidad proteínica ayudará a elevar el nivel alimentario de los infantes y de la población en general que viven en las zonas marginales de la Península de Yucatán.

3.2. GENEALOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD CHICHÉN ITZÁ.

La variedad Chichén Itzá es de polinización libre, de ciclo tardío con un rango de 130 a 140 días de la siembra a la cosecha. Su potencial de rendimiento es de cinco toneladas por hectárea y en el sistema milpa, al igual que la Sac Beh, este potencial se expresa con mayor claridad en condiciones de suelos de planicie conocidos regionalmente como K'ankab o Chac-lu'úm, que se localizan a manera de lunares entre los suelos pedregosos de este sistema de producción.

Su rendimiento también es superior al 200% que el de los maíces criollos de grano normal. Su grano es semidentado de color amarillo jaspeado, con una proporción de granos blancos menor al 20%. El porte de planta que presenta esta variedad es de medio a alto. Para la producción de semilla, se recomienda utilizar lotes aislados donde no se haya sembrado maíz el ciclo anterior. Se sugiere utilizar 40 mil plantas por hectárea uniformemente distribuidas en condiciones de buena humedad y fertilidad, el aislamiento de los lotes se puede dar por fecha de siembra o por distancia mínima de 200 metros del campo de maíz más cercano.

Origen : Uxmal 2008 A lote#2

Composición genética.

Es una variedad derivada del segundo ciclo de selección recurrente mazorca por surco modificado, practicado en una



Figura 4. Variedad Chichén Itzá de calidad proteínica

población formada con colectas de maíces amarillos nativos de la Península de Yucatán, conocidos como Xnuck'nal y están correlacionados con la raza Tuxpeño.

La formación de la población amarilla se inició en el ciclo de otoño invierno 1998-1999 con una colecta de maíces criollos de color de grano amarillo, los cuales posteriormente se evaluaron en ensayos de rendimiento y se caracterizaron por tipo de mazorca cilíndrica. Se seleccionaron los mejores maíces con esas características y se recombinaron en un lote aislado mediante familias de Medios Hermanos en la relación 2:1 para formar la población amarilla tardía.

En el ciclo de primavera-verano 2002, mediante un programa de Retrocruzas se inició la incorporación del carácter de calidad proteínica, utilizando como fuente del carácter de calidad proteínica al híbrido de cruza trilineal H-519 C de grano blanco, obteniéndose de esta forma la F1.

En el ciclo otoño-invierno 2002-2003 se sembró la semilla F1, para obtener plantas F1, las cuales se autofecundaron para el avance generacional y obtener semilla F2. Esta semilla se utilizó para seleccionar mediante lámpara fluorescente, segregantes de opacidad, con los que se obtuvo la primera Retrocruza (RC_1F_2) y de esta forma se integró una población con el 75% de germoplasma criollo y el 25% del híbrido H-519 C. Los análisis de laboratorio confirmaron que la población cuenta con la característica de calidad proteínica y se le denominó criollo amarillo converso.

En esta población se aplicó mejoramiento intrapoblacional mediante selección recurrente mazorca por surco modificada para mejorar el rendimiento, después de dos ciclos de selección se recombinaron las mejores familias para formar la variedad criollo amarillo converso, con apariencia jaspeada debido a que presenta granos de color blanco ligados al donador H-519 C. Este material se incrementó para ser evaluado en parcelas demostrativas y de validación con productores del tradicional sistema roza-tumba-quema en los estados de Yucatán y Quintana Roo. Los resultados de estas evaluaciones confirmaron que la variedad amarilla conversa denominada posteriormente Chichen Itzá superó en más del 200% el rendimiento del maíz criollo de grano normal. El valor agregado de su calidad proteínica le da ventajas comparativas respecto del maíz de grano normal y ayuda a elevar el nivel alimentario de los infantes y de la población en general que viven en las zonas marginales donde se practica la tradicional roza-tumba-quema.

Cuadro 1. Características de las variedades de polinización libre Sac Beh y Chichén Itzá

Características	Sac Beh	Chichén Itzá
Hoja		
Forma de la punta de la primera hoja	Redonda	Redonda
Angulo entre la hoja de la mazorca y el tallo	Pequeño	Pequeño
Orientación de las hojas arriba de la mazorca superior	Semi-erecta	Semi-erecta
Ondulación del margen laminar de la hoja de la mazorca principal	Ligera	Ligera
Arrugas longitudinales en la hoja de la mazorca superior	Ocasionalmente presente	Ocasionalmente presente
Pubescencia sobre el margen de la hoja de la mazorca	Escasa	intermedia
Tallo		
Grado de zigzaguo	Ligero	Fuerte
Coloración de antocianinas en raíces adventicias	Fuerte	Ausente
Espiga		
Cubrimiento de la panoja por hoja bandera	Leve	Ausente
Coloración por antocianinas en anteras fresacas	Débil	Ausente
Forma	Semi-abierta	Abierta
Jilote		
Coloración por antocianinas en los estigmas	Presente	Ausente
Grado de abundancia y/o desarrollo de filodios	Escaso	Ausente
Mazorca		
Forma	Cilíndrica	Cilíndrica
Cantidad de hileras	Muy pocas	Muy pocas
Disposición de las hileras	Recta	Recta
Tipo de grano	Semidentado	Semidentado
Color de grano	Blanco cremoso con menos del 20% de granos azules	Amarillo claro jaspeado con menos del 20% de granos blancos

4. PROCESO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA IDENTIDAD VARIETAL.

La semilla original de la variedad se mantiene en el Campo Experimental Mococho del INIFAP y cada cierto tiempo se tiene que renovar la semilla para mantenerla con un porcentaje alto de viabilidad. Para el incremento de la semilla original se utilizan lotes aislados donde se seleccionan plantas que representan a la variedad y se eliminan plantas enfermas o fuera de tipo para incrementar el control parental. A la cosecha se forma un compuesto balanceado de 500 mazorcas, con 200 semillas de cada mazorca. Para la producción de semilla con categorías básica, registrada y certificada, se deben establecer lotes aislados en tiempo y distancia, bajo condiciones de riego ya sea rodado (tradicional) o por goteo (cintilla), se utiliza una densidad de población de 40 mil plantas por hectárea, en surcos separados a 90 cm y con una distancia entre plantas de 25 cm. Se fertiliza con el tratamiento 80-160-00, depositando al momento de la siembra todo el fósforo y la mitad del nitrógeno, cuando la planta se encuentre en el estadio vegetativo de V7-9, se aplica el resto del nitrógeno.

Para el control de maleza, se aplica en preemergencia la mezcla Atrazina + Terbutrina (750 + 750 g ia/ha) o en postemergencia la mezcla Atrazina + 2,4 D-amina (1 + 0.5 kg o L de ia/ha). El control de plagas del follaje se realiza mediante la aplicación de Clorpirifos-etil (480 g de ia/ha). Como preventivo de plagas de la raíz al momento de la siembra se aplica Carbofurán (1.250 kg de ia/ha). La cosecha se inicia cuando el grano al morderlo se quiebre y se debe hacer lo más pronto posible para evitar plagas de campo. Es necesario, secar el grano hasta que alcance entre 13 y 14% de humedad para realizar su beneficio.

5. CALIDAD PROTEÍNICA.

En el laboratorio del INIFAP para el análisis de la calidad proteínica de las nuevas variedades se utilizaron muestras de los maíces H-519 C y V-537 C como testigos comerciales de referencia; dos muestras de maíces criollos conversos blancos y amarillos y un testigo de laboratorio la línea CML-150. A los granos se les eliminó el pedicelo, pericarpio y germen, el endospermo libre de los componentes anteriores se molió y desengrasó, siendo en estas muestras en las que se realizaron las cuantificaciones de lisina y triptófano siguiendo la metodología descrita por Villegas *et al.* (1985).

Los resultados mostraron que los dos maíces criollos conversos y el híbrido H-519 C fueron estadísticamente iguales al testigo de laboratorio CML-150. En triptófano los mejores fueron el criollo converso y el híbrido H-519 C. Así H-519 C y los criollos conversos fueron los de mejor calidad proteínica.



Figura 5. Sr. José Romualdo Caamal, un productor innovador de X'kopteil, Chancom, Yucatán.

6. RENDIMIENTO Y ADAPTACIÓN.

Las nuevas variedades de maíz con calidad proteínica han demostrado tener una alta capacidad de rendimiento en condiciones del tradicional sistema de producción roza-tumba-quema o milpa, en las diferentes modalidades de suelo que se presentan en este agrosistema, principalmente en las planicies que se encuentran distribuidas a manera de lunares y donde permite tener una mejor distribución de plantas y la aplicación de una mejor tecnología de producción, donde la siembra en hileras se traduce en una mejor densidad de población de plantas, además de que facilita la labores subsecuentes del proceso de producción como la fertilización, la aplicación de plaguicidas y la selección de plantas para aquellos productores que tienen la necesidad de tener semilla propia para la siembra del siguiente ciclo. En los siguientes cuadros se presentan los datos de rendimiento de parcelas de validación que fueron conducidas y manejadas por productores de las diferentes localidades y años en la Península de Yucatán.

Se puede apreciar que los rendimientos de las variedades de calidad proteínica Sac Beh y Chichen Itzá responden a las expectativas de los productores de esta región, debido a que se adaptan a las condiciones edáficas y climáticas de la Península de Yucatán. Estos materiales por su valor biológico se evaluaron en forma más extensiva en el estado de Yucatán, donde se localiza la mayor superficie en la que se practica la tradicional milpa, así como una mayor población de infantes que presenta problemas de desnutrición. En Quintana Roo existe también una amplia zona donde predomina este tipo

Cuadro 2. Rendimiento kg/ha de grano al 14% de humedad de la variedad Sac Beh.

Estado	Localidad	Rendimiento Kg/ha		
		Año		
		2006	2007	2009
Yucatán	Promedio	3334	3168	2231
	Libre Unión, Yaxcabá	2315	2473	
	Dzitas, Dzitas	2560	2312	2400
	Tinun, Tinum	3594	2590	
	Cantamayec, Cantamayec	4867	4900	2558
	Xcoptel, Chankom		3566	2046
	Tekom, Tekom			1918
Campeche	Promedio		3540	
	Dzinup; Hecelchacán		4376	
	Nunkiní, Calkiní		2705	
Quintana Roo	Promedio		2423	
	Señor, Felipe Carrillo Puerto		2423	

de agricultura y donde la población infantil también presenta diferentes niveles de desnutrición.

El rendimiento obtenido con estas variedades en todos los ciclos de evaluación fue superior al de los maíces criollos tradicionales que maneja el productor milpero y cuyo valor biológico está limitado por el contenido de los aminoácidos lisina y triptófano.

Cuadro 3. Rendimiento kg/ha de grano al 14% de humedad de la variedad Chichén Itzá.

Estado	Localidad	Rendimiento Kg/ha		
		Año		
		2006	2007	2009
Yucatán	Promedio	3132	3233	2719
	Libre Unión, Yaxcabá	2569	2729	
	Cantamayec, Cantamayec	3694(2)	3721	3420(2)
	Xcopteil, Chankom		3250	2469
	Tekom, Tekom			2269

(2) Promedio de dos parcelas.



LITERATURA CITADA

- Aguilar C. G., Torres P. H. 2008. Producción de maíz en el sistema de roza-tumba-quema en la Península de Yucatán. Manual Técnico. INIFAP-INCA Rural. Campo Experimental Mocoohá.
- Cromwell, G.L., R.A. Pickett, and W.N. Beeson. 1967. Nutritional value of opaque-2 corn for swine. J. Animal Sc. 26:1325-1331.
- H. T. Pimentel, y G. A. Castillo. 2007. Producción de maíz de calidad proteínica en el sistema de producción de roza-tumba-quema como una estrategia para disminuir la desnutrición en áreas marginales Memoria. IV Reunión Estatal de Investigación Agropecuaria, Forestal y Pesca. Mérida, Yucatán. México.
- Mertz, E.T., O.Veron, L.S. Bates and O.E. Nelson 1965. Growth of rats fed opaque-2 maize. Science. 148:1741 -1742.
- Mertz, E.T., L.S. Bates, and O.F. Nelson, 1964. Mutant gene that changes protein composition and increase lysine content of maize endosperm. Science, 145:279
- Singh Jodinger y V.L. Asnani 1977. Estado actual de la investigación y perspectivas de mejorar la calidad proteínica del maíz por medio del opaco-2. Pp 93 – 107. En: Maíz de Alta Calidad Proteínica. Simposio Internacional CIMMYT- PURGUE.
- Torres P. H., Aguilar C. G. 2007. Validación de maíz criollo converso a calidad proteínica para el sistema milpa en Yucatán. Resumen Memoria 2ª Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal 2007, Mérida Yuc. Mex. P. 29
- Torres P. H., Aguilar C. G. 2008. Uso diferencial del suelo: propuesta tecnológica para incrementar la producción de maíz en el sistema de roza-tumba-quema en la Península de Yucatán. Resumen Memoria 3ª Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal 2008, Mérida Yuc. Mex. P. 299
- Torres P. H., Aguilar C. G. y Morales M. G. 2009. Producción y consumo de maíz de alta calidad proteínica como una estrategia para disminuir la desnutrición en las áreas marginales. Memoria III V Reunión Nacional de Investigación Agrícola y Forestal, Saltillo, Coahuila, México.
- Villegas, E., E. Ortega, and R. Bauer. 1984, Chemical methods used at CIMMYT for determining protein quality in cereal grains. Mexico, D.F. CIMMYT.

En el proceso editorial de la presente publicación participó el siguiente personal:

**COMITÉ EDITORIAL DEL
CENTRO DE INVESTIGACION REGIONAL SURESTE**

Presidente

M.C. Jaime Piña Razo

Secretario

M.C. Hector Torres Pimentel

Vocales

Dr. Raúl Díaz Plaza

M.C. Jorge Basulto Graniel

Dr. Fernando Duarte Vera

M.C. Genovevo Ramírez Jaramillo

M.C. Bartolo Rodríguez Santiago

Formación y Diseño

L.D.G. Miguel Cetina Muñoz

Coordinación de Producción

M.C. Héctor Torres Pimentel

Para mayor información sobre el contenido de este documento
y otras tecnologías, diríjase a:

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

Progreso Núm. 5. Barrio de Santa Catarina
04010 Delegación Coyoacán, México, D.F.
www.inifap.gob.mx

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL SURESTE

Calle 6 No. 398 x 13, Av. Correa Rachó
Col. Díaz Ordaz, Mérida Yucatán
C.P. 97148 Tel. 999 196 11 81 al 88

CAMPO EXPERIMENTAL MOCOCHÁ

Km 25 antigua carretera Mérida-Motul
C.P. 97454 Tel: 991 916 22 15
Mocochá, Yucatán

Esta publicación se terminó de imprimir en
diciembre de 2010, con un tiraje de mil ejemplares
en Grupo Impresor Unicornio, S.A. de C.V.,
Calle 41 Número 506 por 60 y 62 Centro,
C.P. 97000 en Mérida, Yucatán, México



www.gobiernofederal.gob.mx

www.sagarpa.gob.mx

www.inifap.gob.mx

www.bicentenario.gob.mx