

# Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

## FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA PRODUCCIÓN DEL GERMINADO DE MAÍZ COMO FORRAJE FRESCO PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Informe Técnico de Residencia Profesional  
que presenta el C.

**ALBERTO SÁNCHEZ ROSADO**

Número de control: 11870047

Carrera: Ingeniería en Agronomía

Asesor Interno: Dr. Felipe de Jesús González Rodríguez

Juan Sarabia, Quintana Roo

Diciembre 2015

## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de **INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, ALBERTO SÁNCHEZ ROSADO**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por; el asesor interno **Dr. FELIPE DE JESÚS GONZÁLEZ RODRÍGUEZ**, el asesor externo el **M en C. PABLO SANTIAGO SÁNCHEZ AZCORRA**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado **FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN LA PRODUCCIÓN DEL GERMINADO DE MAÍZ COMO FORRAJE FRESCO PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL** que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fé de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

**A T E N T A M E N T E**

**Asesor Interno**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Felipe de Jesús González Rodríguez.**

**Asesor Externo**

  
\_\_\_\_\_  
**M en C. Pablo Santiago Sánchez Azcorra.**

Juan Sarabia, Quintana Roo, diciembre , 2015.

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO.	4
IV. OBJETIVOS.....	5
4.1 General .....	5
4.2 Específicos.....	5
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
5.1 Preparación del área del invernadero .....	6
5.2 Colecta del maíz tuxpeño amarillo (x'nuuknal). .....	6
5.3. Prueba de germinación estándar en laboratorio .....	7
5.4. Limpieza y desinfección de charolas.....	7
5.5. Corte del plástico para las charolas. ....	8
5.6. Pesaje del maíz.....	9
5.7 Diseño experimental .....	9
5.8. Siembra.....	10
5.9 Preparación de las soluciones nitrogenadas.....	11
5.10 Aplicación de riegos .....	11
5.11 Cosecha.....	11
5.12 Porcentaje de germinación .....	12
5.13 Peso fresco total .....	12
5.14 Peso fresco de la muestra .....	13
5.15. Diámetro del tallo .....	13
5.16 Número de hojas.....	14
5.17 Altura de la planta .....	14
5.18 Peso fresco de la raíz .....	14
5.19. Peso fresco de la parte aérea de la planta.....	15

5.20 Volumen radicular .....	15
5.21 Peso seco de la raíz.....	16
5.22 Peso seco de la parte aérea de la planta.....	16
5.23. Peso seco de la muestra.....	16
5.24. El análisis estadístico .....	17
5.25 Contenido de proteína.....	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	18
VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES .....	19
VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS.....	20
IX. CONCLUSIONES.....	21
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1. Diseño experimental bloques al azar.....	9
Cuadro 2. Tratamientos.....	11

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Mapa Quintana Roo y Figura 2. Área agrícola ITZM.....	4
Figura 3. Limpieza del área y Figura 4. Instalación de estructuras.....	6
Figura 5. Maíz amarillo X'nuuknal.....	7
Figura 6. Prueba de germinación.....	7
Figura 7. Charola de plástico rígido.....	8
Figura 8. Cortes de 10 cm de los plásticos negros.....	8
Figura 9. Pesaje del maíz amarillo.....	9
Figura 10. Distribución del maíz Figura 11. Aplicación de cachaza de caña.....	10
Figura 12. Cosecha del germinado.....	12
Figura 13. Corte del tapete de 10cm x 5cm.....	12
Figura 14. Peso fresco total del tapete del germinado.....	12
Figura 15. Peso fresco de la muestra.....	13
Figura 16. Diámetro del tallo.....	13
Figura 17. Altura de planta.....	14
Figura 18. Peso fresco de la parte aérea de la planta.....	15
Figura 19. Volumen radical.....	16
Figura 20. Peso seco de la parte aérea.....	16
Figura 21. Peso seco de la muestra.....	17

## I. INTRODUCCIÓN

El germinado de maíz para forraje verde es muy importante para la alimentación animal este brinda proteínas, minerales, las vitaminas libres y solubles haciéndolas más asimilables lo que no ocurre con el grano seco. Lo anterior elimina en gran parte del uso de vitaminas sintéticas.

El germinado de maíz para forraje verde es un sistema que ofrece una alternativa muy valiosa para la producción rápida y simple de este producto de incalculable valor en épocas de sequía en Quintana Roo.

Con el sistema de producción de germinado de maíz es posible suministrar alimento todos los días del año, evitar alteraciones digestivas, menor incidencia de enfermedades, aumentar la fertilidad y producción de leche y en general todas las ventajas que los animales pueden obtener de una buena alimentación a base de germinado de maíz para forraje verde.

En el sistema de germinado de maíz existen factores que afectan el rendimiento y su calidad en la composición nutritiva, destacan la baja calidad de la semilla, el aporte de nutrientes del tipo de material orgánico, la calidad del agua de riego, y la tasa de aplicación de la fertilización nitrogenada que puede contribuir en gran medida para tales efectos.

En el presente estudio se planeó el objetivo de evaluar el efecto diferentes tasas de aplicación de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad nutritiva del germinado de maíz.

## II. JUSTIFICACIÓN

El motivo principal por el cual se realizó este trabajo fue en gran parte para determinar qué solución nitrogenada era la más adecuada la que beneficie más al rendimiento y calidad nutritiva del germinado de maíz y también para adquirir más conocimientos y referencias sobre el tema, que además puede beneficiar a productores de las unidades ganaderas de nuestra región sobre todo en la época de sequía.

Los ganaderos ven afectada su economía al traer esquilmos o desechos industriales de lugares lejanos, sumado a que muchos no cuentan con el recurso financiero suficiente y la producción de forraje verde convencional es drásticamente reducida por efectos del cambio climático.

Entonces una alternativa que ha demostrado su viabilidad técnica y económica es la producción del germinado de maíz para forraje verde, que resulta ser de bajo costo, fácil manejo al producirla con materiales orgánicos de las propias unidades.

Finalmente para incrementar los rendimientos y la calidad en su composición nutritiva del germinado de maíz es necesario realizar investigaciones sobre las tasas de aplicación de la fertilización nitrogenada que nos permitan transferir a los productores ganaderos un sistema tecnológico completo de la producción del germinado de maíz en el estado de Quintana Roo.

El maíz es una de las plantas cultivadas de mayor interés en nuestro estado este nombre proviene de las Antillas pero en México de donde es incuestionablemente originario.

Es un cultivo exigente de agua en el orden de unos 5mm al día cuando las plantas comienzan a germinar se requiere menos cantidad de agua debiendo mantener una humedad constante la importancia del maíz como forraje este trata de una tecnología de producción de biomasa obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables (FAO, 2001)

El maíz es una alternativa para forraje ya que a través de su crecimiento rápido desarrolla su parte radicular presenta una mejor calidad de fibra en forma libre y se aprovecha fácilmente por los animales (Valdivia, 1997)

A nivel mundial, la urea es hoy por hoy el fertilizante nitrogenado más utilizado. Su concentración de nitrógeno es 46 % mayor que el de todos los fertilizantes sólidos disponibles en el mercado, esa elevada concentración de nitrógeno facilita el transporte y la aplicación a menores costos.

El nitrógeno es un elemento indispensable para la vida, forma parte de los aminoácidos y estos son los componentes de las proteínas. El nitrógeno gaseoso presente en la atmósfera no es apto para su incorporación a la materia viva, requiere algunas transformaciones para ser absorbido primero por las plantas y de estas, ya en forma de proteínas, por los animales.

Variedad que se utilizara en el experimento será el maíz tuxpeño blanco es una variedad de maíz que se cultiva en la zona limítrofe con México, por lo que se cree proviene de la parte sur de México.

### III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

Este experimento se llevó a cabo en el estado de Quintana Roo México municipio de Othón P. blanco en las instalaciones de los sistemas de producción agrícola del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

El Instituto se encuentra localizado a 21.5 kilómetros en la carretera Chetumal a Escárcega en el Ejido Juan Sarabia del municipio de Othón P. Blanco en el estado de Quintana (Figura 1, 2).

La parcela de trabajo se encuentra localizado en el plantel, situada en un clima cálido subhúmedo tipo AW<sub>1</sub>, con lluvias en el verano y parte del invierno, la temperatura media anual fluctúa entre los 24.5 y 25.8 °C (García, 2004). Se encuentra a 15 metros sobre el nivel del mar y su topografía es plana, con predominancia de los suelos *gleisoles haplicos* (Akalche gris) de acuerdo con la clasificación de la FAO, los vientos dominantes son alisios que soplan casi todo el año, pero principalmente en verano (SAGARPA, 2003).

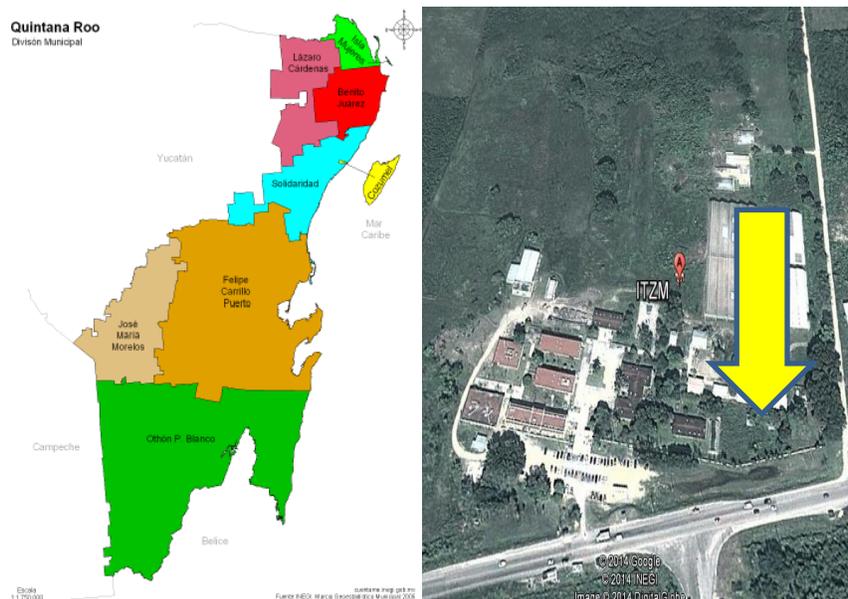


Figura 1. Mapa Quintana Roo    Figura 2. Área agrícola ITZM

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 General

Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada (0, 200, 400, 600 mg l<sup>-1</sup>) sobre el rendimiento y calidad nutritiva del germinado de maíz para forraje verde en condiciones protegidas en Quintana Roo.

### 4.2 Específicos.

Evaluar el efecto de cuatro dosis de fertilización nitrogenada (0, 200, 400, 600 mg l<sup>-1</sup>) sobre el rendimiento en la producción de germinados para forraje.

Evaluar el efecto de cuatro dosis de fertilización nitrogenada (0, 200, 400, 600 mg l<sup>-1</sup>) sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de maíz.

Evaluar el efecto de la dosis de fertilización nitrogenada (0, 200, 400, 600 mg l<sup>-1</sup>) sobre el contenido de proteínas del germinado de maíz para forraje.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Preparación del área del invernadero

Se hizo la limpieza del área correspondiente al invernadero, para el armado del invernadero se colocó la malla sombra y el techo de plástico los cuales se fijaron con varillas de madera y alambre, sujetas al tubular de la estructura, posteriormente se colocaron mesas metálicas para soportar y distribuir aleatoriamente las charolas del experimento (Figuras 3, 4).



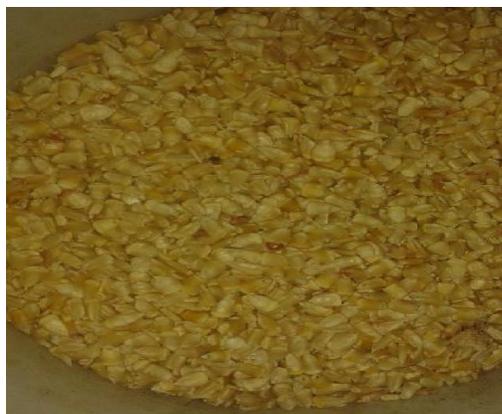
Figura 3. Limpieza del área



Figura 4. Instalación de estructuras

### 5.2 Colecta del maíz tuxpeño amarillo (x'nuuknal).

Este material de poblaciones nativas de maíz se colectó con productores de la comunidad de San Pedro Peralta de Othon P. Blanco del estado de Quintana Roo (Figura 5).



## Figura 5. Maíz amarillo X'nuuknal

### 5.3. Prueba de germinación estándar en laboratorio

La prueba de germinación estándar consistió en contar dos lotes de 100 semillas y colocarlas para su germinación en charolas con servilletas húmedas y cubiertas para oscuridad en papel aluminio (Figura 6)



Figura 6. Prueba de germinación

### 5.4. Limpieza y desinfección de charolas

Se ocuparon charolas de plástico rígido de un área de  $.442\text{m}^2$ . Las charolas fueron desinfectadas con una solución de agua más cloro comercial al 10%. En total se usaron 500ml de cloro y 7 litros de agua para lavar y desinfectar las 12 charolas correspondientes al número de tratamientos y repeticiones (Figura 7).



**Figura 7. Charola de plástico rígido**

### **5.5. Corte del plástico para las charolas.**

Para el plástico colocado sobre las charolas se ocuparon bolsas negras (tamaño jumbo) comerciales, estas se cortaron a la medida de las charolas de  $.442\text{m}^2$  y se les hizo unos pequeños cortes de 10 cm de largo con un cúter sobre toda el plástico con la finalidad que funcione bien el drenado del agua de riego al ser aplicado sobre el germinado de maíz en las charolas de plástico (Figura 8).



**Figura 8. Cortes de 10 cm de los plásticos negros**

### 5.6. Pesaje del maíz

Se pesaron 1.5 kg del maíz amarillo x'nuuknal por charola. Se realizaron 12 pesajes para esto se ocupó una báscula con una capacidad de 5 kg (Figura 9).



**Figura 9. Pesaje del maíz amarillo**

### 5.7 Diseño experimental

El diseño experimental de bloques completos al azar tuvo cuatro tratamientos con tres repeticiones. La unidad experimental fue cada charola. (T0-0, T2-200, T3-400 y T4-600 mg L<sup>-1</sup> de N.) (Cuadro 1)

**Cuadro 1. Diseño experimental bloques al azar**

Bloques			
1	2	3	4
T2R1	T3R3	T1R2	T0R2
T0R1	T2R2	T3R2	T2R3
T1R3	T0R3	T3R1	T1R1

## 5.8. Siembra

Después de que se colocaron los plásticos en las charolas con los pequeños cortes se distribuyó homogéneamente los 1.5 kg de maíz por cada charola. Enseguida se humedecieron todas las semillas de cada charola mediante un riego de 7 litros aplicados a las doce charolas, luego se cubrió totalmente la semilla de maíz con la cachaza de caña de azúcar; se trasladaron y colocaron sobre las mesas del invernadero las 12 charolas, que se regaron con 1 litro de agua por charola y finalmente se cubrieron por completo las charolas con una malla sombra (Figuras 10 y 11).



**Figura 10. Distribución del maíz    Figura 11. Aplicación de cachaza de caña**

## 5.9 Preparación de las soluciones nitrogenadas

Se calculó la tasa de aplicación de la solución nitrogenada, urea al 46 %.

**Cuadro 2. Tratamientos**

Tratamientos	
T0 cachaza +	agua de riego (testigo)
T1 cachaza +	200 mg L <sup>-1</sup> de N
T2 cachaza +	400 mg L <sup>-1</sup> de N
T3 cachaza +	600 mg L <sup>-1</sup> de N

## 5.10 Aplicación de riegos

Los riegos se aplicaron de la siguiente manera: un riego diario a cada charola durante 16 días, en los primeros tres días únicamente solo se aplicó agua. En los 13 días restantes fueron aplicadas a cada charola las cuatro fuentes de solución nitrogenada de acuerdo a los tratamientos que se establecieron en este estudio

## 5.11 Cosecha

Se hizo a los 16 días de la plantación el día de la cosecha se recopilaron las variables a medir del experimento (Figura 12).



## **Figura 12. Cosecha del germinado**

### **5.12 Porcentaje de germinación**

De un corte del tapete de 10cm x 5cm de la parte de en medio de cada charola. Para estas pruebas se seleccionaron cinco plantas de cada tratamiento y su repetición. (Figura 13)



**Figura 13. Corte del tapete de 10cm x 5cm**

### **5.13 Peso fresco total**

Esta variable se midió con la ayuda de una báscula de precisión se le retiro la charola y se pesó cada tratamiento con sus repeticiones Y se hicieron las conclusiones necesarias para ver que tratamiento apporto más al experimento en porcentaje de forraje en peso fresco (Figura 14)



**Figura 14. Peso fresco total del tapete del germinado.**

#### **5.14 Peso fresco de la muestra**

Esta variable se realizó a los 16 días de la plantación lo que dura el experimento se le hace un corte de 10cm x 5cm al tapete del germinado de maíz, se tomara la muestra de cada uno de los 4 tratamientos y sus repeticiones y se determina en una báscula de precisión el peso fresco del forraje en gramos (Figura 15).



**Figura 15. Peso fresco de la muestra**

#### **5.15. Diámetro del tallo**

Esta variable se midió con la ayuda de un vernier digital se tomó la medida de la base del tallo a un determinado número de plantas (5 plantas por tratamiento y su respectiva repetición en total fueron 60 plantas las que se seleccionaron (Figura 16).



**Figura 16. Diámetro del tallo**

### **5.16 Número de hojas**

Se contó de manera manual y precisa el número de hojas por cada plántula seleccionada de cada tratamiento y su repetición

### **5.17 Altura de la planta**

Este se midió con la ayuda de una regla milimétrica hasta el día de la cosecha a los 16 días del experimento, desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la última hoja (Figura 17)



**Figura 17. Altura de planta**

### **5.18 Peso fresco de la raíz**

Se seleccionaron las cinco plantas por cada tratamiento y sus repeticiones y se les pesó la raíz a cada una con una báscula de precisión

### **5.19. Peso fresco de la parte aérea de la planta**

Se seleccionaron las cinco plantas por cada tratamiento y sus repeticiones y se les peso la parte aérea a cada una con una báscula de precisión (Figura 18)



**Figura 18. Peso fresco de la parte aérea de la planta**

### **5.20 Volumen radicular**

Con una probeta graduada llena de agua se realizó la inmersión de raíces evaluando el desplazamiento dentro del vaso de precipitado (Figura 19)



**Figura 19. Volumen radical**

#### **5.21 Peso seco de la raíz**

Este se obtuvo luego de haberlas secado en una estufa del laboratorio de suelos del instituto y pesadas con una báscula de precisión

#### **5.22 Peso seco de la parte aérea de la planta.**

Este se obtuvo luego de haberlas secado en una estufa del laboratorio de suelos del instituto y pesadas con una báscula de precisión (figura 20)



**Figura 20. Peso seco de la parte aérea**

### **5.23. Peso seco de la muestra.**

Para la prueba de contenido de proteína (figura 21)



**Figura 21. Peso seco de la muestra**

### **5.24. El análisis estadístico**

Se está realizando con el programa estadístico six sigma, tukey  $P > 0.05$

### **5.25 Contenido de proteína**

Ya se secaron las muestras y se molieron para esta prueba.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la actualidad los datos obtenidos en las variables que fueron evaluadas se están capturando en una matriz de Excel. Posteriormente serán analizados discutidos en base a los análisis de varianza y la prueba de comparación de medias que arroje el programa estadístico Six Sigma.

Algunos de los resultados observados al finalizar el experimento son los siguientes: El resultado que se obtuvo fue que el que aportó más peso de los cuatro tratamientos fue el que tuvo más concentrado nitrogenado el de  $600 \text{ mg L}^{-1}$  de N se obtuvo un peso aproximado de 9kg con 16 litros de agua

Este fue un resultado positivo porque en poco tiempo y a costos muy bajos se puede producir los germinados de maíz en tiempos de sequía lo cual es benéfico para los productores cuando tienen escases de pasto.

## **VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES**

Uno de los principales datos que se esperan obtener en este estudio es la dosis de fertilización nitrogenada que permita obtener los mejores rendimientos en el sistema de germinados de maíz con materiales orgánicos. Los problemas que se resolverán a corto mediano y largo plazo son que el productor en temporada de sequía tendrá forraje verde para sus animales no sufrirá escases de este porque todo el año lo puede estar produciendo.

## **VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS.**

Esta fue una experiencia muy agradable porque en ella aprendí mucho sobre el tema de los germinados de maíz ejemplo que le afecta al cultivo qué ventajas tiene este producto que puede estar al alcance de todos los productores por toda la temporada de sequilla que es la que más afecta a nuestra región. Se pudieron aplicar conocimientos de fisiología, matemáticas, cultivos regionales. Nutrición vegetal, diseños experimentales, uso eficiente del agua, cultivos protegidos.

Y las competencias fueron sacar el trabajo con resultados positivos y a bajos costos y con beneficio para nuestra región.

## IX. CONCLUSIONES

Al evaluar el efecto de las cuatro dosis de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del germinado de maíz como forraje fresco para la alimentación animal reflejaron diferencias en las cuatro dosis aplicadas en sus pesos la que obtuvo mayor porcentaje en peso fue T3 cachaza + 600 mg L<sup>-1</sup> de N

Al evaluar el efecto de las cuatro dosis de fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas de maíz se obtuvo resultados que entre menos dosis de fertilización se le aplique menos desarrolla la planta al igual que mucho calor afecta a las plantas las deshidrata.

## **X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Hugo Córdova Orellana, José Jesús Sánchez, Norberto carrizales mejía  
Estabilidad en genotipos de maíz tropical del patrón heterótico tuxpeño et0 2007  
revista scientia-CUCBA 9 (1):47-56.2007

INEGI La agricultura en Quintana Roo censo agropecuario 2007-2012

Eva Esteban Andrés y María jazmín Martínez. Xalapa de enriques, ver. Diciembre  
20011 Determinación de la calidad de forraje verde hidropónico en una etapa de  
maíz. Universidad de Veracruz facultad de ciencias agrícolas.

Andreu j., Beltrán j., Delgado i., Espada j. l., Gil m., Gutiérrez m., Iguácel F., Isla R.,  
Muños F.,Orús F., et 2006 gobierno de Aragón departamento de agricultura y  
alimentación. Fertilización nitrogenada guía de actualización 2006.

SAGARPA, INIFAP Paquete tecnológico para maíz de temporal ciclo agrícola  
primavera verano para condiciones de alto, medio y bajo potencial productivo  
MEXICO DF marzo 2007.