

Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

CALIDAD FISIOLÓGICA DE TRES MATERIALES DE SEMILLAS DE MAÍZ CULTIVADAS EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO PARA LA PRODUCCIÓN DE GERMINADOS

**Informe Técnico de Residencia Profesional
que presenta el C.**

WILBERT RENE QUIÑONES ROSS

Número de control: 11870042

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, WILBERT RENE QUIÑONES ROSS**; 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 **M en C. PABLO SANTIAGO SÁNCHEZ AZCORRA**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado **CALIDAD FISIOLÓGICA DE TRES MATERIALES DE SEMILLAS DE MAÍZ CULTIVADAS EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO PARA LA PRODUCCIÓN DE GERMINADOS** 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.

ATENTAMENTE



Asesor Interno

Dr. Felipe de Jesús González Rodríguez



Asesor Externo

M en C. Pablo Santiago Sánchez Azcorra

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	3
III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO.....	4
IV. OBJETIVOS.....	5
4.1 General	5
4.2 Específicos	5
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	6
5.1 Preparación, construcción y acondicionamiento del invernadero	6
5.2 Localización de regiones productoras de maíces criollos	6
5.3 Prueba de germinación estándar en laboratorio	8
5.4 Desinfección y preparación de las charolas.....	10
5.5 Siembra	12
5.6 Diseño Experimental.....	14
5.7 Riego	14
5.8 Variables.....	15
5.8.1 Peso fresco total (PFT).....	15
5.8.2 Altura de la planta.....	17
5.8.3 Diámetro del tallo.....	17
5.8.4 Número de hojas	18
5.8.5 Volumen radicular.....	18
5.8.6 Peso fresco.....	18
5.8.7 Peso seco.....	19
5.8.8 Peso de la parte aérea de la plántula	19
5.8.9 Peso de la raíz.....	20
5.8.10 Contenido de proteína	21

5.8.11 Análisis Estadístico.....	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
6.1 Germinación estándar de tres materiales nativos de maíz en laboratorio ...	22
6.2 Cantidad de Agua Utilizada en Litros.....	23
6.3 Porcentaje de germinacion	24
6.4 Peso Fresco Total (PFT).....	25
6.5 Peso Seco Total.....	26
VII PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES	27
VIII COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS	28
IX CONCLUSIONES	30
X REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31
XI ANEXOS.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Colecta de tres materiales de maíz de poblaciones nativas de Quintana Roo	7
Cuadro 2. Distribución de tratamientos y repeticiones	14
Cuadro 3. Porcentaje de germinación estándar en laboratorio de los tres materiales de maíz.....	22
Cuadro 4. Total de agua utilizada	23
Cuadro 5. Porcentaje de germinación en campo de tres maíces nativos	24
Cuadro 6. Análisis del Peso Fresco Total	25
Cuadro 7. Análisis del Peso Fresco Total	26

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
Figura 1. Estado de Quintana Roo y Figura 2. Invernadero del ITZM.....	4
Figura 3. Colocación de mallas y Figura 4. Instalación de Invernadero	6
Figura 5. Maíz blanco X'nuuknal.....	7
Figura 6. Maíz Amarillo X'nuuknal	8
Figura 7. Maíz negro X'nuuknal y Figura 8. Mazorca de maíz negro.....	8
Figura 9. Lote de 100 semillas	9
Figura 10. Distribución de semillas y Figura 11. Lotes en oscuridad	9
Figura 12 A, B, C y D	10
Figura 13. Charola de Plástico rígido	11
Figura 14. Lavado y desinfección de la charola	11
Figura 15. Cubierta de plástico negro	12
Figura 16. Cortes en el Plástico	12
Figura 17. Peso de 1.5 kg de maíz y Figura 18. Distribución en charolas	13
Figura 19. Maíz amarillo y Figura 20. Maíz negro	13
Figura 21. Sustrato y Figura 22. Riego	14
Figura 23. Aplicación de riego.....	15
Figura 24. Tapete verde, Figura 25. Peso Tapete y Figura 26. Peso total.....	16
Figura 27. Muestras del germinado y Figura 28. Corte de la muestra	16
Figura 29. Altura de la planta	17
Figura 30. Diámetro del tallo	18
Figura 31 Volumen radicular	18
Figura 32. Peso parte aérea.....	20
Figura 33. Peso de la raíz	21

I. INTRODUCCIÓN

El clima de la Península de Yucatán, ubicado al sureste de México, se caracteriza por una prolongada época de sequía con una duración de diciembre a junio y una época de lluvias con una duración de junio a noviembre. De acuerdo a Márdero *et al.* (2012) las proyecciones a cien años indican una disminución de la precipitación en toda Centro América. Específicamente para Quintana Roo se estima una disminución del 30 % de lluvias, por lo que los tiempos de sequía serán más intensos. Una alternativa para apoyar diferentes sistemas de producción animal es la producción de forraje verde hidropónico (FVH) como alimento de bajo costo.

El germinado de maíz utilizado como forraje verde es una alternativa de nutrición animal complementaria, sobre todo en época de sequía; de acuerdo con algunos estudios como el de Sánchez-Hernandez *et al.* (2010) los resultados obtenidos utilizando FVH de maíz en conejos fueron favorables; también García-Carrillo *et al.* (2013) evaluaron el FVH de maíz para incrementar la producción de leche de cabra obteniendo resultados satisfactorios.

La calidad de las semillas es determinante para producir los máximos volúmenes de biomasa del forraje y conservar su alto valor nutritivo; característica que se describe por la sumatoria de los atributos genéticos, fisiológicos, físicos y sanitarios, responsables de la capacidad y niveles de productividad (Scheeren *et al.*, 2010). Por otra parte, el envejecimiento o deterioro de las semillas es un fenómeno complejo que difiere entre genotipos, es influenciado por factores ambientales y biológicos, y no ocurre uniformemente, aún dentro de un mismo lote con similar manejo postcosecha (McDonald, 1999).

Se ha demostrado que la disminución del potencial fisiológico de las semillas de maíz, es ocasionada por el envejecimiento natural y provoca la merma progresiva de la capacidad germinativa, la velocidad de crecimiento inicial de la plántula y la tolerancia a condiciones adversas (Marcos-Filho y McDonald, 1998). Estos efectos son asociados a las alteraciones bioquímicas durante las primeras horas de imbibición de los tejidos seminales (Cruz *et al.*, 1995) y se expresan primero en el

desempeño germinativo y en el vigor de las semillas y posteriormente a nivel de ADN (Marcos-Filho y McDonald, 1998).

En México existe una gran cantidad de muestras y razas de maíces criollos, específicamente en el estado de Quintana Roo se ha determinado que existen 3 razas de poblaciones nativas de maíz entre las que destaca la raza X'nuuknal de la cual se han derivado muchas variedades de maíces nativos. (Anexo 1)

Para el desarrollo e innovación de la tecnología de producción de germinado de maíz para forraje en el Estado de Quintana Roo es necesario evaluar la viabilidad que determinen en forma precisa, sencilla y económica la calidad de la semilla a utilizar. Para tales efectos, el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad fisiológica de tres materiales de maíz de poblaciones nativas del estado de Quintana Roo (X'nuuknal Blanco, X'nuuknal Amarillo, X'nuuknal Negro) para producir germinado de maíz para forraje verde.

II. JUSTIFICACIÓN

Una alternativa para apoyar diferentes sistemas de producción animal es la producción de forraje verde (FV) como alimento de bajo costo. Aunque existen diferentes modalidades de producción de FV, la técnica básica consiste en germinar semillas de cereales a altas densidades de siembra, con el propósito de obtener un forraje de 20 a 30 cm en un periodo de 8 a 16 días. El forraje se produce en charolas colocadas en estantes teniendo como base algún tipo de sustrato a distintos niveles a las que se les suministra una solución nutritiva diluida mediante algún tipo de riego. En casi todos los diseños comerciales, las unidades de producción son construcciones cerradas, generalmente con luz artificial, en donde se busca mantener temperatura de 18 a 25 °C, buena ventilación y humedad relativa entre 65 y 70 % (Resh, 2001). Los resultados obtenidos con el uso de FV han sido favorables, no sólo en la alimentación de ganado vacuno sino también en porcinos, ovinos, caprinos, entre otros (Valdivia, 1997; Arano, 1998). Pueden llegar a consumir hasta 3.7 % de su peso vivo en materia seca de FV (Anónimo, 2001). Arano (1998) menciona que la ración debe suplementarse con algún rastrojo o paja para evitar problemas de timpanismo.

Diferentes especies vegetales han sido utilizadas para la producción de FV (Vargas, 2008; Romero, 2009; Fuentes *et al.* 2011); sin embargo, la elección de estas depende de varios factores, entre estos el costo y la disponibilidad en el mercado.

El germinado de maíz utilizado como forraje verde es una alternativa de nutrición animal complementaria, sobre todo en época de sequía; de acuerdo con algunos estudios como el de Sánchez *et al.* (2010), los resultados obtenidos utilizando FV de maíz en conejos fueron favorables; también García-Carrillo *et al.* (2013) evaluaron el FV de maíz para incrementar la producción de leche de cabra obteniendo resultados satisfactorios.

La calidad de las semillas es determinante para producir los máximos volúmenes de biomasa del forraje y conservar su alto valor nutritivo; característica que se

describe por la sumatoria de los atributos genéticos, fisiológicos, físicos y sanitarios, responsables de la capacidad y niveles de productividad (Scheeren *et al.*, 2010).

III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO EL PROYECTO

El presente estudio se realizó en el estado de Quintana Roo, municipio Othón P. Blanco (Figura 1), Ejido Juan Sarabia. En un invernadero tipo túnel del Instituto Tecnológico de la Zona Maya (coordenadas 18°30'59.11" Latitud N y 88°29'19.09" Longitud O). Ubicado sobre la carretera Chetumal-Escárcega km. 21.5, (Figura 2).

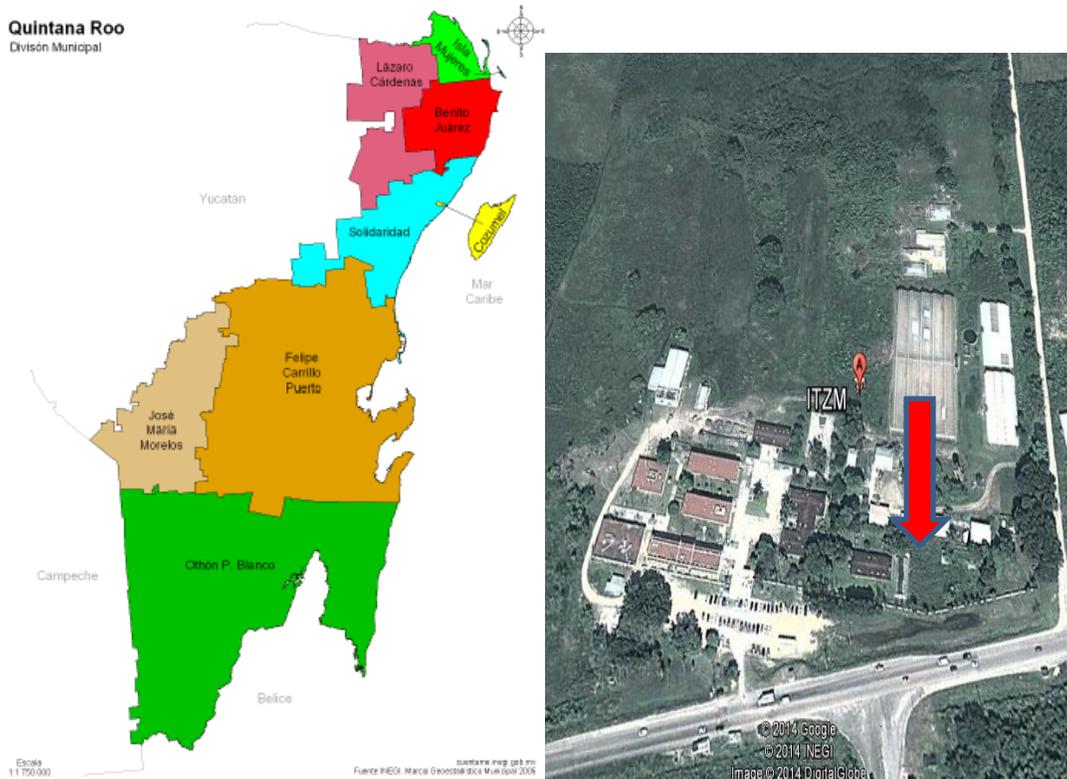


Figura 1. Estado de Quintana Roo **Figura 2. Invernadero del ITZM**

Con una altura de 15 m sobre el nivel de mar. El clima que predomina en la región es cálido subhúmedo con un 99%. La temperatura media anual del estado es de 26°C, la temperatura máxima promedio es de 33°C y se presenta en los meses de

abril a agosto, la temperatura mínima promedio es de 17°C en el mes de enero.

La precipitación media estatal es alrededor de 1300 mm anuales, las lluvias se presentan durante todo el año, siendo más abundantes en los meses de junio a octubre.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar la calidad fisiológica de tres materiales de maíz de poblaciones nativas del estado de Quintana Roo (X´nuuknal Blanco, X´nuuknal Amarillo, X´nuuknal Negro) para producir germinado de maíz para forraje verde.

4.2 Específicos

- 1) Evaluar el porcentaje de germinación estándar en laboratorio y campo, el número medio de días a total germinación de las semillas de X´nuuknal Blanco, X´nuuknal Amarillo y X´nuuknal Negro.
- 2) Cuantificar el peso fresco y seco total del germinado de maíz.
- 3) Evaluar el crecimiento y desarrollo de las plántulas de maíz (altura, diámetro del tallo, número de hojas, volumen radicular, peso fresco y seco de la parte aérea de la planta y peso fresco y seco de la raíz.
- 4) Determinar el contenido de proteínas del germinado de maíz.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Preparación, construcción y acondicionamiento del invernadero

Se iniciaron las labores de limpieza del área previamente asignada para la construcción del invernadero.

El invernadero es de tipo túnel construido lo más rustico posible utilizando como base tuberías de aluminio desechados por la institución educativa, el techo se hizo con tuberías de pvc de 2 pulgadas con la finalidad de que adquiriera la forma de túnel, el techo y las cubiertas laterales fueron cubiertos con malla sombra. (Figuras 3 y 4)

Se acondiciono con mesetas de aluminio que nos sirvieron como base para depositar las charolas sobre ellas.



Figura 3. Colocación de mallas

Figura 4. Instalación de Invernadero

5.2 Localización de regiones productoras de maíces criollos

La colecta de tres materiales criollos de maíz se realizó en tres poblados de Quintana Roo en los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar (Cuadro 1).

Cuadro 1. Colecta de tres materiales de maíz de poblaciones nativas de Quintana Roo

MATERIALES	LUGAR DE PROCEDENCIA	MUNICIPIO
X'nuuknal Blanco	San Isidro la Laguna	Bacalar
X'nuuknal Amarillo	San Pedro Peralta	Othón P. Blanco
X'nuuknal Negro	Sergio Butrón Casas	Othón P. Blanco

La colecta de X'nuuknal Blanco se realizó en el mes de julio en la comunidad de San Isidro la Laguna del municipio de Bacalar, se compró 20 kg a un productor que tenía almacenado el maíz en costales de rafia dentro de una bodega de madera de su propiedad (Figura 5).



Figura 5. Maíz blanco X'nuuknal

La colecta de X'nuuknal amarillo se realizó en el mes de junio en la comunidad de San Pedro Peralta del municipio de Othón P. Blanco, se compró 300 kg a un productor que tenía almacenado las mazorcas de maíz en costales de rafia dentro de trojes de madera y lámina (Figura 6).



Figura 6. Maíz Amarillo X´nuuknal

La colecta de X´nuuknal negro o azul se realizó en el mes de julio en la comunidad de Sergio Butrón Casas del municipio de Othón P. Blanco, se compró 20 kg a un productor que tenía almacenado las mazorcas de maíz en trojes de madera en el traspatio de su propiedad (Figura 7 y 8).

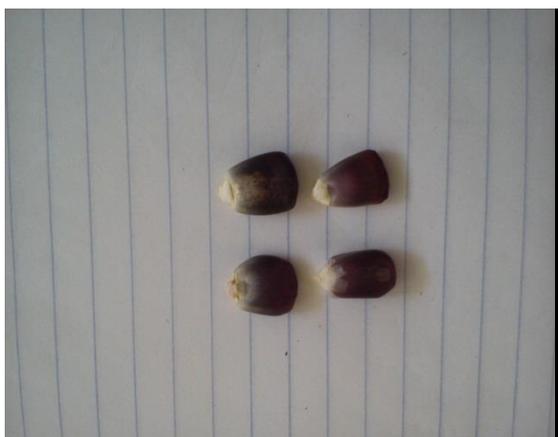


Figura 7. Maíz negro X´nuuknal



Figura 8. Mazorca de maíz negro

5.3 Prueba de germinación estándar en laboratorio

Esta prueba fue para determinar en laboratorio la capacidad de germinación de los tres materiales de maíz. Consistió en contar dos lotes de 100 semillas de cada material los cuales fueron colocados en papel húmedo y bajo condición de oscuridad durante 6 días. Siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1. Se contaron 100 semillas completamente al azar por cada material de cada una de las repeticiones. (Figura 9)



Figura 9. Lote de 100 semillas

Paso 2. Se utilizaron platos desechables sobre los cuales se colocó una servilleta desechable doblada a la mitad humedecida a capacidad de campo, posteriormente se procedió a colocar las semillas ordenadas en 10 filas con 10 semillas en cada una, sobre estas se colocó otra servilleta doblada a la mitad humedecida a capacidad de campo para luego cubrir el plato completamente con papel aluminio. Para el riego se utilizó un atomizador y procurando mantener la prueba lo más húmedo posible. (Figuras 10 y 11).



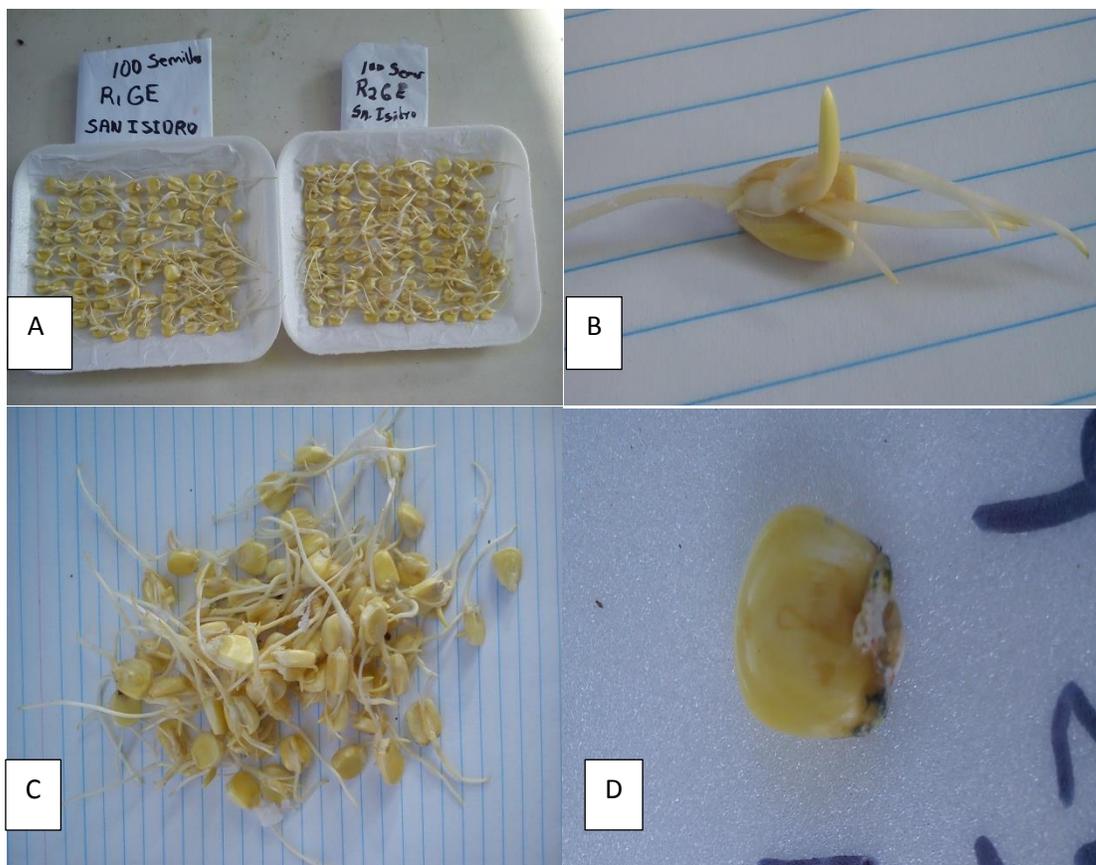
Figura 10. Distribución de semillas



Figura 11. Lotes en oscuridad

Paso 3. Para determinar el porcentaje de germinación en cada lote se cuantificaron una por una las semillas germinadas y las que no germinaron.

(Figura 12 A, B, C, D)



Paso 4. Se calcula el porcentaje de semilla germinada.

5.4 Desinfección y preparación de las charolas

Se utilizaron charolas de plástico rígido de 0.242 m² que se desinfectaron con una solución de agua y cloro al 20 %, previo a esta actividad se cepillaron y lavaron con detergente foca. (Figuras 13 y 14)



Figura 13. Charola de Plástico rígido



Figura 14. Lavado y desinfección de la charola

A Cada charola se le colocó un plástico negro con diez cortes en su área, para evitar que se pierda la semilla de maíz y se acumule el agua, (Figura 15)



Figura 15. Cubierta de plástico negro

Cabe mencionar que a las bolsas se le hicieron cortes de aproximadamente 4 a 6 centímetros (Figura 16) para que el agua pueda drenarse y no causar pudrición en las semillas y raíces.



Figura 16. Cortes en el Plástico

5.5 Siembra

Después del acondicionamiento de las charolas se depositaron 1.5 kilogramos de maíz (Figuras 17, 18, 19 y 20) y se cubrió con una capa de 1 a 1.5 centímetros de sustrato (cachaza de caña), (Figura 21) para luego humedecerlas a capacidad de campo (Figura 22) y trasladarlas al sitio experimental en este caso al invernadero.



Figura 17. Peso de 1.5 kg de maíz



Figura 18. Driistribución en charolas



Figura 19. Maíz amarillo



Figura 20. Maíz negro



Figura 21. Sustrato

Figura 22. Riego

5.6 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con 3 tratamientos y 5 repeticiones y la comparación de medias de tukey con el programa Estadística Six Sigma (Cuadro 2)

Cuadro 2. Distribución de tratamientos y repeticiones

TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	R5
X'nuuknal Blanco	R1M1	R2M1	R3M1	R4M1	R5M1
X'nuuknal Amarillo	R1M2	R2M2	R3M2	R4M2	R5M2
X'nuuknal Negro	R1M3	R2M3	R3M3	R4M3	R5M3

5.7 Riego

Se realizó de manera manual, con regaderas de 7 litros (Figura 23). Se sumaron los litros de agua que se le suministraron a las charolas desde el día de la siembra hasta los 15 días después de la siembra la cosecha se realizó el día 16 por lo tanto ese día no se le suministro agua a las charolas. Para calcular la eficiencia en el uso del agua se utilizó la siguiente formula: $EUA \frac{TL}{PFT}$

EUA: Uso Eficiente del Agua

TL: Total de Litros de Agua Utilizados

PFT: Peso Fresco Total



Figura 23. Aplicación de riego

5.8 Variables

5.8.1 Peso fresco total (PFT)

Se determinó el peso fresco total de los tapetes de forraje verde con una báscula para cada uno de los tratamientos y repeticiones (Figuras 24, 25 y 26).



Figura 24. Tapete verde Figura 25. Peso Tapete Figura 26. Peso total

Se tomaron 3 muestras en el centro de los tapetes de los germinados de 10x5 centímetros cada uno para cada de tratamiento y sus respectivas repeticiones. (Figuras 27 y 28)



Figura 27. Muestras del germinado Figura 28. Corte de la muestra

Muestra 1: se utilizaron para realizar la prueba de germinación en campo; se contaron una por una las semillas germinadas, suavizando las raíces en una charola con agua.

Muestra 2: se procedió a calcular el peso fresco de las muestras para posteriormente empaquetarlos e introducirlos a la estufa de secado a 80°C por 6 días, al final de este periodo se determinó en una balanza analítica de precisión el peso seco en gramos. Para su posterior análisis del contenido de proteína, FDA Y FDN en laboratorio.

Muestra 3: de esta muestra se tomaron 5 plántulas completamente al azar para analizar las siguientes variables:

5.8.2 Altura de la planta

Las mediciones se llevaron a cabo con una regla, los datos se tomaron en centímetros desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la hoja más larga (Figura 29).

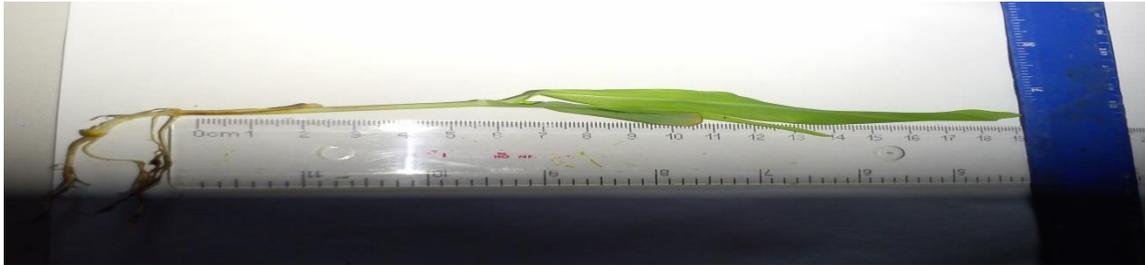


Figura 29. Altura de la planta

5.8.3 Diámetro del tallo

Se tomó una sola medida en la base del tallo en milímetros. Se midió con la ayuda de un vernier digital (Figura 30).



Figura 30. Diámetro del tallo

5.8.4 Número de hojas

Se contaron de manera manual el número de hojas por cada una de las 5 plántulas seleccionadas de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

5.8.5 Volumen radicular

Se realizó introduciendo la raíz de las plántulas en una probeta de 5 centímetros, los datos de esta variable se capturaron en centímetros cúbicos (Figura 31).



Figura 31 Volumen radicular

Variables para peso fresco y peso seco

5.8.6 Peso fresco

Los datos para esta variable fueron tomados al momento de la cosecha de los tapetes de forraje verde; es decir, el día 16 después de la siembra.

5.8.7 Peso seco

Se introdujeron las muestras para contenido de proteína y las plántulas evaluadas a una estufa de secado a 80°C por un periodo de 6 días. Al final de este periodo se determinó en una balanza analítica de precisión el peso seco en gramos.

5.8.8 Peso de la parte aérea de la plántula

Fue necesario contar con una balanza granataria de precisión (Figura 32), el peso se tomó desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la última hoja para determinar tanto el peso fresco como el peso seco en gramos de las plántulas.



Figura 32. Peso parte aérea

5.8.9 Peso de la raíz

Se determinó con la ayuda de una balanza granataria de precisión el peso fresco y seco fue en gramos (Figura 33).



Figura 33. Peso de la raíz

5.8.10 Contenido de proteína

Esta variable se está analizando en el laboratorio de bromatología con el Método de Kjeldhal.

5.8.11 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se usó el paquete estadístico six sigma, (tukey $p > 0.05$)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Germinación estándar de tres materiales nativos de maíz en laboratorio

Los resultados de la prueba de germinación estándar en laboratorio de los tres materiales de maíz nativo mostraron que la germinación se tuvo a partir del tercer día y continuó hasta el octavo día (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de germinación estándar en laboratorio de los tres materiales de maíz

Materiales	Inicio de la germinación (Días)	Final de la germinación (Días)	Repetición 1 Numero de semillas germinadas	Repetición 2 Numero de semillas germinadas	% de germinación
Maíz blanco	3	5	99	100	99.5
Maíz amarillo	4	7	92	95	93.5
Maíz negro	4	8	94	90	92

Con los resultados obtenidos se tuvo que las semillas de los tres materiales de maíz tienen un excelente porcentaje de germinación arriba del 90 % y que son viables para ser utilizadas en la producción de germinados de maíz para forraje. Por lo regular para estos experimentos se utilizan semillas que superan el 80% de germinación para asegurar la rentabilidad de la producción (FAO, 2002).

6.2 Cantidad de Agua Utilizada en Litros

El total de agua utilizado para riego de los germinados de maíz fueron 266 litros distribuidos en 15 días.

Como resultado del análisis se tuvo que la producción de cada charola de germinados consume 2.11 litros en todo su ciclo (cuadro 4). Esto nos da a entender que en la producción de forraje verde también se hace presente la práctica del buen uso del agua.

Cuadro 4. Total de agua utilizada

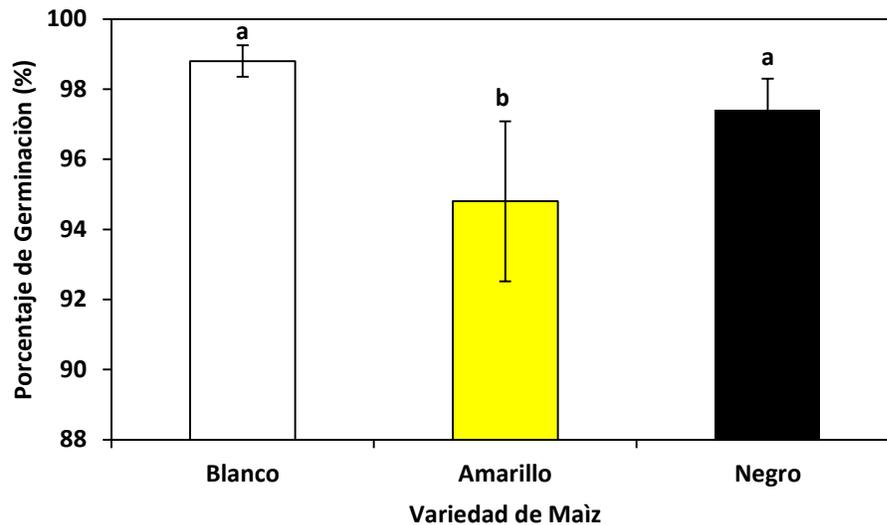
DIA	LITROS DE AGUA APLICADOS
1	7
2	7
3	14
4	21
5	14
6	14
7	21
8	21
9	21
10	21
11	21
12	21
13	21
14	21
15	21
0	266

EUA: uso eficiente del agua
2.115981227
Litros de agua por charola
en todo el ciclo.

6.3 Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación en campo (PG) fue diferente ($p < 0.05$) entre los tres materiales nativos de maíz lo que corrobora las diferentes capacidades de emergencia en campo (porcentaje de germinación) lo que concuerda con Matthews y Bradnock (1967), González *et al.*, (2014) el material X'nuuknal blanco tuvo 99%, el X'nuuknal negro o azul 97% y el X'nuuknal amarillo 95% (Cuadro 5).

Cuadro 5. Porcentaje de germinación en campo de tres maíces nativos



En este caso se observó que el maíz blanco fue el que mejor porcentaje de germinación tuvo, entonces podemos decir que tanto en la prueba de germinación estándar como en la germinación en campo del maíz blanco el porcentaje es igual con un 99%.

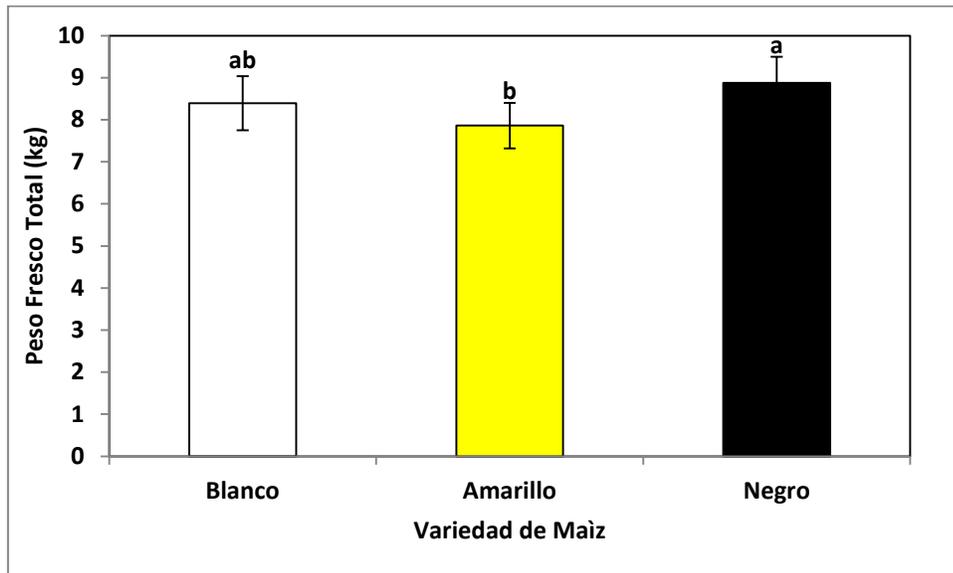
El porcentaje de germinación del maíz amarillo se encuentra en un rango aceptable en comparación con la prueba de germinación estándar.

Y el porcentaje de germinación en campo del maíz negro se elevó a un 97% en comparación del 92% que este material tuvo en la prueba de germinación estándar.

Por lo que podemos decir que el mejor material es el maíz blanco, seguido del material de maíz negro y posteriormente el material de maíz amarillo.

6.4 Peso Fresco Total (PFT)

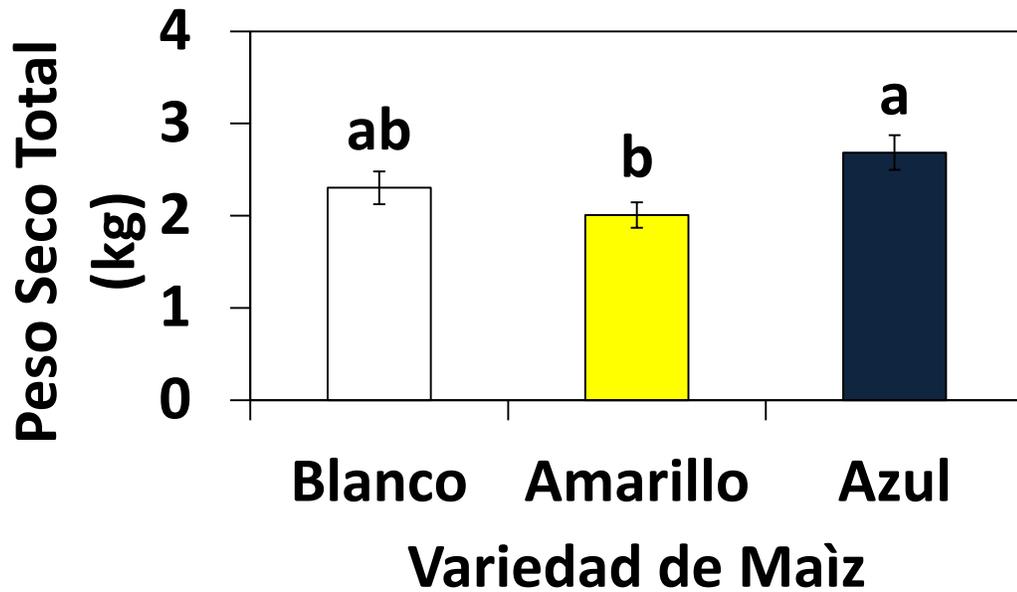
Cuadro 6. Análisis del Peso Fresco Total



En esta variable se observó que si hubo diferencias significativas entre los pesos frescos totales, teniendo al X'nuuknal negro con mayor peso con un promedio de 8.8 kg. de forraje por cada charola. Seguido del X'nuuknal blanco con un promedio de 8.5 kg. Y en último lugar el X'nuuknal amarillo con promedio de 8 kg. por charola.

6.5 Peso Seco Total

Cuadro 7. Análisis del Peso Fresco Total



Se determinó que hubo diferencias significativas en el peso seco de los tres materiales, teniendo el mayor peso el X'nuuknal negro con 2.8 kg seguido del X'nuuknal blanco con un peso seco total de 2.3 kg y por último el X'nuuknal amarillo con 2.0 kg.

VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES

Algunas de las limitantes para la realización de este proyecto fueron las siguientes:

- 1) La existencia de pocos productores de maíces criollos en el estado de Quintana Roo dificultó la obtención de los materiales genéticos.
- 2) No se contó con un invernadero adecuado conforme las necesidades de temperatura y luminosidad dentro del invernadero; el techo era de malla sombra y no permitía el acceso de luz por lo tanto la temperatura interior era baja.
- 3) Los daños a las semillas por roedores y pájaros que se introducían en el invernadero del sitio experimental.

VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

Taller de investigación II

Competencias específicas

Profundizar el protocolo de investigación en la fundamentación y el diseño del método con actitud crítica y constructiva.

Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis, síntesis y abstracción.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidad en el uso de tecnologías de información y comunicación.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.
- Capacidad para gestionar y formular proyectos.

Uso eficiente del agua

Competencias específicas

- Conocer y aplicar diferentes tecnologías de riego, superficial, por aspersión y goteo en la producción agrícola.
- Aplicar las técnicas de manejo y operación de sistemas de riego.
- Identificar los componentes básicos de un sistema de riego.
- Asociar los componentes básicos del sistema de riego a su función.
- Utilizar el software para diseño de sistemas de riego.

Diseños experimentales

Competencias específicas

Conocer los principios básicos de los diseños experimentales y la investigación con fundamentos estadísticos. Analizar la uniformidad y el manejo de la variabilidad en experimentos con seres vivos, así como la medición y control del efecto ambiental. Planear y desarrollar un diseño, recolectar, organizar, analizar e interpretar datos experimentales obtenidos en diseños comunes en la investigación de campo y laboratorio, así como interpretar los resultados del análisis. Examinar las pruebas de significancia utilizadas para estimar la probabilidad de diferencias entre tratamientos.

Fisiología vegetal

Competencias específicas

- Integrar los conceptos, las relaciones, los conceptos y generalidades de la fisiología vegetal.
- Comprender la importancia del agua en la fisiología de la planta.
- Conocer los mecanismos de absorción de agua por la planta.

IX. CONCLUSIONES

En esta comparación de estos tres materiales genéticos de maíces criollos existen variaciones en cuanto a porcentaje de germinación y en el Peso Fresco Total, sin embargo para un productor que desea producir grano el maíz blanco es la opción más viable por el alto porcentaje de germinación que este posee.

Por otro lado si lo que se quiere es la producción de forraje verde para suplementar la alimentación ganadera el maíz negro es el más recomendable por tener mayor peso en la biomasa de forraje verde.

Para la producción de forraje verde es necesario contar con instalaciones adecuadas que permitan reducir o aumentar la temperatura y luminosidad del invernadero si se quiere lograr un buen peso en biomasa vegetal.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ÁNGELES-GASPAR, E.; ORTIZ-TORRES, E.; LÓPEZ, P. A.; LÓPEZ-ROMERO, G. 2010. Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33(4): 287-296. <http://revistafitotecniamexicana.org/documentos/33-4/2a.pdf>
- ARELLANO V., J. L.; GÁMEZ V., A. J.; ÁVILA P., M. A. 2010. Potencial agronómico de variedades criollas de maíz cacahuacintle en el valle de Toluca. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33(Esp4): 37-41. <http://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/33-3%20Especial%204/7a.pdf>
- LÓPEZ-AGUILAR, R.; MURILLO-AMADOR, B.; RODRÍGUEZQUEZADA, G. 2009. El forraje verde hidropónico (FVH): una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia* 34(2): 121-126. http://www.interciencia.org/v34_02/121.pdf
- ROMERO V., M. E.; CÓRDOVA, D. G.; HERNÁNDEZ G., O. E. 2009. Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. *Acta Universitaria* 19(2): 11-19. <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/93/80>
- ANÓNIMO. 2001. Forraje Verde Hidropónico. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 68 p. <http://www.omarbolso60.com.uy/forraje%20%281%29.pdf>
- ARANO, C. R. 1998. Forraje Verde Hidropónico y Otras Técnicas de Cultivos sin Tierra. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 180 p.
- Cázares S., E., y G. Dutch J. 2004. La diversidad genética de las variedades locales de maíz, frijol, calabaza y chile, y su relación con características culinarias. In: Chávez-Servia, J. L., J. Tuxill, y D. I. Jarvis (eds). *Manejo de la Diversidad de los Cultivos en los Agroecosistemas Tradicionales*. IPGRI. Cali, Colombia. pp: 250-255.

XI. ANEXOS

Anexo 1

Estado	Muestras	Razas
Guanajuato	225	17
Querétaro	59	10
Hidalgo	200	15
Estado de México	266	16
Distrito Federal	53	5
San Luis Potosí	100	9
Tlaxcala	256	6
Centro	1159	
Puebla	756	16
Tabasco	39	4
Veracruz	657	22
Golfo Centro	1452	
Colima	24	9
Jalisco	236	21
Nayarit	128	12
Pacífico Centro	388	
Nuevo León	75	5
Tamaulipas	95	6

Noreste	170	
Baja California Sur	12	6
Sinaloa	172	11
Sonora	86	13
Noroeste	270	
Aguascalientes	40	6
Coahuila	90	7
Durango	151	9
Zacatecas	166	8
Chihuahua	450	14
Norte Centro	897	
Chiapas	705	19
Guerrero	763	22
Morelos	385	13
Pacífico Sur	1853	
Campeche	50	4
Quintana Roo	50	3
Yucatán	50	3
Sureste	150	
Total	6339	