

# Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

## **EVALUACIÓN DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR, CERDAZA Y BOVINAZA PARA LA PRODUCCIÓN DE GERMINADOS DE MAÍZ PARA FORRAJE VERDE**

**Informe Técnico de Residencia Profesional**

**que presenta el C.**

**MIGUEL ARMANDO LARIOS ALMEJO**

**Número de control: 11870030**

**Carrera: Ingeniería en Agronomía**

**Asesor Interno: Dr. Felipe de Jesús González Rodríguez**

**Juan Sarabia, Quintana Roo**

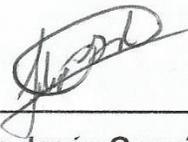
**Diciembre, 2015**

## INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de **INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, MIGUEL ARMANDO LARIOS ALMEJO**; 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: **EVALUACIÓN DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR, CERDAZA Y BOVINAZA PARA LA PRODUCCIÓN DE GERMINADOS DE MAÍZ PARA FORRAJE VERDE**, que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

### ATENTAMENTE

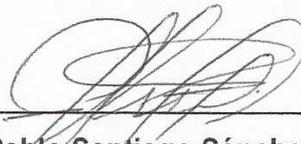
**Asesor Interno**



---

**Dr. Felipe de Jesús González Rodríguez**

**Asesor Externo**



---

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

Juan Sarabia, Quintana Roo, diciembre, 2015.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. JUSTIFICACIÓN .....	2
III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO .....	3
3.1. Macro localización .....	3
3.2 Micro localización.....	3
IV. OBJETIVOS .....	4
4.1 General.....	4
4.2 Específicos. ....	4
V. MATERIALES Y MÉTODOS .....	5
5.1 Preparación de la casa de germinación.....	5
5.2 Diseño Experimental.....	6
5.3 Descripción de variables.....	7
5.4 Limpieza de las Charolas de siembra.....	8
5.5 Siembra .....	8
5.6 Desarrollo del cultivo.....	10
5.7 Cosecha y medición de variables. ....	11
Bascula de 20 kg .....	11
Bascula analítica .....	12
Cuchillo o contador.....	13
Regla.....	13
Probeta.....	13
Vernier.....	14
Estufa de secado.....	14
5.8 Pesado del material secado .....	15

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
6.1 Peso fresco total (PFT) .....	16
6.2 Porcentaje de germinación (PG).....	17
6.3 Peso fresco de muestras (PFM) .....	18
6.4 Peso seco de muestras (PSM) .....	19
6.5 Altura (A).....	20
VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES .....	21
VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS.....	22
IX. CONCLUSIONES .....	23
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24

## ÍNDICE DE CUADROS.

### CONTENIDO

### PÁGINA

Cuadro 1. Tratamientos de los materiales orgánicos usados en la producción de germinados de maíz. ....	6
--	---

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
Figura 1. Localización del ITZM lugar donde se realizó el estudio.....	3
Figura 2. Localización del municipio donde se realizó el estudio .....	3
Figura 3. Rehabilitación de la casa sombra .....	5
Figura 4. Instalación de techos y paredes de la casa sombra .....	6
Figura 5. Distribución del experimento dentro de la casa sombra.....	7
Figura 6. Limpieza de charolas .....	8
Figura 7. Riego antes de aplicar sustratos.....	8
Figura 8. Pesado de semillas.....	8
Figura 9. Aplicación de sustratos orgánicos.....	9
Figura 10. Distribución del experimento en la casa sombra.....	9
Figura 11. Distribución de sustratos en bloque. ....	9
Figura 12. Inicio de la germinación .....	10
Figura 13 Diferencias visibles entre los sustratos y el FVH .....	10
Figura 14 Pesaje en báscula de 20 kg .....	11
Figura 15 Pesajes de muestras con dimensiones 5 X10 .....	12
Figura 16 Corte de muestra directamente del tapete de germinados .....	12
Figura 17 Pesaje de materia fresca. ....	12
Figura 18. Pesaje de materia seca.....	12
Figura 19 Recolección de muestras del tapete de germinados.....	13
Figura 20 Medición de altura de planta. ....	13
Figura 21 Toma de diámetro de tallo con vernier.....	14
Figura 22. Introducción de las muestras a la estufa de secado. ....	14
Figura 23 Pesaje de materia seca.....	15
Figura 24. Diferencia de pesos por tratamiento. ....	16
Figura 25 Porcentaje de germinación por tratamiento. ....	17
Figura 26 Peso fresco de muestras por tratamiento. ....	18
Figura 27. Peso fresco de muestras por tratamiento. ....	19
Figura 28 Alturas promedio por tratamiento.....	20

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se utilizan diferentes materiales como medios de cultivo para las plantas sustituyendo el suelo que es su medio natural (Nuez, 2001), con la finalidad de mejorar la calidad y productividad el cultivo, de reducir las tasas de contaminación del suelo por el uso indiscriminado de fertilizantes químicos y pesticidas (Ansorena, 1994).

En Quintana Roo como en muchos estados del país, escasean o son casi nulas las alternativas sencillas y prácticas para la producción de material vegetal de forrajes frescos para la alimentación animal (Rejón *et al.*, 2004).

La existencia y aprovechamiento del compost de materiales orgánicos regionales, como la cachaza de caña de azúcar, el estiércol de bovino y la cerdaza, en la práctica agrícola y a partir de esta cultivar productos para la alimentación animal, usando alguno de estos materiales orgánicos solos o en mezclas.

Este trabajo de residencia se realizó con la finalidad, de demostrar el efecto positivo de los sustratos orgánicos en la producción de germinado de maíz como forraje verde para suplemento alimenticio, en los sistemas de producción pecuarios rurales, ya que los costos de los suplementos alimenticios pueden llegar a ser poco accesibles para el productor rural, parte de este trabajo consiste en darle otra alternativa para suplementar a sus animales con recursos que tiene a la mano y así aprovecharlos con mayor eficiencia (FAO, 2001).

Base de la agricultura orgánica que se relaciona con aspectos económicos y los requerimientos de un cierto sector de la población de este tipo de productos, con requerimientos muy específicos y estrictos. Los sustratos orgánicos solos o en mezclas mejoran las condiciones de crecimiento de las plantas desde el punto de vista físico, químico y biológico (Patrón y Pineda, 2010).

## II. JUSTIFICACIÓN

Uno de los propósitos de haber realizado este proyecto fue con la finalidad de desarrollar un método para la producción de germinados de cereales como suplemento en la alimentación animal. Ante las sequías el uso de sustratos orgánicos regionales es estratégico para la producción de germinados de maíz de manera sustentable, como fuente de forraje fresco en el municipio de Othón P. Blanco.

El objetivo de este trabajo fue comparar los efectos de cuatro tratamientos, tres basados en sustratos orgánico y uno en hidroponía, sometiéndolos a un método cómodo y económico para el productor rural, además de utilizar materiales vegetales criollo en el caso de este experimento se utilizó maíz tuxpeño blanco (x'nuuknal), lo cual garantiza la germinación ya que es un maíz propio de la región lo cual asegura la resistencia a los factores externos sobre el cultivo.

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

El trabajo se realizó en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya localizado a 21.5 kilómetros en la carretera Chetumal a Escárcega (Figura 1) en el Ejido Juan Sarabia del municipio de Othón P. Blanco en el estado de Quintana Roo (Figura 2). El lugar donde se realizó el trabajo fue una casa sombra perteneciente a el Instituto Tecnológico de la zona Maya, situada en un clima cálido subhúmedo tipo AW1, con lluvias en el verano y parte del invierno, la temperatura media anual fluctúa entre los 24.5 y 25.8 °C (García, 2004).

#### 3.1. Micro localización



Figura 1. Localización del ITZM lugar donde se realizó el estudio

#### 3.2 Macro localización



## IV. OBJETIVOS

### 4.1 General

- Evaluar el efecto de los sustratos orgánicos Cachaza de caña de azúcar, Cerdaza y Bovinaza en la producción de germinados de maíz tuxpeño blanco (x'nuuknal) para la producción de forraje verde.

### 4.2 Específicos.

- Evaluar el efecto de los sustratos orgánicos solos y en mezcla para producir germinados de maíz.
- Determinar peso fresco y peso seco del germinado de maíz.
- Determinar el contenido de proteína del germinado de maíz
- Determinar la ganancia de peso por sustrato

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

La colecta de los sustratos orgánicos se realizó en: la cachaza de caña de azúcar se compró en el Ingenio San Rafael de Pucte, la bovinaza y cerdaza se adquirieron en un rancho aledaño a las instalaciones de la escuela Propiedad del Sr. Humberto, en realizó, se utilizó un tratamiento testigo para este sistema, el cual fue un Forraje Verde Hidropónico (FVH) el cual se adaptó a las mismas condiciones que los demás tratamientos, ya que los FVH se tiene un método de manejo distinto a que se aplicó.

### 5.1 Preparación de la casa de germinación.

Para desarrollar el experimento se localizó una casa de germinación en el Instituto Tecnológico de Zona Maya, la cual no se encontraba en las mejores condiciones para los fines del proyecto para lo cual se tuvo que rehabilitar en ciertos aspectos como son: la cubierta superior, la limpieza dentro de esta, se rehabilitaron las mesas de siembra y las paredes de esta (Figura 3)



El techo de la casa sombra se cambió en su totalidad (Figura 4). Las paredes se pudieron recatar gracias a las buenas condiciones de los materiales, las mesas de siembra se reforzaron, ya que estaban un poco lesionadas gracias a las condiciones climáticas de la región, y quedaron en condiciones para el establecimiento del proyecto



## 5.2 Diseño Experimental.

El diseño experimental fue Bloques Completamente al Azar

Para el desarrollo del experimento, el material vegetal en el caso de esta investigación será el maíz criollo tuxpeño blanco (x'nuuknal), la distribución del diseño comprenderá de cuatro tratamientos por cuatro repeticiones su distribución será de la siguiente manera (Cuadro 1).

Y su distribución dentro de la casa sombra será de manera que se ubique cada bloque con facilidad y se acceda a este con mayor eficiencia en el momento de la cosecha (Figura 5)

**Cuadro 1. Tratamientos de los materiales orgánicos usados en la producción de germinados de maíz.**

Tratamiento	Clave
Bovinaza	T1B
Cerdaza	T2C
Cachaza de caña	T3CH
Hidropónico	T4H

Para el análisis estadístico se utilizara el paquete estadístico Estadísticos Six Sigma (tukey,  $p < 0.5$ )

BLOQUES										
T2R1	T4R2		T2R4	T1R2		T2R2	T1R3		T2R3	T1R1
T3R3	T1R4		T3R1	T4R3		T4R4	T3R4		T3R2	T4R1

Figura 5. Distribución del experimento dentro de la casa sombra.

### 5.3 Descripción de variables.

**Altura.** Para determinar que sustrato aporto mejores condiciones para el desarrollo vegetativo de planta.

**Peso fresco total.** Se pesó en una basculas de 20 kg esto con finalidad de ver que sustrato ayudo a la ganancia de peso por 1.5 kg en cada repetición y valorar el que dio mejor resultado.

**Peso seco de muestra.** Es la parte que resta de un material tras extraer toda el agua posible a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio.

**Peso fresco de muestra.** Se realizó con una báscula analítica inmediatamente después del corte de la muestra vegetal.

**Porcentaje de germinación.** Prueba que se realizó para determinar el índice de germinación del cultivo.

#### 5.4 Limpieza de las Charolas de siembra.

Después de ajustar el diseño experimental e identificar la variables de importancia para la investigación, se comenzó con la preparación de las charolas para la siembra (figura 6), se desinfectaron con cloro, y se pusieron a secar directamente a el sol.



#### 5.5 Siembra

Posteriormente se prepararon 1.5 kg de maíz (Figura 7) para las 16 charolas a sembrar, así mismo los sustratos a utilizar. Se tomaron las primeras 4 charolas las cuales estuvieron conformadas por el primer bloque y se realizó lo mismo con cada bloque hasta terminar.



Para la siembra primero se colocaron bolsas negras sobre las charolas, se perforaron Excepto 4 ya que estas se utilizaban para el método hidropónico de siembra, la siguiente descripción será para la siembra con sustratos se explicara posteriormente el método hidropónico, y se empaparon con agua antes de aplicar los sustratos (Figura 8).

A cada charola se le agrego el 1.5 kg que se preparó con anterioridad, se agregó agua en su totalidad para hasta que se drenara, después se le agrego el sustrato correspondiente (Figura 10), 4 charolas con bovinaza, 4 con cachaza de caña de azúcar, y 4 con cerdaza, para los sustratos se pesaron 1.5 kg para la cachaza de caña de azúcar, 600 gr de bovinaza y para la cerdaza se utilizó 1 kg. Posteriormente se mojaron los sustratos para mantener la humedad en las charolas.



Para el método de siembra para los FVH se utilizó una solución nutritiva con la siguiente formula de NPK 200-60-120, para la siembra solo se colocó 1.5 kg de maíz por charola y se vertió la solución a las semillas, se dejó en la misma área donde se mantuvo el cultivo dentro de cada bloque del diseño experimental (Figura 11).



Después de haber sembrado y ya de haber distribuido el diseño experimental dentro de la casa sombra las charolas se cubrieron con malla sombra hasta que comenzara a emerger el hipocotilo de cada planta (Figura 12), una vez que comienza a emerger la planta durante los primeros 3 días después de emerger se colocó una cubierta de maya sombra para disminuir la cantidad de radiación.

### **5.6 Desarrollo del cultivo.**

El periodo de duración del cultivo es de 16 días, durante los días excepto a la cosecha el cultivo se regó y se le aplicó una solución nutritiva nitrogenada compuesta por 2 gr de urea por litro de agua y a cada charola con sustrato se le aplico 1 litro esta fórmula hasta 1 día antes de cumplir el ciclo, excepto a los FVH ya que a estos se les preparó una solución madre con la fórmula de NPK 200-60-120 la cual se aplicaba cada día desde su siembra.



Sin embargo las condiciones de alta temperatura inhibieron el desarrollo de este método de cultivo en la zona en la que se realizó al contrario de la realizada con sustratos. Las altas temperaturas hicieron que la solución se sobra calentara y los embriones de las semillas se quemara y así comenzar un proceso de nixtamalización lo cual queda demostrado que el método que se utilizó para el desarrollo de FVH para la zona no dio el efecto esperado, mientras las charolas con sustratos ayudaron a el desarrollo de los germinados (Figura 13).



### **5.7 Cosecha y medición de variables.**

Una vez cumplidos los 16 días desde la siembra, se inició la cosecha para la toma de las muestras correspondientes para cumplir con las variables a medir, para lo siguiente se necesitaron distintos materiales de muestreo que son:

- Bascula de capacidad de 20 kg.
- Bascula analítica.
- Cuchillo o cortador.
- Regla.
- Probeta de 4 ml
- Vernier
- Estufa de secado.

#### **Bascula de 20 kg**

Se empleó para medir el peso total del tapete de germinado de maíz de cada tratamiento y bloque, el peso obtenido se registró para posteriormente el análisis estadístico (Figura 14).



Además se utilizó para pesar las muestras de cada tapete, la cual consta de las siguientes dimensiones 5 cm X 10 cm, las cuales se pusieron a secar en una estufa de secado, los datos obtenidos se anotan para posterior análisis estadístico (Figura 15 y 16).



### **Báscula analítica**

La báscula analítica se utilizó para medir 5 plantas del germinado por cada repetición de cada bloque, se tomó el peso individual de cada planta en fresco después colocarlos en una estufa de secado y tomar el peso seco para posteriores análisis estadísticos (Figura 17 y 18).



Figura 18. Pesaje de materia seca.

Las partes de la planta que se midieron en la báscula fueron la raíz, el tallo y hojas, para posterior análisis.

### **Cuchillo o contador.**

Este se utilizó para tomar dos muestras de 5 cm X 10 cm de cada repetición del tratamiento una muestras se tomó fresco y seco las segunda muestra se sacó el porcentaje de germinación (Figura 19)



**Figura 19** Recolección de muestras del tapete de germinados

### **Regla.**

Se necito para medir la longitud de cada planta de las 5 seleccionadas a partir de la base del tallo hasta la punta de la última hoja, para evaluar los resultados en altura en los cuales puedan influir los sustratos.



### **Probeta**

La probeta era de una capacidad de 10 ml la cual empleamos para tomar el volumen radicular de la planta.

### **Vernier**

Con el vernier se midió la parte del diámetro del tallo de cada una de las 5 plantas elegidas para el análisis (Figura 21), por planta de cada repetición.



### **Estufa de secado**

La estufa se utilizó para poder secar las muestras (Figura 22) y así poder determinar el peso seco de las mismas, y poder realizar el análisis estadístico con los datos obtenidos.



### **5.8 Pesado del material secado**

Este procedimiento se llevó a cabo en el laboratorio de suelos de el ITZM ya que está equipado con estufas de secado, por lo cual todas las muestras que se consideraron para los fines del proyecto se colocaron dentro de estas y se dejaron durante 1 semana para asegurarnos que no quedaran residuos de humedad en ellas pues afectaría la medición de esta variable, la cual se procedió tomando el valor de peso que esta arrojo terminando el periodo que se dispuso a secar la muestra (Figura 23).

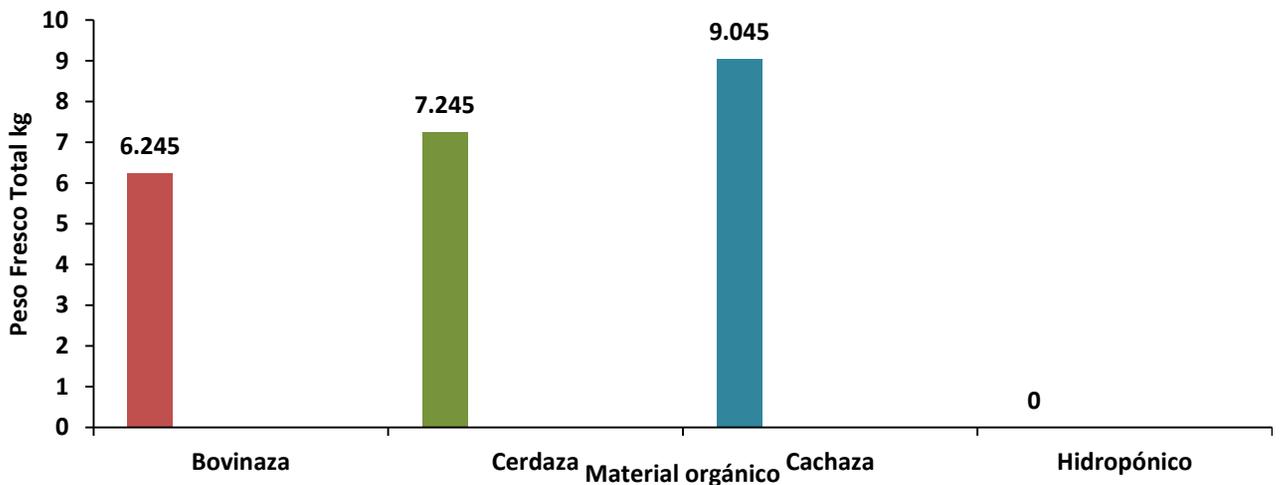


## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de la investigación tiene un 70% de avance el cual consiste en el desarrollo del experimento, medición de variables y captura de datos para el análisis estadístico. El desarrollo total del experimento permitió determinar el peso fresco total, porcentaje de germinación, peso fresco de muestras así como el peso seco, la altura y el contenido proteico de lo germinados de maíz.

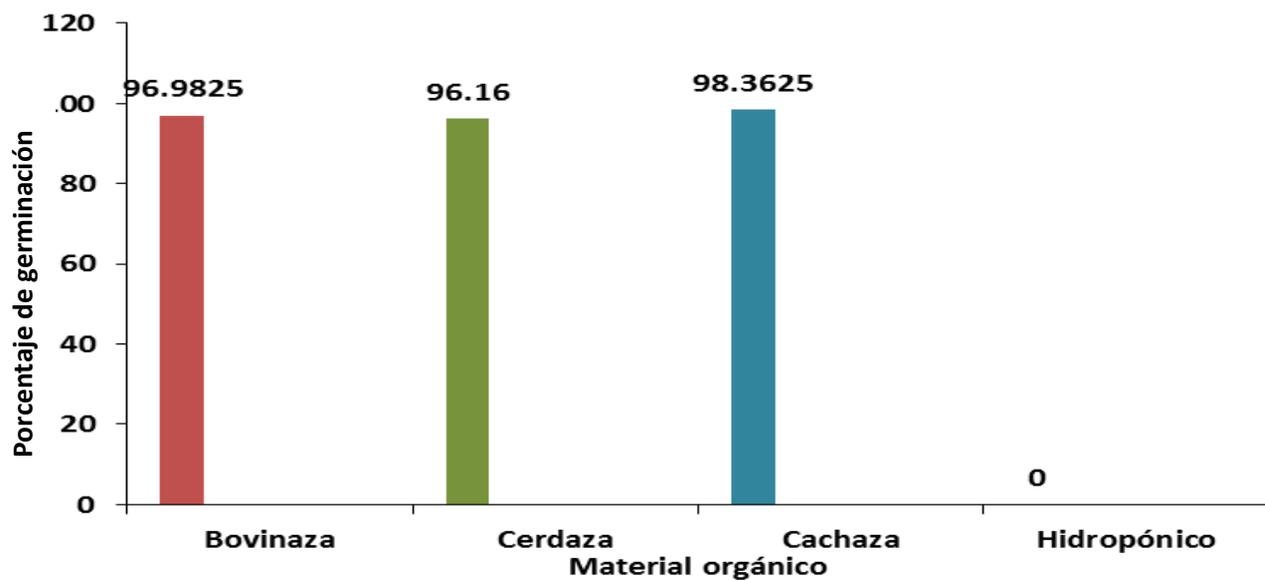
### 6.1 Peso fresco total (PFT)

El PFT del germinado de maíz, respecto a cada sustrato aplicado, en la figura 24 se aprecia que el tratamiento T1CH es el que mayor peso ha reflejado respecto a los otros tres tratamiento (Figura 24), cabe señala que los resultados mostrados en la figura no han sido sometidos a análisis estadístico solo se muestra la diferencia de pesos.



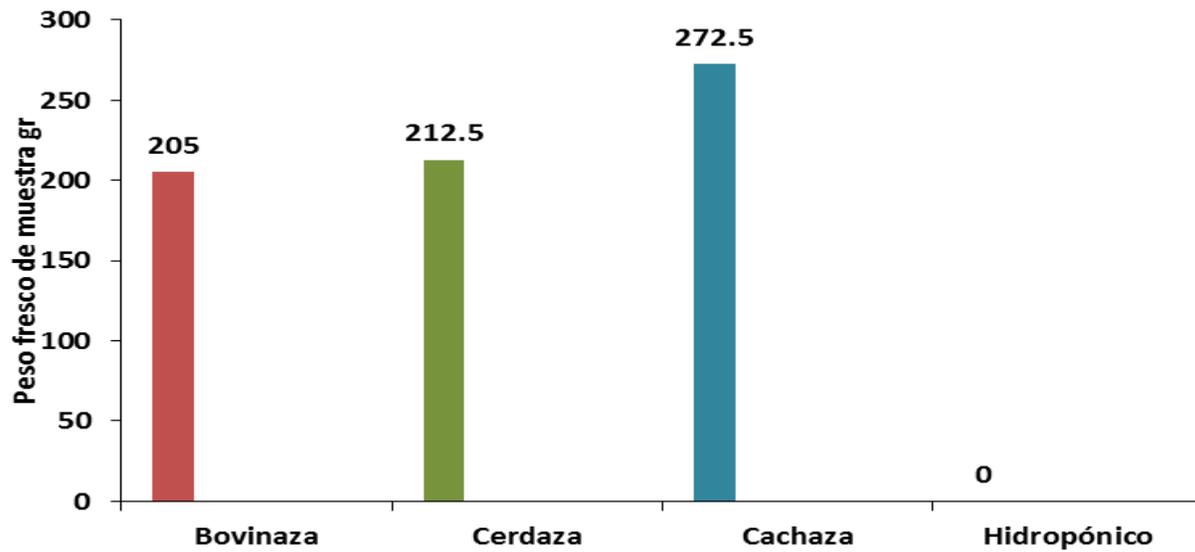
## 6.2 Porcentaje de germinación (PG).

En la práctica para regular la producción de biomas fresca de germinados de maíz se cuantifica el número de semillas germinadas. El PG del maíz criollo tuxpeño blanco (x'nuuknal), respecto a cada sustrato aplicado, se puede apreciar que el tratamiento que permitió mayor porcentaje de germinación (Figura 25) aritméticamente hablando ya que no se ha hecho un análisis estadístico para determinar la inferencia de cada sustrato sobre esta variable.



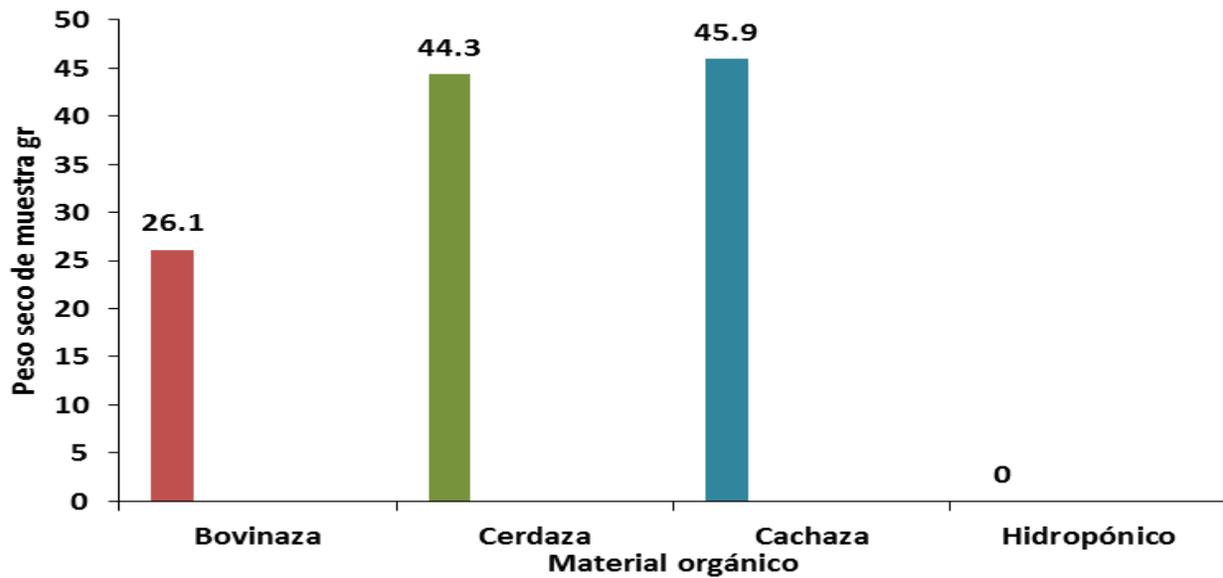
### 6.3 Peso fresco de muestras (PFM)

El peso fresco de cada muestra tomada de los germinados del maíz criollo tuxpeño blanco (x'nuknal), solo se aprecia su comportamiento en peso ante cada sustrato (Figura 26), se están interpretando los resultados del análisis estadístico pero podemos observar las diferencias físicas.



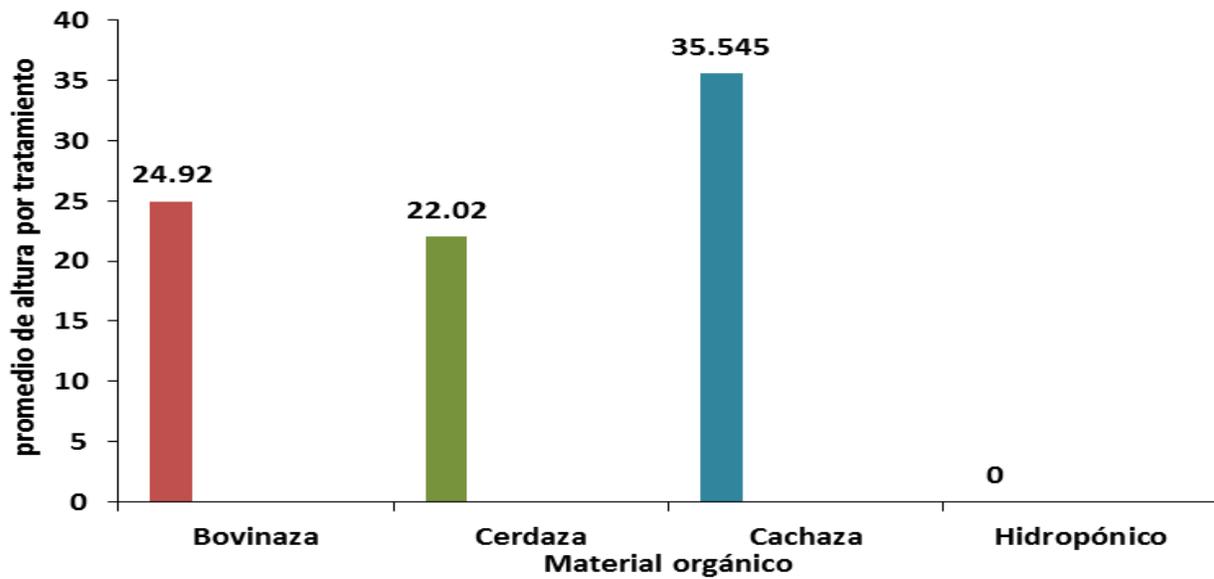
#### 6.4 Peso seco de muestras (PSM)

El peso seco de cada muestra tomada de los germinados del maíz criollo tuxpeño blanco (x'nuknal), solo se aprecia su comportamiento en peso ante cada sustrato, se están interpretando los resultados del análisis estadístico pero podemos observar las diferencias físicas (Figura 27).



### 6.5 Altura (A)

La altura de las plantas germinadas de maíz que indica el momento de cosecha sucede a los 12 días y las plantas tiene un altura promedio de 27 cm (FAO, 2001; Cuesta y Machado, 2009), estas características en el cultivo son las óptimas ya que presenta una buena producción de biomasa fresca y mantiene su calidad nutritiva (Elizondo, 2005). En la Figura 28 se muestran las diferencias de alturas por tratamiento, mostrando al TCH con mayor efecto en esta.



## VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES

Durante la producción de germinados se encontraron limitantes importantes hablando de el FVH ya que este generalmente se desarrolla en un medio más tecnificado de producción, pues el método rustico al que se integró los resultados no fueron los esperados, también durante el manejo de los materiales orgánico es importante verificar que estos estén los mejor descompuesto, ya que un estiércol parcialmente descompuesto afecta directamente a los germinado, ya que aún cuenta con microorganismos dañinos para a los geminados comiencen a descomponer la biomasa.

El nivel de impacto de los germinados de maíz aún no se puede estimar ya que hay muy pocos estudios donde se demuestren sus propiedades reflejadas en una dieta para animales como suplemento más sin embargo las características fisicas que este demuestra son prometedoras y pueden ser de gran aporte en la producción pecuaria del ITZM.

## VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

### 8.1 Competencias genéricas.

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos generales básicos
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua
- Habilidades básicas de manejo de la computadora
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)
- Habilidad para la resolución de problemas ante eventos inesperados.

## **IX. CONCLUSIONES**

Los sustratos para la producción de germinados de maíz, apoyan y aportan a los germinados de maíz y a su proceso vegetativo, el uso de compostas como sustratos para la producción de germinados es amigable con el ambiente y sustentable al trabajar con materiales sobrantes de la producción pecuaria como son los estiércoles.

Los germinados producidos en estos sustratos, presentan mejores características físicas y químicas que se reflejan en el animal actuando como suplemento en una dieta balanceada.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ansorena, M. J. (1994). *Sustratos. Propiedades y caracterización*. Mundi-Presa. Madrid España 172 pp.

Nuez, F. (2001). *El cultivo del tomate*. Mundi-Prensa, Madrid España. 793 p.

Rejón, M., M. Magaña,; V. Pech y J. Santos. (2004). Evaluación de los sistemas de producción bovina de cría y de doble propósito en tzucacab, Yucatán, México. Universidad autónoma de Yucatán. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Yucatán, México.

FAO. (2001) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. *Manual técnico forraje verde hidropónico*. Oficina regional FAO para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile pp 74.

Cruz-Crespo E, Can-Chulim A, Sandoval-Villa M, Bugarín-Montoya R, Robles-Bermúdez A, Juárez-López P. *SUSTRATOS EN LA HORTICULTURA*. Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit, México.