Evaluación de dos sistemas de almacenamiento y su incidencia en la calidad de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*)

José Guillermo Jami Suárez

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2018

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Evaluación de dos sistemas de almacenamiento y su incidencia sobre la calidad de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*)

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

Presentado por

José Guillermo Jami Suárez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2018

Evaluación de dos sistemas de almacenamiento y su incidencia sobre la calidad de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*)

José Guillermo Jami Suárez

Resumen. El almacenamiento es un punto clave en el beneficiado de las semillas. El objetivo fue evaluar 2 sistemas de almacenamiento durante 135 días con respecto a calidad en semilla comercial de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*) en la planta de procesamiento de semillas de Zamorano. Se establecieron dos tratamientos, un ambiente con control de temperatura (°C) y humedad relativa (HR) denominado A.C. y un ambiente no controlado (A.N.C.). En las semillas se determinaron los principales factores de calidad fisiológica (% de germinación, vigor) y física (% de humedad, daños por hongos, calentamiento, en testa y por insecto) cada 15 días durante cuatro meses y medio de almacenamiento. En cambio, las mediciones de temperatura y humedad relativa fueron realizados en ambos sistemas de almacenamiento durante 135 días. Se realizó un análisis de varianza y prueba de medias DUNCAN con probabilidad $p < 0.05$. Para ambas semillas, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en % de vigor, % de germinación, daños por calentamiento, insectos y testa. En particular, para el daño por hongos se encontraron diferencias estadísticas significativas para semillas de maíz tuxpeño. Además, se encontraron diferencias estadísticas significativas en parámetros de humedad relativa (HR) y temperatura (°C) del ambiente. Se logró preservar la calidad y la viabilidad de las semillas. Por tal razón, ambos sistemas lograron brindar las condiciones adecuadas de almacenamiento en un tiempo de 135 días.

Palabras clave: Ambiente controlado, ambiente no controlado, viabilidad, germinación.

Abstract. Storage is a key point in post-harvest management of seeds. The objective was to evaluate two storage systems for 135 days regarding commercial seed quality of tuxpeño maize (*Zea mays*) and Amadeus 77 beans (*Phaseolus vulgaris*) seeds at the Zamorano seed processing plant. Two treatments were established; an environment with temperature controlled (° C) and relative humidity (RH) called A.C. and uncontrolled environment (A.N.C.). In the seed, it was determined the main physiological (% germination, vigor) and physical (% moisture, damage by: fungi, heating, testa, insect) quality factors. Samplings were taken every 15 days during four months and a half of storage. In addition, the measurements of temperature and relative humidity were made in both storage systems for every day during the storage period. For this study, an analysis of variance and Duncan's mean test was performed with $p < 0.05$ of probability. For both seeds, no significant statistical differences were found in vigor, germination, damage by heating, insects and hull. In particular, for fungal damage significant statistical differences were found for tuxpeño maize seeds. In addition, significant statistical differences were found in parameters of relative humidity (RH) and temperature (° C) of the environment. The quality and viability of the seeds were preserved. For these reasons, both systems were able to provide adequate storage conditions for 135 days.

Key words: Controlled environment, uncontrolled environment, viability, germination.

CONTENIDO

Portadilla i
Página de firmas ii
Resumen iii
Contenido iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos v

1. INTRODUCCIÓN 1

2. MATERIALES Y MÉTODOS 3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 6

4. CONCLUSIONES 30

5. RECOMENDACIONES 31

6. LITERATURA CITADA 32

7. ANEXOS 36

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Descripción de tratamiento y variables evaluadas en semilla de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*). 5
2. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de germinación en semilla de maíz (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño. 9
3. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de germinación en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77… 9
4. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de vigor en semilla de maíz (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño. 12
5. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de vigor en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77. 12
6. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de humedad en semilla de maíz (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño..... 15
7. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de humedad en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77. 15
8. Evaluación de la temperatura en los sistemas de almacenamiento de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*). 19
9. Evaluación de la humedad relativa en los sistemas de almacenamiento de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus (*Phaseolus vulgaris*). .. 19
10. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños por hongo en semilla de maíz (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño..... 22
11. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños por hongos en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77. 22
12. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños por calentamiento en semilla de maíz tuxpeño (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño. 25
13. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños por calentamiento en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77. 25
14. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños por insecto en semilla de maíz tuxpeño (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño. . 29
15. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños en testa para semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77. 29

Figuras Página

1. Porcentaje de germinación de las semillas de maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 6
2. Porcentaje de germinación de las semillas de frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 7
3. Porcentaje de vigor de las semillas de maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 10
4. Porcentaje de vigor de las semillas de frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 10
5. Porcentaje de humedad de las semillas de maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 13
6. Porcentaje de humedad de las semillas de frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 13
7. Comportamiento de la temperatura durante 135 días de almacenamiento de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol amadeus (*Phaseolus vulgaris*). ... 16
8. Comportamiento de la humedad relativa durante 135 días de almacenamiento de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*)..... 17
9. Porcentaje de daños por hongos de las semillas de maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 20
10. Porcentaje de daños por hongos de las semillas de frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 20
11. Porcentaje de daños por calentamiento de las semillas de maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 23
12. Porcentaje de daños por calentamiento de las semillas de frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 23
13. Porcentaje de daños por insectos de las semillas maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 26
14. Porcentaje de daños en testa de las semillas frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento. 27

Anexos Página

1. Resultados de Separación de medias (LSMEAN) para semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*). 36
2. Resultados de Separación de medias (LSMEAN) para semillas de frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*)..... 41
3. Resultados de Separación de medias (LSMEAN) para sistemas de almacenamiento. 46
4. Formato de humedad para la toma de datos en los 135 días de evaluación. 48
5. Formato de daños físicos en maíz tuxpeño para la toma de datos en los 135 días de evaluación. 49
6. Formato de daños físicos en frijol Amadeus 77 para la toma de datos en los 135 días de evaluación..... 50

1. INTRODUCCIÓN

Se define a la semilla como un órgano reproductivo vegetal que ejerce una función principal en la renovación, dispersión, persistencia de poblaciones de plantas, regeneraciones de bosques y sucesión ecológica (Doria 2010). Permite el sustento de las actividades agrícolas que son determinantes para el crecimiento primordial de la economía hondureña. Datos recientes del boletín agroestadístico de Honduras (periodo 2014 - 2017), describen que el sector agrícola posee una contribución del 13.9% al Producto Interno Bruto (PIB) posicionándolo como el tercer sector más importante para Honduras (UPEG 2017).

La producción de semillas certificadas en Honduras ha desarrollado un alto grado de organización y especialización en los últimos años. Gran parte de esta contribución es el resultado de la unión entre entidades del estado y el sector privado, los cuales implementan normas de calidad, procedimientos, disposiciones y reglamentos para la certificación de semillas (FAO 2016). En efecto una adecuada viabilidad y calidad de semillas se encuentra ligada a exitosos manejos de cultivos destinados para la alimentación. Por tal razón, es indispensable que las semillas mantengan una óptima respuesta al momento de su siembra para producir plantas vigorosas y así alcanzar un rendimiento propicio.

Del mismo modo, la calidad de la semilla juega un papel fundamental desde un punto de vista sustentable, pues para obtener una cosecha propicia se debe partir con una semilla de calidad, que está dada por cuatro cualidades básicas: genética, física, sanitaria y fisiológica. Una semilla que presente en su máximo nivel las cualidades básicas estará presentando su máxima calidad integral. Terenti (2004), afirma que la mejor genética no puede expresar su verdadero potencial si la semilla esta fisiológicamente deteriorada mostrando mala germinación.

Como requerimiento básico la finalidad del almacenamiento radica en la conservación de la viabilidad, calidad y germinación de una semilla con la cual, vamos a garantizar su disponibilidad a largo plazo. Estos factores mencionados por parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (2014) presentan una influencia trascendental y directa sobre la calidad tanto de granos como de semillas, así mediante un exitoso almacenamiento y conservación de la semilla se va a evitar el efecto de las enfermedades, plagas o el medio ambiente. Eludiendo la reducción de su calidad con respecto a mermas en el peso o la pérdida total de la semilla.

Para lograr un excelente almacenamiento y conservación de la calidad de la semilla impidiendo su deterioro, se deben tomar en cuenta factores como la humedad de cosecha de la semilla, el secado que se les proporciona, el método de almacenamiento y el material protector.

La creciente demanda de la planta de procesamiento de semillas de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano ha permitido la adquisición de nuevas tecnologías para el almacenamiento de las semillas. Por ello, se han implementado cámaras climatizadas modernas en donde se controlan ciertos parámetros (temperatura y humedad relativa) para permitir alargar la calidad y viabilidad de las semillas.

Es decir, la temperatura y la humedad son elementos claves que predominan en el almacenamiento de semillas. Una regla general que se establece en la enciclopedia aplicada para las ciencias de las plantas publicada en el 2017, nos indica que por cada 5 °C de reducción en temperatura o por 1% de reducción en contenido de humedad se va a duplicar la vida útil de las semillas. Así pues, el propósito principal del almacenamiento de semillas es mantenerlas en un estado viable para que puedan germinar y producir plantas vigorosas y saludables (Colville 2017).

Además, la estrecha relación entre humedad y la temperatura de las semillas durante el almacenamiento son factores primordiales de conservación. Al mantener humedades bajas la respiración o actividad vital de las semillas disminuye junto con su metabolismo. Por lo tanto, porcentajes bajos de temperatura y contenido de humedad permiten mantener la viabilidad durante el almacenamiento (Bragantini 2005). La calidad del producto es un elemento primordial para un almacenamiento técnicamente adecuado. No obstante, emplear técnicas de aireación es útil debido a que se mantienen temperaturas y humedades relativas controladas del ambiente que evitan la proliferación de hongos (Goldfarb y Queiroga 2013).

El presente estudio evaluó dos condiciones de almacenamiento de semillas de maíz tuxpeño y frijol Amadeus 77 con respecto a parámetros de temperatura y humedad relativa en sistemas de almacenamiento modernos para preservar la calidad y viabilidad de las mismas. Para lograr resultados referentes a tiempos óptimos de almacenamiento, preservando la calidad de las semillas y otorgándoles justificación técnica de manejos adecuado en almacenamiento a la planta de semillas en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

Para el estudio se determinaron los siguientes objetivos:

- Evaluar la calidad fisiológica de las semillas a través del tiempo para cada sistema de almacenamiento.

- Determinar si la humedad relativa y temperatura actual de los sistemas de almacenamiento influye en el aumento del tiempo de almacenamiento de las semillas.

- Determinar el sistema de almacenamiento que brindo la mejor conservación manteniendo la calidad integra de ambas semillas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del ensayo.
El estudio se realizó en la planta de procesamiento de semillas y en el laboratorio de tecnología de semillas y granos, ambos ubicados en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada en el Km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yeguare, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán. A 14° latitud Norte y 87.02 latitud Oeste. Igualmente mantiene una altura de 800 msnm con una temperatura media anual de 24 °C y una precipitación media anual de 1,100 mm.

Metodología.
Se evaluaron dos diferentes semillas (maíz tuxpeño y frijol Amadeus 77), cada una con diferentes condiciones de almacenamiento. La cámara climatizada #2 que presenta un ambiente controlado donde cada cierto tiempo se propaga un flujo homogéneo de aire para el mantenimiento adecuado de temperatura y humedad relativa. A diferencia de la bodega #1 La cual no es un sistema controlado. Para este estudio, se denominó a la cámara climatizada #2 como ambiente controlado (AC) mientras que para la bodega #1 se estableció el nombre de ambiente no controlado (ANC).

Se realizaron constantes evaluaciones cada 15 días dando un total de 10 tomas de datos. En las evaluaciones se midió la calidad de semillas mediante las pruebas de germinación, vigor, humedad y daños físicos. En el caso de los sistemas de almacenamiento se monitoreo durante el tiempo del estudio la temperatura y humedad relativa mediante el uso de un Onset HOBO Data Logger.

Materiales y equipos.
- Bolsas plásticas.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.
- Lápiz para escribir en húmedo.
- HOBO UX100-003 marca ONSET®.
- Homogeneizador GAMET.
- GAC 2100 – Medidor de humedad.
- Cámaras de germinación HOFFMAN.
- Balanza granataria OHAUS 750S0.
- Alveolo de doble tubo (1 m de largo).
- Zarandas (17/64;12/64;10/64;9/64).
- Tablas contadoras de maíz y frijol.

Procedimiento de muestreo.
Cada sistema de almacenamiento presento nueve quintales estibados de cada semilla (maíz tuxpeño y frijol Amadeus 77), dando así un total 36 quintales para el estudio los cuales se colocaron en sacos de polietileno para cada tratamiento. De acuerdo a las Reglas Internacionales de Muestreo de Semillas o International Rules for Seed Testing, en lotes que presenten cantidades entre 501 kg y 3000 kg, se deben realizar al menos cinco muestreos primarios (ISTA, 2018). En lo que respecta al muestreo, se tomarán submuestras de ½ kilogramos mediante el uso de un alveolo de doble tubo.

Las muestras fueron homogeneizadas en un Homogeneizador o divisor marca GAMET lo cual nos permitió obtener una muestra representativa de cada lote y así poder evitar errores durante la elaboración de cada análisis. A partir de estos se obtuvieron cantidades específicas de semillas para el desarrollo de los análisis de las correspondientes variables a medir: germinación, vigor, humedad y daño físico.

Humedad relativa y temperatura (ambiente controlado y no controlado).
Se utilizó el HOBO UX100-003 marca ONSET, el cual se encarga de registrar datos de humedad relativa y temperatura del medio ambiente cada 5 minutos con una precisión de 3.5% (este aparato se debe utilizar en ambientes internos con sensores integrados).

Para obtención de datos se descargó del servidor cada día de muestreo (15 días entre cada muestreo). Así, mediante esto se va a poder monitorear la conducta de la semilla durante el almacenamiento y poder generar curvas de comportamiento de cada semilla (maíz tuxpeño y frijol Amadeus 77).

Análisis de vigor y germinación.
Se obtuvieron 400 semillas de las cuales 200 semillas fueron sembradas mediante el uso de arena y regadas con 600 ml de agua. La profundidad de siembra fue de 2 pulgadas para el análisis de vigor. Para las 200 semillas restantes, se usaron las cámaras germinadoras, papel toalla y se suministraran 600 ml de agua. Las semillas fueron sometidas a un rango de temperatura que oscila entre 25-30 °C y una humedad relativa del 80%.

Para medir vigor, se realizó un conteo a los cinco días de haber sembrado las semillas en arena. En el caso de las semillas colocadas en el germinador, estas se evaluaron a los cuatro días de la siembra. La evaluación en ambas metodologías consiste en identificar el potencial físico de las semillas (maíz, y frijol).

El análisis de germinación, consistió en evaluar los siguientes criterios establecidos: normal, anormal y muertas. Se realizó a los 4 días después del análisis de vigor en las muestras sembradas en arena y 7 días después en el caso de las muestras colocadas en el germinador.

Análisis de humedad.
Para la medición de humedad se utilizó el equipo GAC 2100 para muestras de maíz y para frijol se usó el equipo Seedburo 1200. La metodología del equipo consiste en la capacitancia y conductancia, este equipo mide la humedad, temperatura y peso específico de la semilla. Para obtener el porcentaje de humedad de la semilla, primero se debe seleccionar el tipo de producto a analizar, luego se le agregan los 250 gramos de la sub-muestra y por último se debe presionar "cargar muestra" para obtener la humedad en porcentajes.

Análisis físico.
Para el desarrollo de este análisis físico, primero se obtuvo 250 gramos y posteriormente se realizó una inspección visual para poder identificar los daños. Las semillas que presenten daños por hongos, van a tener manchas negras o grises por lo cual, deben ser separados. Por último, luego de la inspección la clasificación por daños fue pesada en una balanza granataria OHAUS 750S0 y mediante el uso de la ecuación 1, se obtuvo el porcentaje de daños ocasionados para cada clasificación (daños por hongos, calentamiento, maduración, insectos y en testa).

$$\% \text{ de daños} = \frac{\text{Daños en gramos}}{\text{250 gramos de muestas}} \text{x } 100 \quad [1]$$

Tratamientos y variables.
Se establecieron dos tratamientos (sistemas de almacenamiento) para los que se les realizo el análisis dependiendo de las variables evaluadas (Cuadro 1). Se realizaron 10 tomas de datos en 135 días de almacenamiento con un intervalo de 15 días para cada muestreo y análisis completo.

Cuadro 1. Descripción de tratamiento y variables evaluadas en semilla de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*).

Tratamientos[1]	Germinación y Vigor	Contenido de humedad	Daños Físicos	T(°C)[2]	HR (%)
ANC	χ	χ	χ	χ	χ
AC	χ	χ	χ	χ	χ

[1] ANC (Ambiente no controlado – Bodega #1) / AC (Ambiente controlado – Cámara Climatizada #2).
[2] Temperatura del ambiente.

Análisis estadístico.
Se utilizó el programa estadístico SAS© versión 9.1 para realizar el análisis estadístico del proyecto. Con las variables evaluadas (temperatura, humedad relativa germinación, vigor, humedad y daños físicos) se realizó un ANDEVA para la interacción entre los tratamientos y el tiempo. Asimismo, se hizo uso del método de mínimos cuadrados (LSMeans) y separación de medias DUNCAN para ambos tratamientos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación.
Los resultados mostrados a continuación, fueron analizados a través de un ANDEVA. No se observaron disminuciones críticas con respecto a la germinación de semillas de maíz tuxpeño y frijol Amadeus 77 durante un periodo de almacenamiento de 135 días en ambos tratamientos (Figuras 1 y 2).

Las figuras 1 y 2 indican el porcentaje de germinación de semillas de maíz tuxpeño y frijol Amadeus 77 en los dos tratamientos durante los 135 días que tomo el experimento. Estándares establecidos en el *Manual de procedimientos para la certificación oficial de semillas* en Honduras indican que el mínimo requerido de germinación para frijol y maíz es del 80% (FAO 2016). Por tal razón, los resultados obtenidos concuerdan con respecto a políticas hondureñas.

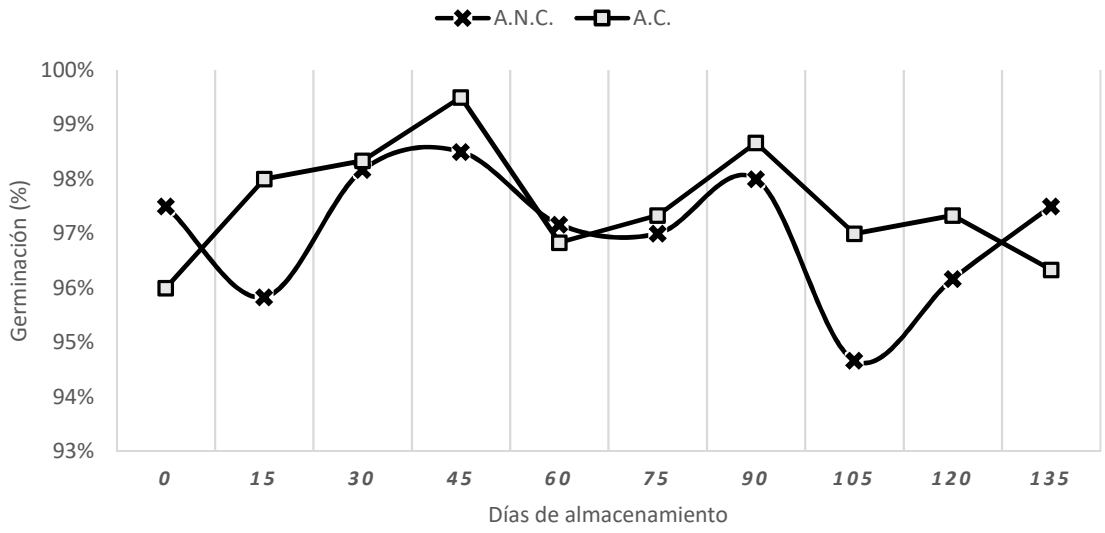


Figura 1. Porcentaje de germinación de las semillas de maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

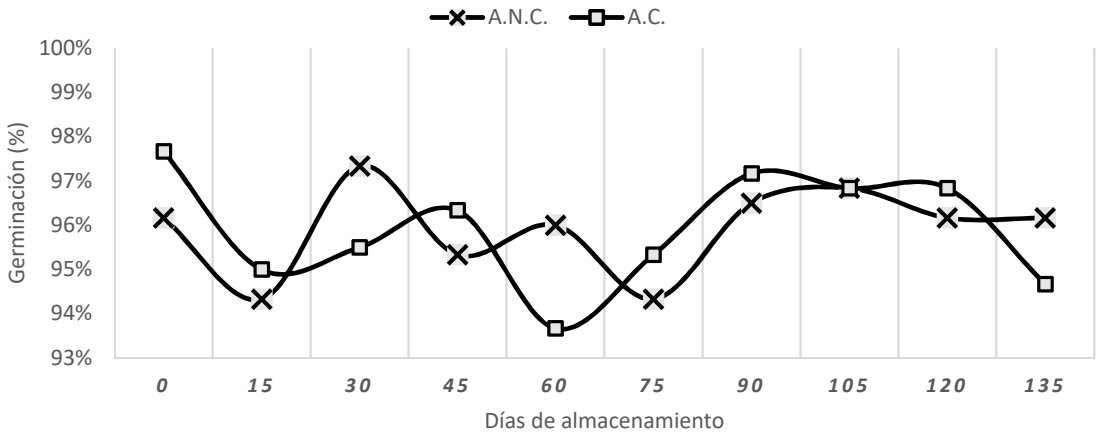


Figura 2. Porcentaje de germinación de las semillas de frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

Para semillas de maíz tuxpeño, se encontraron diferencias estadísticas significativas (P <0.05) en cuanto al porcentaje de germinación entre los tratamientos de ambiente controlado y no controlado en los días 15 y 105. Se observó también que los porcentajes de germinación de las semillas variaban a medida transcurre el tiempo. No obstante, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (P<0.05) en la interacción entre los tratamientos y tiempo de almacenamiento por lo cual, no se vio afectada la calidad de la semilla en el estudio (Cuadro 2).

Según Jovel (2011) quien evaluó semillas de maíz almacenados en diferentes condiciones, indica que durante los 120 días de almacenamiento la germinación de las mismas se ve afectada en un 14% aproximadamente dependiendo del tipo de almacenamiento en el cual se presente la semilla. No obstante, el porcentaje de germinación siempre se mantiene dentro del rango permisible para la comercialización de semillas a nivel nacional en los 2 tratamientos evaluados (>80%).

Además, se observó que el ambiente no controlado presento promedios de germinación tanto inicial como final del 97.67 y 98% respectivamente, mientras que en el ambiente controlado se obtuvieron promedios del 96.33 y 96.67% en germinación inicial y final (Cuadro 2).

A través de la separación de medias DUNCAN, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (P<0.05) entre ambos tratamientos. El ambiente no controlado presento un promedio de germinación del 97.80% al igual que el controlado con promedio de 97.37%. Estos factores son atribuibles según Méndez *et al.* (2008) a las condiciones de almacenaje brindadas, el genotipo y la calidad inicial de las semillas, haciendo que su comportamiento varié en el almacenamiento.

En referencia a semillas de frijol Amadeus 77, se observó que existe diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) en cuanto al porcentaje de germinación entre los tratamientos para el día 60. Además, los porcentajes de germinación de las semillas variaban a medida transcurría el tiempo de almacenamiento. Por otro lado, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) en la interacción entre los tratamientos y tiempo de almacenamiento por lo cual, no se vio afectada la calidad de la semilla (Cuadro 3).

Los resultados concuerdan con efectos obtenidos por parte de Erazo (2004) donde evaluó semillas sin tratamiento y con tratamiento de funguicida Busán 30 –A, encontrando efectos significativos de la germinación determinando una pérdida de poder germinativo en un tiempo de almacenamiento de 10 meses. Aun así, para los 5 meses no hubo porcentajes de germinación menores al 80%.

La semilla de frijol Amadeus 77 en ambientes no controlados y controlados tuvo porcentajes de germinación inicial del 94.33 y 95.33% respectivamente. En cuanto a porcentajes de germinación final, se percibió un 96.33% para el ambiente no controlado y un 95% para el ambiente controlado (Cuadro #3). La literatura justifica la importancia de partir con una excelente calidad inicial de germinación, además de brindarle las condiciones adecuadas de almacenamiento a las semillas. Mantener una temperatura ambiental no mayor a 30 °C y contenidos de humedad en semilla de entre 12 a un 14% permiten la conservación de las mismas alrededor de 8 meses (Aguirre 1990).

Para la separación de medias DUNCAN no hubo diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) en ambos sistemas de almacenamiento, obteniendo un porcentaje de germinación promedio del 96.13% en el ambiente controlado y un 96.10% en el no controlado.

Se presume que la calidad germinativa de las semillas no se vio afectada durante los 135 días debido a las humedades relativas (no mayor al 70% HR) y temperaturas (no mayor a 30 °C) que se presentaron en ambos sistemas de almacenamiento, lo que permitió un adecuado control del contenido de humedad en semillas. Por otro lado, Méndez *et al.* (2008) mencionan que semillas de maíz y de frijol por tener un contenido de aceites no mayor al 5% no pierden tan rápido su poder germinativo a diferencia de otras semillas como el algodón que su contenido de aceites es aproximadamente del 16% o más.

Cuadro 2. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de germinación en semilla de maíz (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño.[1]

TRT[2]	**Tiempo (días)**				
	Media ± D.E*				
	0	**15**	**60**	**105**	**135**
ANC	$97.67 \pm 1.15^{A(ab)}$	$96.33 \pm 0.58^{B(bc)}$	$97.67 \pm 0.58^{A(ab)}$	$95.00 \pm 1.73^{B(c)}$	$98.00 \pm 2.00^{A(ab)}$
AC	$96.33 \pm 1.15^{A(e)}$	$98.00 \pm 0.00^{A(abcd)}$	$97.00 \pm 1.73^{A(cde)}$	$97.33 \pm 0.58^{A(bcde)}$	$96.67 \pm 1.53^{A(de)}$
C.V%	1.15				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A-B] Valores que contengan letras mayúsculas iguales en la misma columna demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05). [a-e] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05).

Cuadro 3. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de germinación en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77.[1]

TRT[2]	**Tiempo (días)**				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**90**	**135**
ANC	$96.33 \pm 1.15^{A(ab)}$	$97.67 \pm 0.58^{A(a)}$	$96.33 \pm 1.15^{A(ab)}$	$96.67 \pm 0.58^{A(a)}$	$96.33 \pm 1.53^{A(ab)}$
AC	$97.67 \pm 0.58^{A(a)}$	$95.67 \pm 0.58^{A(abcd)}$	$94.00 \pm 2.00^{B(d)}$	$97.33 \pm 1.15^{A(ab)}$	$95.00 \pm 1.00^{A(cd)}$
C.V%	1.40				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A-B] Valores que contengan letras mayúsculas iguales en la misma columna demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05). [a-d] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05).

Vigor.

El comportamiento progresivo del vigor en semillas de maíz tuxpeño y frijol Amadeus 77, fue medido a los 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135 días. Las figuras 3 y 4 nos indican el comportamiento de semillas de maíz tuxpeño y frijol Amadeus 77 durante el tiempo de almacenamiento (Figura 3 y 4).

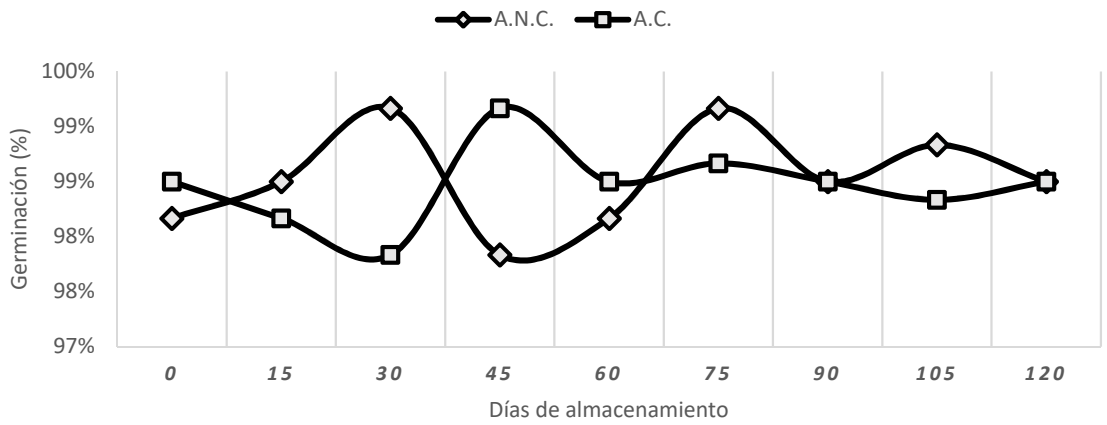


Figura 3. Porcentaje de vigor de las semillas de maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

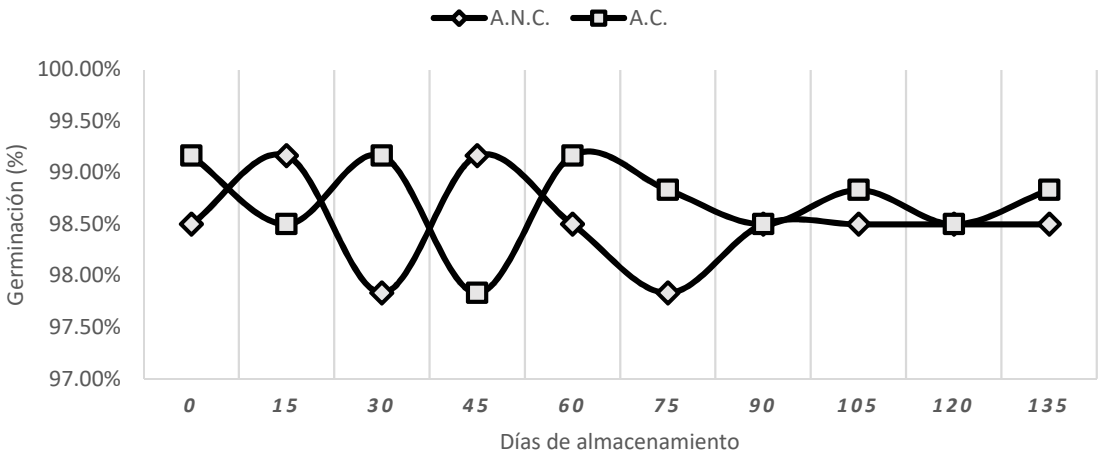


Figura 4. Porcentaje de vigor de las semillas de frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

Con respecto al maíz tuxpeño en el ambiente no controlado se alcanzaron un porcentaje de vigor del 98.67% al inicio y al final. Por otra parte, en el ambiente controlado se obtuvieron porcentajes de vigor iniciales y finales de 99% (Cuadro 4). El mismo no se vio afectado durante los 135 días de almacenamiento. Estudios mencionan que el vigor es una propiedad que influencia las semillas con respecto a la germinación, desarrollo y establecimiento de una planta. Las cosechas tardías, acondicionamiento y condiciones del área de almacenamiento van a afectar tanto los porcentajes de vigor como de germinación (FAO 2013).

En consecuencia, mediante la separación de medias DUNCAN no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre ambos tratamientos, obteniendo además promedios de vigor del 98.88% para el ambiente controlado y 98.84% para el ambiente no controlado. Así pues, los porcentajes de germinación no se vieron afectados durante los 135 días y tampoco hubo interacción entre tratamientos y tiempo de almacenamiento por lo cual se mantuvo la calidad deseada de la semilla.

El porcentaje de vigor en referencia al frijol Amadeus 77 no estuvo afectado entre sistemas de almacenamiento y tampoco durante todo el tiempo de almacenaje de semillas. Por ende, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$), ni hubo interrelación en el tiempo y los sistemas de almacenamiento. Es decir, se mantuvo la calidad esperada de las semillas en ambos tratamientos (Cuadro 5).

Estudios antiguos realizados en la planta de procesamiento de semillas de Zamorano donde se evaluó calidad de semilla con respecto al vigor, mencionan la reducción de este atributo en los 10 meses de evaluación del estudio por las condiciones en las cuales fueron almacenados. Conjuntamente se hace referencias a las bodegas como sistemas abiertos sin control de temperatura ni humedad por las variaciones de temperatura y humedad relativa proporcionando cambios bruscos de humedad en semillas almacenadas (Erazo 2004).

El porcentaje de vigor en referencia al frijol Amadeus 77 no estuvo afectado entre sistemas de almacenamiento y tampoco durante todo el tiempo de almacenaje de semillas. Por ende, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$), ni hubo interrelación en el tiempo y los sistemas de almacenamiento. Es decir, se mantuvo la calidad esperada de las semillas en ambos tratamientos (Cuadro 5).

Simic *et al.* (2007) afirman que el efecto de la longevidad del almacenamiento sobre el vigor de las semillas se ve significativamente afectado por las condiciones de almacenamiento, aumentando perdidas en calidad y cantidad. Sin embargo, durante los mismos periodos de almacenamiento y en las mismas condiciones las intensidades de disminución de la calidad de semillas van a diferir entre especies vegetativas, específicamente por la diversidad genética.

Cuadro 4. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de vigor en semilla de maíz (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño.[1]

TRT[2]	**Tiempo (días)**				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**90**	**135**
A.N.C.	$98.67 \pm 1.15^{A(a)}$	$99.33 \pm 1.15^{A(a)}$	$98.67 \pm 1.15^{A(a)}$	$98.67 \pm 0.58^{A(a)}$	$98.67 \pm 1.15^{A(a)}$
A.C.	$99.00 \pm 0.00^{A(a)}$	$98.33 \pm 0.58^{A(a)}$	$99.00 \pm 0.00^{A(a)}$	$99.00 \pm 0.00^{A(a)}$	$99.00 \pm 1.00^{A(a)}$
C.V%	0.81				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado). AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. / C.V = coeficiente de variación.
[A] Valores que contengan letras mayúsculas iguales en la misma columna demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05). [a] Valores con letras minúsculas iguales en la misma fila y con paréntesis indican que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05).

Cuadro 5. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de vigor en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77.[1]

TRT[2]	**Tiempo (días)**				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**90**	**135**
ANC	$99.00 \pm 1.00^{A(a)}$	$98.33 \pm 0.58^{A(a)}$	$99.00 \pm 1.00^{A(a)}$	$99.00 \pm 0.00^{A(a)}$	$99.00 \pm 1.00^{A(a)}$
AC	$99.33 \pm 1.15^{A(a)}$	$99.33 \pm 1.15^{A(a)}$	$99.33 \pm 1.15^{A(a)}$	$98.67 \pm 0.58^{A(a)}$	$99.00 \pm 0.00^{A(a)}$
C.V%	0.80				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A] Valores que contengan letras mayúsculas iguales en la misma columna demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05). [a] Valores con letras minúsculas iguales en la misma fila y con paréntesis indican que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05).

Humedad.
Se inició en el estudio con humedades diferentes para cada sistema de almacenamiento. No obstante, para cada tratamiento las fluctuaciones fueron mínimas durante los 135 días del estudio (Figura 5; Figura 6).

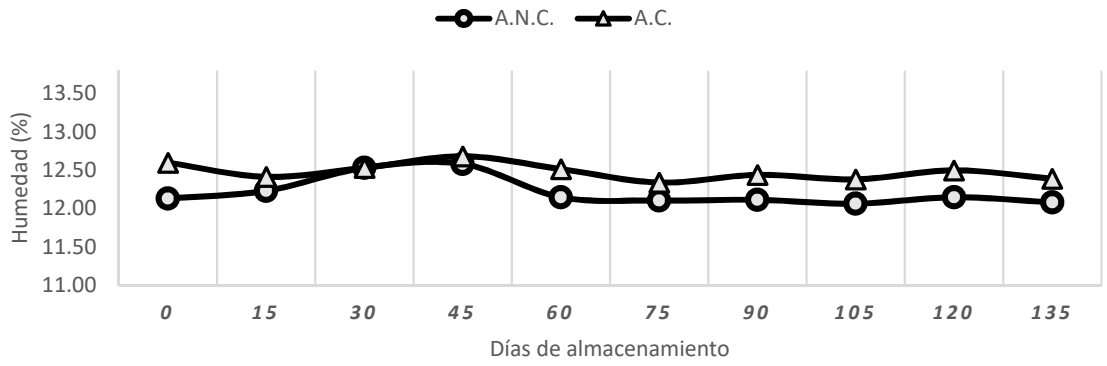


Figura 5. Porcentaje de humedad de las semillas de maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

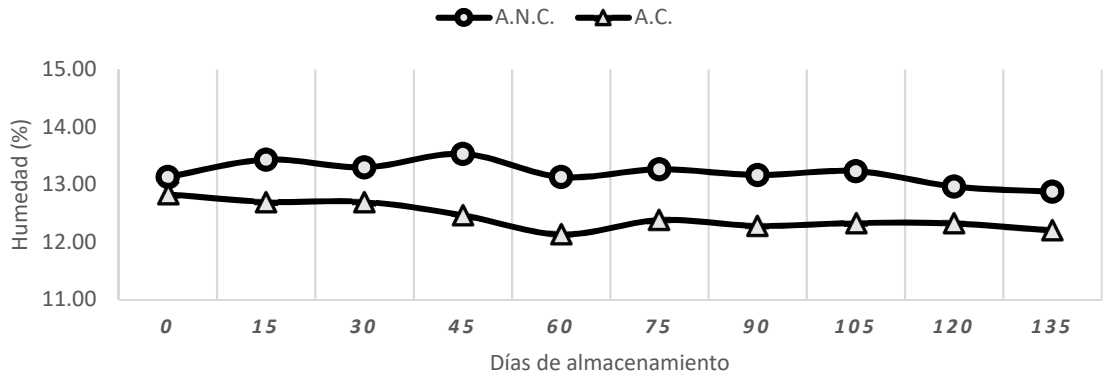


Figura 6. Porcentaje de humedad de las semillas de frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

Se observó que existe diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) en cuanto al porcentaje de humedad en semillas de maíz tuxpeño para los 0, 60, 90, 105, 120 y 135 días. Además, los porcentajes de humedad de las semillas variaban a medida el tiempo transcurría. En consecuencia, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) en la interacción entre los tratamientos y tiempo de almacenamiento por lo cual, no se vio afectada la calidad de la semilla en relación al factor evaluado (Cuadro 6).

La capacidad de las semillas de absorber o liberar humedad es atribuible a su higroscopicidad en la interacción con el ambiente. Dependiendo del tipo de ambiente al

cual se exponen, su contenido de humedad final se estabilizará por un periodo especifico de tiempo. Esto varia por la temperatura, humedad relativa circulante y tipo de semilla. En el caso de que una semilla almacenada contenga un alto contenido de humedad en relación al ambiente, esta cederá parte de su humedad al ambiente para mantenerse en equilibrio (Magnitskiy *et al.* 2007).

Mediante la separación de medias DUNCAN se obtuvo un promedio del 12.48% de humedad para el ambiente controlado y un 12.22% para el no controlado, indicando que en el ambiente no controlado los porcentajes de humedad eran inferiores con respecto al ambiente controlado. No obstante, Estos porcentajes de humedad se mantenían dentro de los criterios de calidad establecidos por la Planta de procesamiento de semillas de Zamorano.

Resultados de Paraginski *et al.* (2015). Revelaron la posibilidad de almacenar granos o semillas de maíz en temperaturas de 5, 15, 25 y 35 °C con porcentajes de humedad del 14% durante 6 meses, sin producir alteraciones en la tipificación final del producto. Resultados obtenidos presentan % de humedad debajo del 14%, además de temperaturas de almacenamiento no mayores a 30 °C por lo cual, la calidad fisiológica y física de las semillas no se vio afectada en 135 días de almacenamiento.

Para todo el tiempo de almacenamiento los porcentajes de humedad en semillas de frijol Amadeus 77 presentaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. Asimismo, hubo una interacción de tratamientos y el tiempo de almacenamiento afectando principalmente el factor humedad (Cuadro 7). La separación de medias DUNCAN nos indica que un promedio de humedad del 13.20% estuvo presente en el ambiente no controlado, mientras que se obtuvo promedios de 12.44% en ambientes controlados.

De acuerdo con Zambiasi (2015), cuando los contenidos de humedad en granos o semillas almacenadas se encuentran entre el 11 y el 13%, los procesos respiratorios de las semillas se reducen, prolongando la calidad del producto almacenado. Entonces en base a esta afirmación, la velocidad del deterioro y procesos respiratorios están estrechamente relacionados con la elevación del contenido de agua, la temperatura de los granos y semillas.

Hay que tener en cuenta que Harrington (1959) implemento reglas prácticas de almacenamiento de semillas, mencionando que por cada 1% de aumento en contenido de humedad o por cada 5 °C de aumento en temperatura de almacenaje, la longevidad de las mismas se ve deteriorada a la mitad. En efecto, se aplica a contenidos de humedad entre el 5 y 14% y temperaturas entre 0 a 50 °C, debido a que en contenidos de humedad abajo del 5% incrementan las tasas de deterioro por auto-oxidación de sustancias en reservas. Por otro lado, la proliferación de hongos empieza en contenidos de humedad mayores al 14%.

En el cuadro 7 los porcentajes de humedad del frijol Amadeus 77 en el ambiente no controlado fueron mayores al 13%. No obstante, para los últimos días se identificó una reducción de la humedad (<13%) lo cual se atribuye a reducciones de la humedad relativa del aire, obteniendo así un equilibro higroscópico más bajo entre la semilla y el ambiente, permitiendo la reducción de la humedad y reduciendo posibles deterioros en semillas por procesos respiratorios.

Cuadro 6. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de humedad en semilla de maíz (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño.[1]

TRT[2]	Tiempo (días)				
	Media ± D.E*				
	0	**60**	**90**	**105**	**135**
ANC	$12.13 \pm 0.08^{B(b)}$	$12.15 \pm 0.09^{B(b)}$	$12.12 \pm 0.14^{B(b)}$	$12.07 \pm 0.12^{B(b)}$	$12.08 \pm 0.28^{B(b)}$
AC	$12.60 \pm 0.13^{A(a)}$	$12.52 \pm 0.18^{A(a)}$	$12.44 \pm 0.13^{A(a)}$	$12.38 \pm 0.06^{A(a)}$	$12.39 \pm 0.10^{A(a)}$
C.V%	1.31				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A-B] Valores que contengan letras mayúsculas diferentes en la misma columna demuestran que si existen diferencias estadísticas significativas (P<0.05). [a-b] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05).

Cuadro 7. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de humedad en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77.[1]

TRT[2]	Tiempo (días)				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**90**	**135**
ANC	$13.13 \pm 0.06^{A(cd)}$	$13.30 \pm 0.00^{A(bc)}$	$13.13 \pm 0.06^{A(cd)}$	$13.17 \pm 0.03^{A(bcd)}$	$12.88 \pm 0.09^{A(e)}$
AC	$12.83 \pm 0.06^{B(a)}$	$12.70 \pm 0.20^{B(a)}$	$12.13 \pm 0.21^{B(d)}$	$12.28 \pm 0.08^{B(bcd)}$	$12.20 \pm 0.18^{B(cd)}$
C.V%	1.03				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A-B] Valores que contengan letras mayúsculas diferentes en la misma columna demuestran que si existen diferencias estadísticas significativas (P<0.05). [a-e] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05)

.

Temperatura.
Se observó el comportamiento en relación a la temperatura durante los 135 días establecidos para el estudio. Por lo cual, la figura 7 nos indica las mediciones de temperatura especificados en las 10 tomas de datos.

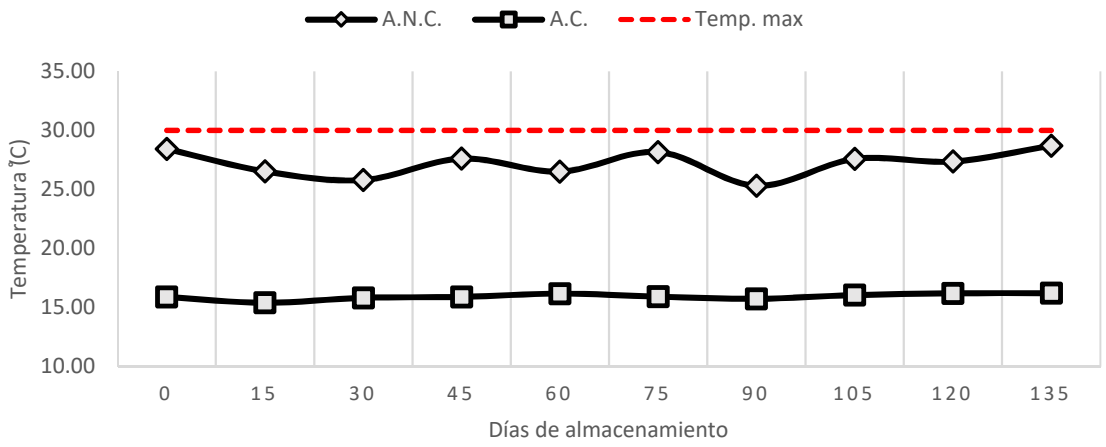


Figura 7. Comportamiento de la temperatura durante 135 días de almacenamiento de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*).

El tratamiento de ambiente controlado presento una temperatura promedio de 15.96 °C, mientras que el tratamiento no controlado presento un promedio de 27.21 °C. La separación de medias DUNCAN nos indica que el ambiente no controlado presento promedios más altos en comparación con el controlado. Cabe recalcar que ambos tratamientos, aunque presentaron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre los mismos e interactuaron a través del tiempo, no presentan una incidencia negativa sobre las cualidades fisiológicas y físicas evaluadas en las semillas.

Se encontró que existe diferencia estadística significativa ($P<0.05$) en el tiempo de almacenamiento. Por lo tanto, el ambiente no controlado presento temperaturas iniciales de 28.45 °C y finales de 28.71 °C indicando una reducción progresiva de temperatura durante el estudio. Sin embargo, en el caso del ambiente controlado no hubo diferencias estadísticas significativa ($P<0.05$) entre los días. Además de que se obtuvieron temperaturas iniciales de 15.90 °C y finales de 25.52 °C (Cuadro 8).

Debido al mayor control de temperatura que se presenta en el ambiente controlado (Cuadro 8), se atribuye según Rigueira *et al.* (2009) que el almacenamiento en cámaras frías con temperaturas de 15 ± 5 °C constituye un método eficaz para el mantenimiento de características físico-químicas en semillas de frijol por un lapso de 120 días. Por tanto, el uso de estas tecnologías de almacenamiento denominada enfriamiento artificial están siendo practicas promotoras en los últimos años. En definitiva, tienen una excelente relación beneficio-costo para periodos los cuales existe una mayor oferta de producto (Zambiasi 2015).

Conservaciones adecuadas de granos y semillas en el almacén varían dependiendo de condiciones ecológicas, bodega o almacén disponible, de la región, del tipo y condición del grano o semilla y por ultimo del tiempo de almacenamiento. En particular el almacenamiento de semillas a temperaturas de 15 °C prolonga mayormente la vida anaquel de las mismas hasta 12 meses. En cambio, a temperaturas por arriba de los 15 °C se incrementan los procesos metabólicos reduciendo así el porcentaje de germinación y la viabilidad de las semillas (SAGARPA 2014; Paraginski *et al.* 2015).

El máximo de temperatura permisible en sistemas de almacenamiento se estableció a través de literatura, en donde se menciona que en estudios con semillas de frijol a una temperatura máxima de 30 °C se mantiene la calidad referente a la germinación por 32 semanas. Por otra parte, estudios realizados en soya comprueban que a una temperatura entre 20 y 30 °C se puede garantizar la calidad y almacenamiento seguro por 180 días, siempre y cuando se lleve un riguroso control y monitoreo de las semillas. En particular, la combinación de temperatura de almacenaje y niveles de agua más altos incrementan el proceso de deterioro de semillas almacenadas (Alencar *et al.* 2009; Aguirre 1990).

Humedad Relativa.

Se observó el comportamiento de la temperatura en ambos tratamientos desde el día 0 al día 135 para semillas de maíz tuxpeño y frijol Amadeus 77 (Figura 8).

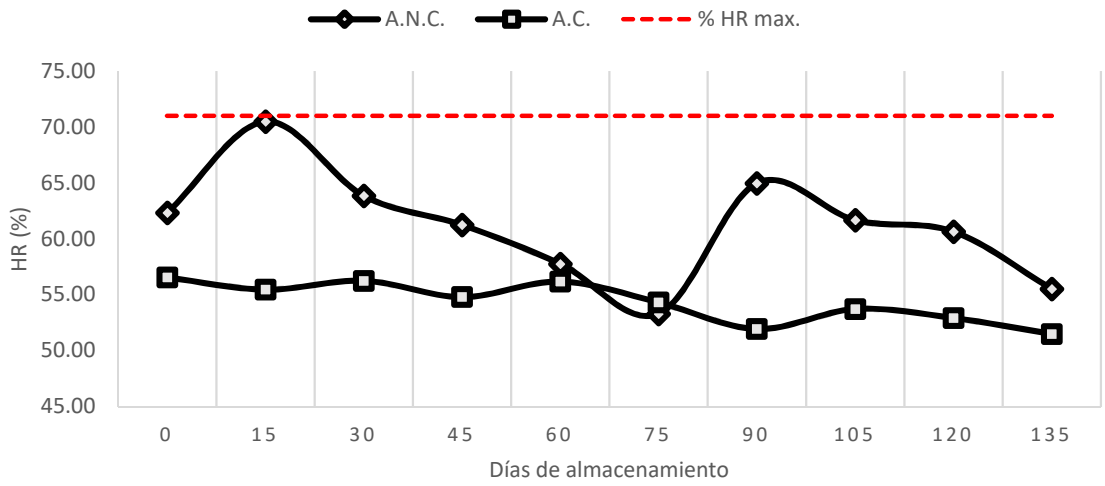


Figura 8. Comportamiento de la humedad relativa durante 135 días de almacenamiento de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*).

Mediante el ANDEVA se observó diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento ANC obtuvo el promedio más alto de 61.19% de HR, en cambio el AC presento un promedio de 54.38% de HR. En cuanto a un alto proceso respiratorio de las semillas o granos, esto se da en el momento en que la misma digiera los carbohidratos presentes en su estructura y absorba el oxígeno del aire. Una alta tasa de respiración es incidencia de un grano o semilla húmedo y caliente (Lawrence *et al.* 2011; Alabadan 2006).

Según el INTA (2013), la humedad relativa o también denominada humedad del espacio intergranario, es el principal factor en caso de no ser controlado, que da ventaja al desarrollo o la proliferación de los principales hongos de almacenamiento. Estos organismos necesitan un mínimo de humedad relativa por arriba del 71% HR para su desarrollo. Así pues, la literatura establece una humedad relativa de almacenamiento seguro la cual debe ser inferior al 67%, debido a la baja incidencia de hongos y otros microorganismos.

Estudios realizados por Valdes *et al*. (2016) donde evaluaron el almacenamiento de maíz en silos metálicos refrigerados (SMR) mencionan que la efectividad de la reducción de la humedad relativa en un 14.35 ± 0.1% aproximadamente a diferencia de un ambiente a 33.23 ± 0.73% está asociado con una baja perdida física en el proceso de almacenamiento.

No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en cuanto a la humedad relativa para los 60, 75, 135 días de almacenamiento en ambos tratamientos. Durante estos días las condiciones con respecto a %HR eran similares (Cuadro 9; Figura 9). Se atribuye a la reducción de la humedad relativa en el tratamiento de ambiente no controlado, a variaciones especificas no previstas en anteriores años. No obstante, esto presento una ventaja en el almacenamiento de semillas.

Se atribuye a que, una mayor proporción de aire seco presentes en el almacenamiento de semillas, indica humedad relativa baja lo cual permite la reducción de la actividad microbiana y respiratoria. Por tal razón, mientras más secos estén los granos o semillas almacenados, su índice de deterioro va a ser menor, sin que haya control de otros factores físicos (Rosas *et al.* 2007; Ferraz *et al.* 2013).

Cuadro 8. Evaluación de la temperatura en los sistemas de almacenamiento de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*).[1]

TRT[2]	Tiempo (días)				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**90**	**135**
ANC	28.45 ± 1.03$^{A(ab)}$	25.81 ± 1.05$^{A(de)}$	26.52 ± 0.28$^{A(d)}$	25.32 ± 0.96$^{A(e)}$	28.71 ± 0.18$^{A(a)}$
AC	15.90 ± 0.20$^{B(a)}$	15.84 ± 0.26$^{B(a)}$	16.19 ± 0.32$^{B(a)}$	15.76 ± 0.13$^{B(a)}$	16.24 ± 0.10$^{B(a)}$
C.V%	2.66				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A-B] Valores que contengan letras mayúsculas diferentes en la misma columna demuestran que si existen diferencias estadísticas significativas (P<0.05). [a-e] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05).

Cuadro 9. Evaluación de la humedad relativa en los sistemas de almacenamiento de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) y frijol Amadeus (*Phaseolus vulgaris*).[1]

TRT[2]	Tiempo (días)				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**90**	**135**
ANC	62.34 ± 3.17$^{A(bc)}$	63.86 ± 6.79$^{A(b)}$	57.78 ± 3.10$^{A(cd)}$	64.98 ± 3.23$^{A(b)}$	55.55 ± 1.44$^{A(d)}$
AC	56.56 ± 0.99$^{B(a)}$	56.27 ± 1.15$^{B(a)}$	56.20 ± 2.51$^{A(a)}$	51.96 ± 0.12$^{B(a)}$	51.52 ± 0.59$^{A(a)}$
C.V%	5.02				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A-B] Valores que contengan letras mayúsculas diferentes en la misma columna demuestran que si existen diferencias estadísticas significativas (P<0.05). [a-d] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05).

Daño por hongos.
Se evaluó la presencia de hongos durante los 135 días del estudio en muestras de semillas de maíz tuxpeño y frijol Amadeus 77 de ambos tratamientos (Figuras 9 y 10).

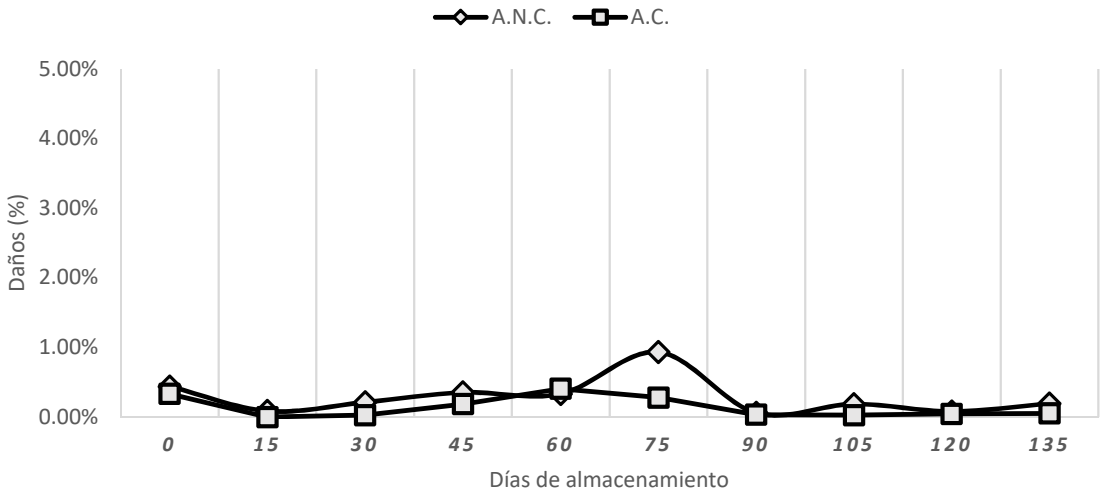


Figura 9. Porcentaje de daños por hongos de las semillas de maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

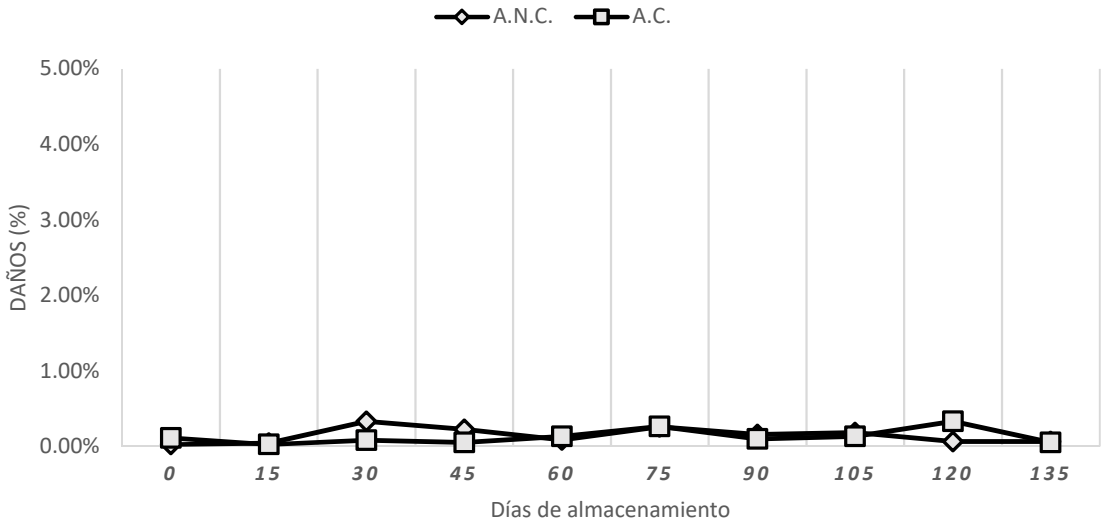


Figura 10. Porcentaje de daños por hongos de las semillas de frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

En semillas de maíz tuxpeño, mediante la separación de medias DUNCAN se observó que el tratamiento ANC presento mayor porcentaje de daños por hongos con un promedio de 0.29% a diferencia que el AC que mantuvo un promedio del 0.14%. Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre ambos tratamientos y también durante todo el tiempo de almacenaje. No obstante, para cada día evaluado se obtuvo únicamente diferencias significativas entre tratamientos en el día 75 (Cuadro 10).

La aparición de hongos se da en ambientes donde no se controlan temperaturas ni humedades relativas. Según Tueti (1984), la temperatura óptima para el desarrollo de hongos esta entre 20 y 40 °C, siendo esta diferente para cada tipo de hongo. Por otro lado, las humedades relativas de aparición de hongos van desde el 65 al 90%. Los contenidos de humedad aumentan a medida se incrementa el deterioro de las semillas. Esto se ve reflejado en la reducción del poder germinativo, mal olor, calentamiento, cambios bioquímicos degenerativos, pérdida de peso y ennegrecimiento parcial o total de las semillas (SAGARPA 2016).

En referencia a porcentajes de daños iniciales, se obtuvo 0.44 y 0.33% en ambiente no controlado y controlado respectivamente. Los daños durante todo el tiempo de almacenamiento fueron variables, dando porcentajes finales del 0.19% para el tratamiento de ambiente no controlado y 0.05% para el controlado (Cuadro 10).

El deterioro por hongos durante los 135 días de almacenamiento no se vio afectado. Esto es justificable debido a que las semillas comerciales presentan un tratamiento de fungicida (Maxim) e insecticida (K-obiol), lo cual reduce la incidencia de hongos e insectos en la misma. Además, la incidencia de hongos puede haber influenciado en semillas que presenten deterioros en su estructura externa denominada pericarpio y que tengan al descubierto su estructura endospermica.

Mediante el análisis ANDEVA no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P <0.05$) entre tratamientos en semillas de frijol Amadeus 77. Tampoco hubo diferencias con respecto al tiempo de almacenamiento. En cuanto a las interacciones entre los sistemas de almacenamiento junto con el tiempo no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P <0.05$). Por ende, la calidad de las semillas no se vio afectada durante el almacenamiento, aunque tuvo presencia de daños por hongos esta se debe a otros factores (Cuadro 11).

La prueba de medias DUNCAN demostró que no existió diferencias entre tratamientos, obteniendo un promedio de 0.14 % para daño por hongos en el ambiente no controlado y un 0.12% para el ambiente controlado. Esta información es justificable por lo cual se puede asumir que debido al tratamiento brindado a las semillas antes de su almacenamiento, las mismas no presentan daños o altas incidencias de hongos.

Shelar *et al.* (2008) menciona que la humedad juega un papel importante en el almacenamiento. A medida incrementa la humedad en las semillas, va a haber un aumento en el daño por hongos y aumento de la microflora en las mismas afectando así su viabilidad y calidad durante el almacenamiento.

Cuadro 10. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños por hongo en semilla de maíz (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño.[1]

TRT[2]	Tiempo (días)				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**75**	**135**
ANC	$0.44 \pm 0.11^{A(b)}$	$0.21 \pm 0.19^{A(bc)}$	$0.33 \pm 0.06^{A(bc)}$	$0.93 \pm 0.60^{A(a)}$	$0.19 \pm 0.07^{A(bc)}$
AC	$0.33 \pm 0.28^{A(ab)}$	$0.03 \pm 0.05^{A(bc)}$	$0.41 \pm 0.16^{A(a)}$	$0.28 \pm 0.24^{B(abc)}$	$0.05 \pm 0.09^{A(bc)}$
C.V%	91.66				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A-B] Valores que contengan letras mayúsculas iguales en la misma columna demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05). [a-c] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05).

Cuadro 11. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños por hongos en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77.[1]

TRT[2]	Tiempo (días)				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**90**	**135**
ANC	$0.03 \pm 0.05^{A(a)}$	$0.33 \pm 0.18^{A(a)}$	$0.09 \pm 0.10^{A(a)}$	$0.16 \pm 0.28^{A(a)}$	$0.07 \pm 0.12^{A(a)}$
AC	$0.11 \pm 0.12^{A(a)}$	$0.08 \pm 0.07^{A(a)}$	$0.13 \pm 0.23^{A(a)}$	$0.10 \pm 0.17^{A(a)}$	$0.05 \pm 0.09^{A(a)}$
C.V%	147.95				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A] Valores que contengan letras mayúsculas iguales en la misma columna demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05). [a] Valores con letras minúsculas iguales en la misma fila y con paréntesis indican que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05).

Daño por calentamiento.
Se observó una presencia leve de daños por calentamientos en ambas semillas durante los 135 días de almacenamiento en los tratamientos (Figuras 11 y 12).

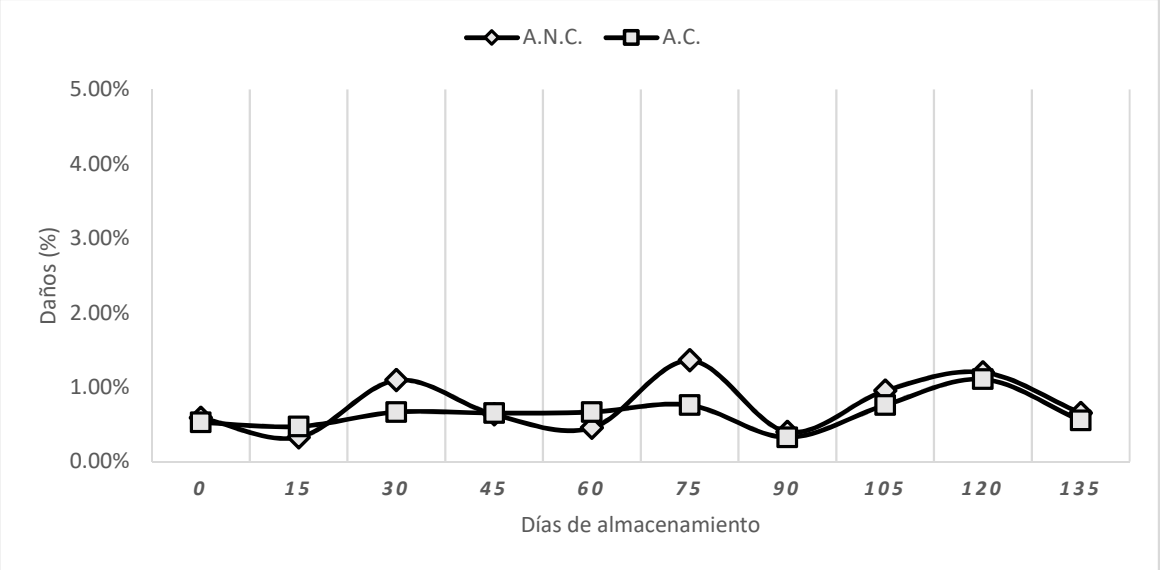


Figura 11. Porcentaje de daños por calentamiento en semillas de maíz tuxpeño para ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

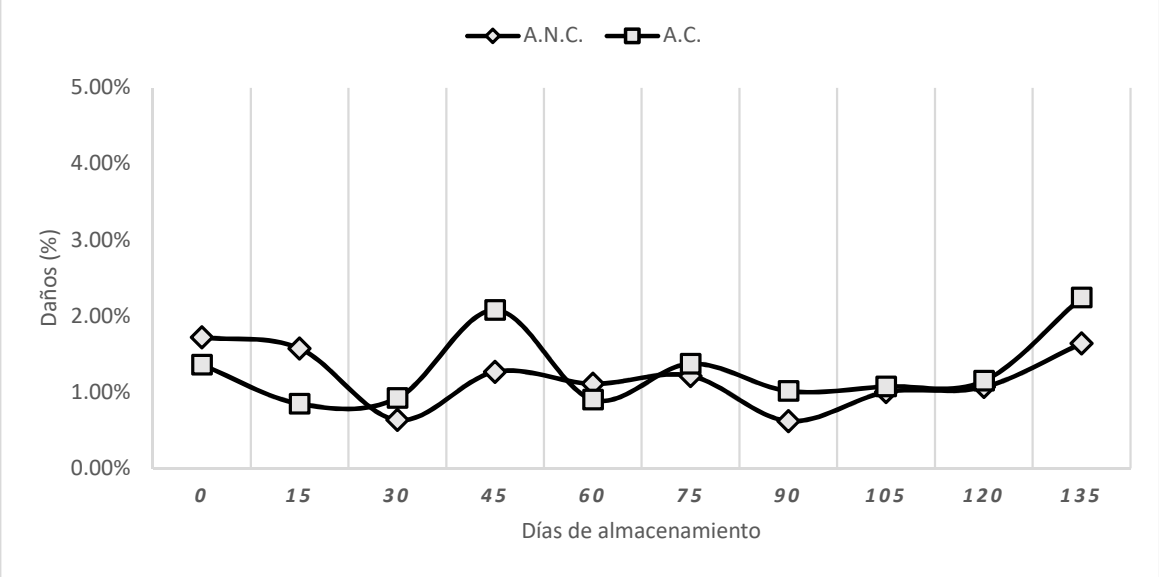


Figura 12. Porcentaje de daños por calentamiento en semillas de frijol Amadeus 77 para ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

Se encontró que no existe diferencias estadísticas significativas (P<0.05) entre sistemas de almacenamiento (Cuadro 12). En el caso del tratamiento de ambiente controlado no hubo interacción durante el tiempo. La separación de medias DUNCAN proporciono promedios de porcentajes del 0.77% para ambiente no controlado y 0.64% para ambiente controlado.

Estudios realizados por Enamorado (2007) y Meggs (2009), categorizan al daño por calentamiento como un daño principal en almacenamiento al momento de no haber controles adecuados de temperatura. No obstante, en granos secos este daño también puede ser atribuible a la incidencia de insectos que se desarrollan a contenidos de humedad cercanas al 15% de humedad o menos, dando como resultado un aumento en la temperatura del grano (FAO 1993).

Mediante la separación de medias DUNCAN no se observaron diferencias estadísticas significativas (P<0.05) entre tratamientos para semillas de frijol Amadeus 77. Los ambiente controlado y no controlado presentaron promedios de daños por calentamiento del 1.30 y 1.18% respectivamente. Sin embargo, en el análisis ANDEVA se puede apreciar diferencias estadísticas significativas (P<0.05) en relación al tiempo de almacenamiento para los 15 y 45 días. Además, se identificó interacción entre los sistemas y el tiempo de almacenamiento, aun así, los daños por calentamiento eran leves lo cual no afectó seriamente a la calidad física de ambas semillas (Cuadro 13).

Un estudio realizado por parte de Cabrera (2007), quien evaluó el efecto del tiempo sobre el almacenamiento en semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*), indica que a temperaturas de almacenamiento entre los 30 y 33 °C se incrementa el daño por calentamiento. No obstante, no hubo incremento en el daño por calentamiento en ambas semillas evaluadas en diferentes tratamientos debido a que las temperaturas altas presenciadas a lo largo del estudio fueron de 28.71 y 28.45 °C.

Cuadro 12. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños por calentamiento en semilla de maíz tuxpeño (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño.[1]

TRT[2]	Tiempo (días)				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**90**	**135**
ANC	$0.59 \pm 0.43^{A(bcd)}$	$1.09 \pm 0.45^{A(abc)}$	$0.45 \pm 0.13^{A(cd)}$	$0.40 \pm 0.00^{A(cd)}$	$0.65 \pm 0.20^{A(abcd)}$
AC	$0.53 \pm 0.09^{A(ab)}$	$0.67 \pm 0.32^{A(ab)}$	$0.67 \pm 0.29^{A(ab)}$	$0.33 \pm 0.31^{A(b)}$	$0.55 \pm 0.31^{A(ab)}$
C.V%	60.81				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A] Valores que contengan letras mayúsculas iguales en la misma columna demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05). [a-d] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05).

Cuadro 13. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños por calentamiento en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77.[1]

TRT[2]	Tiempo (días)				
	Media ± D.E*				
	0	**15**	**45**	**90**	**135**
ANC	$1.72 \pm 0.32^{A(a)}$	$1.57 \pm 0.21^{A(abc)}$	$1.27 \pm 0.47^{B(abc)}$	$0.62 \pm 0.29^{A(d)}$	$1.64 \pm 0.12^{A(ab)}$
AC	$1.36 \pm 0.49^{A(b)}$	$0.85 \pm 0.22^{B(b)}$	$2.08 \pm 0.79^{A(a)}$	$1.01 \pm 0.61^{A(b)}$	$2.24 \pm 0.35^{A(a)}$
C.V%	30.46				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A-B] Valores que contengan letras mayúsculas iguales en la misma columna demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05). [a-c] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05).

.

Daños por insectos.
Se observó la presencia de insectos durante los 120 días del estudio en muestras de maíz en ambos sistemas de almacenamiento (Figura 13).

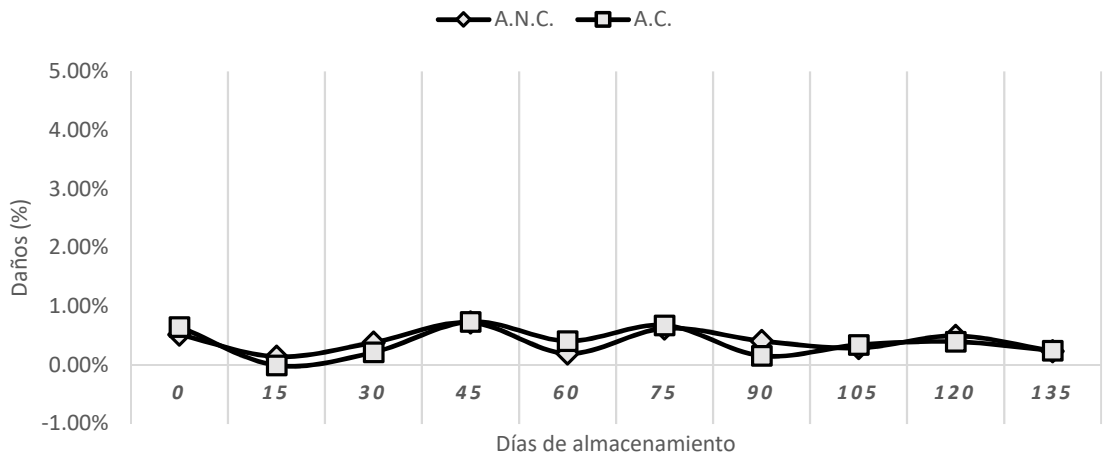


Figura 13. Porcentaje de daños por insectos de las semillas maíz tuxpeño en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

Para el análisis ANDEVA en semillas de maíz tuxpeño, no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) en referencia a los tratamientos o sistemas de almacenamiento. No hubo interacción entre los tratamientos y el tiempo, pero si hubo diferencias significativas a lo largo del tiempo para cada sistema de almacenamiento. Mediante la separación de medias DUNCAN no se observaron diferencias entre tratamientos, obteniendo promedios del 0.40% de daños por insectos para el ambiente no controlado y un 0.38% en ambiente controlado (Cuadro 14).

Insectos de las familias de los lepidópteros y coleópteros son en su mayoría deterioradores de granos o semillas en almacén, estos se influencian principalmente por la temperatura ya que es un factor que contribuye directamente la fisiología y el metabolismo de los insectos. A temperaturas entre 25 a 27 °C se promueve la ovoposición, la fecundidad y la longevidad del adulto en su ciclo de vida. Insectos en temperaturas de 45 °C tienen altas probabilidades de morir, mientras que en temperaturas inferiores a los 15 °C se reducen y tienden a morir los adultos (SAGARPA 2016).

En definitiva, para un mejor control de insectos y ácaros, es importante el uso de fumigantes e insecticidas. Por otro lado, el control químico si no es bien aplicado, puede tener efectos adversos sobre la viabilidad de las semillas, además de que muchos son peligrosos de manipular (Jyoti *et al.* 2013).

Un grano o semilla caliente o húmedo brinda las condiciones adecuadas para la presencia de insectos. Ahora bien, el aumento de la población de insectos produce mayor calor y humedad, favoreciendo así el desarrollo de hongos y bacterias. En consecuencia, las severidades de daños ocasionados en semillas van a reducir el potencial de germinación y el vigor (SAGARPA 2014).

Daño en testa.

Se determinó el daño en testa durante los 135 días que duro el experimento, en ambos sistemas de almacenamiento para las semillas de frijol Amadeus 77 (Figura 14).

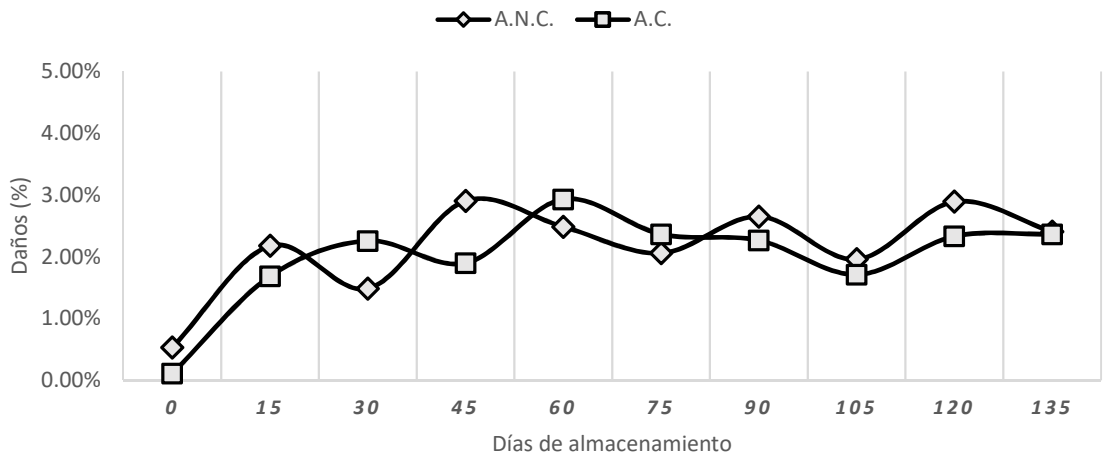


Figura 14. Porcentaje de daños en testa de las semillas frijol Amadeus 77 en ambos tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

Mediante el análisis ANDEVA para semillas de frijol Amadeus 77, no hubo diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre tratamientos, tampoco se presentó una interacción en los sistemas de almacenamiento y el tiempo. No obstante, el tiempo si tuvo diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) lo que significa a lo largo de la toma de datos los porcentajes de daño por testa variaron. La separación de medias DUNCAN indica que los promedios de ambos tratamientos son iguales, teniendo un 2.15 y 1.99% de daños por testa para la bodega y cámara climatizada respectivamente (Cuadro 15).

Se obtuvieron promedios iniciales de daños en testa del 0.53% y 0.11% respectivamente para ambiente no controlado y controlado. Por otro lado, los promedios finales eran de 2.41% para ambiente no controlado y 2.37% para ambiente controlado. Se atribuye los daños en la testa a la perdida de humedad en cierto tiempo del estudio por lo cual, se vio afectado. Hubo un incremento significativo del día 0 al día 15, posteriormente, el daño se mantuvo en un rango de 2.18 y 2.81% para el ambiente no controlado, mientras que en cámara climatizada era de 1.68 y 2.93%. No obstante, en ambos tratamientos el comportamiento fue similar.

La estructura fundamental para un almacenamiento de semillas es su pericarpio o testa, esta proporciona un escudo físico para la protección del embrión. Sus características además de proteger las demás estructuras son de almacenar y liberar proteínas activas durante la hidratación que pueden aumentar la persistencia de las semillas, la germinación y el establecimiento de plántulas (Raviv *et al.* 2017).

La literatura justifica la importancia de evitar daños en testas, debido a que las mismas protegen el embrión en condiciones ambientales adversas. Permitiendo el control de la germinación mediante la imposición de la latencia y limitando la actividad perjudicial de agentes biológicos y físicos en el almacenamiento (Debeaujon *et al.* 2000).

Shelar (2008), relaciona los daños y pérdidas de calidad física en semillas con métodos de cosecha y posterior manejo. Asimismo, las semillas muy secas son propensas a lesiones y daños mecánicos. Estos daños resultan en la fractura de partes esenciales de la semilla como el pericarpio, por lo cual, van a permitir la entrada temprana de microfloras. Siendo la semilla vulnerable al ataque de hongos y reduciendo el potencial de almacenamiento.

Colville (2017), menciona que daños causados en la cosecha, limpieza y manipulación pueden interrumpir la integridad de las semillas en la fabricación de proteína esenciales en la misma. Daños en el envoltorio afectaran la germinación y rendimiento de la planta.

Cuadro 14. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños por insecto en semilla de maíz tuxpeño (*Zea mays*) variedad: Tuxpeño.[1]

TRT[2]	Tiempo (días)				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**90**	**135**
ANC	$0.52 \pm 0.29^{A(abc)}$	$0.39 \pm 0.32^{A(abc)}$	$0.20 \pm 0.21^{A(c)}$	$0.41 \pm 0.12^{A(abc)}$	$0.24 \pm 0.24^{A(bc)}$
AC	$0.65 \pm 0.52^{A(ab)}$	$0.22 \pm 0.20^{A(c)}$	$0.41 \pm 0.22^{A(abc)}$	$0.16 \pm 0.07^{A(c)}$	$0.25 \pm 0.25^{A(bc)}$
C.V%	64.99				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A] Valores que contengan letras mayúsculas iguales en la misma columna demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05). [a-c] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05).

Cuadro 15. Evaluación del efecto de 2 tratamientos de almacenamiento en el porcentaje de daños en testa para semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad: Amadeus 77.[1]

TRT	Tiempo (días)				
	Media ± D.E*				
	0	**30**	**60**	**90**	**135**
ANC	$0.53 \pm 0.92^{A(c)}$	$1.49 \pm 0.59^{A(bc)}$	$2.49 \pm 0.46^{A(ab)}$	$2.65 \pm 0.68^{A(a)}$	$2.41 \pm 0.85^{A(ab)}$
AC	$0.11 \pm 0.12^{A(c)}$	$2.26 \pm 0.62^{A(ab)}$	$2.93 \pm 0.44^{A(a)}$	$2.27 \pm 0.54^{A(ab)}$	$2.37 \pm 0.81^{A(ab)}$
C.V%	33.84				

[1] Resultados expresan los promedios ± la desviación estándar de cada día con respecto a la variable evaluada.
[2] ANC (Ambiente no controlado) / AC (Ambiente controlado). *D.E = desviación estándar. C.V = coeficiente de variación.
[A] Valores que contengan letras mayúsculas iguales en la misma columna demuestran que no existen diferencias estadísticas significativas (P>0.05). [a-c] Valores con letras minúsculas diferentes en la misma fila y con paréntesis indican diferencias significativas (P<0.05).

4. CONCLUSIONES

- Se logró preservar la calidad y la viabilidad durante los 135 días de almacenamiento en parámetros de vigor, germinación y daños físicos (calentamientos, testa e insectos) para ambas semillas.

- Los parámetros de humedad en semillas, temperatura y humedad relativa variaron entre ambos sistemas de almacenamiento. Aun así, para ambos sistemas se mantuvieron dentro de criterios de calidad establecidos en la planta de semillas de Zamorano.

- Ambos sistemas de almacenamiento lograron preservar la calidad y la viabilidad de las semillas durante los 135 días de almacenamiento. Ambos sistemas son adecuados para el almacenamiento prolongado de semillas, siempre y cuando se mantengan óptimos parámetros de temperatura y humedad relativa, además de iniciar con una excelente calidad de semillas.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de mayor duración con respecto al tiempo de almacenamiento (>150 días) para poder identificar posibles efectos adversos en semillas principalmente para ambientes no controlados.

- Usar higrotermografos en todos los sistemas de ambientes no controlados para el almacenamiento de semillas y desarrollar registros semanales de los parámetros principales de conservación.

- Almacenar semillas con porcentajes de germinación mayores al 95% generando un impacto positivo en la prolongación del tiempo de almacenamiento.

6. LITERATURA CITADA

Abadia B, Bartosik R, editores. 2013. Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos: Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria [PROYECTO DE EFICIENCIA DE POSCOSECHA]. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA. 195 p.; [consultado 2 de Octubre del 2018].

Aguirre R. 1990. Efecto de la humedad en el almacenamiento hermético a corto plazo de semillas de frijol (Phaseolus vulgaris)1. Agronomía Mesoamericana; [consultado 3 de Octubre del 2018]. Volumen 1:35–44.

Alabadan B. 2006. Temperature changes in bulks stored maize. AU J.T. 9(3); [consultado 3 de Octubre del 2018]. 187–192.

Alencar ERd, Faroni LRD, Lacerda Filho AF, Peternelli LA, Costa AR. 2009. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. Rev. bras. eng. agríc. ambient; [consultado 3 de Octubre del 2018]. Volumen 13(5):606–613.

Erazo A. 2004. Deterioro de calidad física y viabilidad de semillas de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), y sorgo (*Sorghum bicolor*) durante su almacenamiento en zamorano. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 43 p; [consultado 1 de Octubre del 2018].

Araya R, Martinez K, López A, Murillo A. 2013. Protocolo para el Manejo de Poscosecha de la Semilla de Frijol. 1ª ed. San José, Costa Rica: FAO. 40 p. ; [consultado 1 de Octubre del 2018]. FAO-CR@fao.org.

Bragantini C. 2005. Alguns Aspectos do Armazenamento de Sementes e Grãos de Feijão. 21ª ed. Santo Antônio de Goiás, GO: Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP). 28 p. ISBN: 1678-9644; [consultado 1 de Octubre del 2018]. www.cnpaf.embrapa.br.

Cabrera MA. 2007. Efecto del tiempo de almacenamiento sobre la calidad del frijol (Phaseolus vulgaris) almacenado en la Escuela Agrícola Panamericana. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 36 p; [consultado 1 de Octubre del 2018].

Colville L. 2017. Seed Storage. Encyclopedia of Applied Plant Sciences (2nd edition); [consultado 2 de Octubre del 2018]. 1:335–339. doi:10.1016/B978-0-12-394807-6.00080-0.

Debeaujon I, Léon-Kloosterziel KM, Koornneef M. 2000. Influence of the Testa on Seed Dormancy, Germination, and Longevity in Arabidopsis. Plant Physiol; [consultado 3 de Octubre del 2018]. 122(2):403–414. doi:10.1104/pp.122.2.403.

Doria J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales; [consultado 1 de Octubre del 2018]. 31:74–85.

Enamorado SM. 2007. Evaluación de las condiciones de almacenamiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en las bodegas del Instituto Hondureño de Mercadeo Agrícola (IHMA). Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 45 p; [consultado 1 de Octubre del 2018].

FAO. 1993. Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural. Santiago, Chile: [sin editorial]; [consultado 2 de Octubre del 2018].

FAO. 2016. Manual de Procedimientos para la Certificación Oficial de Semillas (TCP/HON/3501). Tegucigalpa: [sin editorial]. 28 p. ; [consultado 1 de Octubre del 2018].

Ferraz Y, Permuy N, Acosta R. 2013. Evaluación de accesiones de maíz (*Zea mays, L.*) en condiciones de sequía en dos zonas edafoclimaticas del municipio Gibara, provincia Holguín.: Evaluación morfoagronómica y estudios de la interacción genotipo x ambiente. Cultivos Tropicales; [consultado 1 de Octubre del 2018]. 34(4):24–30.

Goldfarb M, Queiroga V. 2013. Considerações sobre o armazenamento de sementes. Tecnol. & Ciên. Agropec; [consultado 3 de Octubre del 2018]. 7(3):71–74.
ISTA. 2017. Chapter 2: Sampling. Tallinn, Estonia: The International Seed Testing Association (ISTA). 50 p. (vol. 2017).

Harrington J. 1959. Drying, storing, and packaging seeds to maintain germination and vigor. Proceedings. Miss. Short Course for Seedsmen; [consultado 1 de Octubre del 2018]. 89–107.

Jovel RA. 2011. Evaluación de tres métodos de almacenamiento de semilla de maíz (*Zea mays*) en Zamorano. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 28 p; [consultado 1 de Octubre del 2018].

Jyoti, Malik C. 2013. Seed deterioration: a review. Int. J. LifeSc. Bt & Pharm; [consultado 1 de Octubre del 2018]. 2:374–385. http://www.ijlbpr.com/currentissue.php.

Lawrence J, Maier D. 2011. Aeration Strategy Simulations for Wheat Storage in the Sub-Tropical Region of North India. Transactions of the ASABE; [consultado 5 de Octubre del 2018]. 54(4):1395–1405. doi:10.13031/2013.39008.

Magnitskiy S, Plaza G. 2007. Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales: Physiology of recalcitrant seeds of tropical trees. Agronomía Colombiana; [consultado 5 de Octubre del 2018]. 25(1):96–103.

Meggs F. 2009. Evaluación del efecto de las condiciones de almacenamiento en el Instituto Hondureño de Mercadeo Agrícola sobre la calidad de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 40 p; [consultado 3 de Octubre del 2018].

Méndez J, Merazo J, Zerpa M, Bolívar C. 2008. Efecto de la colocación de semillas de maíz (*Zea mays L.*), caraota (*Phaseolus vulgaris L.*) y algodón (*Gossypium hirsutum L.*) en papel toallín (enrollados y sin enrollar) sobre la germinación y el vigor. Revista Científica de la Escuela de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Oriente UDO Agrícola; [consultado 3 de Octubre del 2018]. 8(1):67–71. http://www.udoagricola.150m.com,

Paraginski RT, Rockenbach BA, Santos RFd, Elias MC, Oliveira Md. 2015. Qualidade de grãos de milho armazenados em diferentes temperaturas. Rev. bras. eng. agríc. ambient; [consultado 4 de Octubre del 2018]. 19(4):358–363. doi:10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p358-363.

Raviv B, Aghajanyan L, Granot G, Makover V, Frenkel O, Gutterman Y, Grafi G. 2017. The dead seed coat functions as a long-term storage for active hydrolytic enzymes. PLoS ONE; [consultado 3 de Octubre del 2018]. 12(7):e0181102. eng. doi:10.1371/journal.pone.0181102.

Rigueira RJA, Lacerda Filho AF, Volk MBS, Cecon PR. 2009. Armazenamento de Grãos de Café Cereja Descascado em Ambiente Refrigerado. REVENG; [consultado 1 de Octubre del 2018]. 17(4):323–333. doi:10.13083/1414-3984.v17n04a08.

Rosas I, Muñoz A, Valverde B, Hernández J, Bellon M. 2007. Calidad física y fisiológica de semilla de maíz criollo almacenada en silo metálico y con métodos tradicionales en Oaxaca, México. Revista Fitotecnia Mexicana; [consultado 1 de Octubre del 2018]. 30(1):69–78.

SAGARPA. 2014. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Mexico: [sin editorial]. 8 p. ; [consultado 1 de Octubre del 2018].

SAGARPA. 2016. Almacenamiento en México. Claridades Agropecuarias; [consultado 3 de Octubre del 2018]. 271:1.

Shelar V. 2008. Role of mechanical damage in deterioration of soybean seed quality during storage: a review. Agricultural Reviews; [consultado 7 de Octubre del 2018]. 29(3):177–184.

Shelar V, Shaikh R, Nikam A. 2008. Soybean seed quality during storage: a review. Agricultural Reviews; [consultado 2 de Octubre del 2018]. 29(2):125–131.

Simic B, Sudaric A, Liovic I, Kalinovic I, Rozman V, Cosic J. 2007. Influence of storage condition on seed quality of maize, soybean and sunflower. Stored Grain Losses; [consultado 2 de Octubre del 2018]. 7:59–63.

Terenti O. 2004. Calidad de semilla, qué implica y cómo evaluarla. Sitio Argentino de Producción Animal; [consultado 4 de Octubre del 2018]. 1(2):1–3.
UPEG. 2017. Boletín Agroestadístico I S 2017; [consultado 4 de Octubre del 2018]. Periodo 2014-2017:1–47.

Valdes Y, Durañona H, Acosta R. 2016. The effect of temperature and humidity on maize grains conservation in metal silos. Cultivos Tropicales; [consultado 4 de Octubre del 2018]. 37(4):105–114. doi:10.13140/RG.2.2.13900.21127.

Zambiasi C. 2015. Qualidade de grãos de feijão armazenados em diferentes condições de temperatura [Tesis doctoral]. Minas Gerais, Brasil: Universidad Federal de Vicosa. 91 p; [consultado 4 de Octubre del 2018].

7. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de Separación de medias (LSMEAN) para semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*).

Humedad.

Sistema	Tiempo	*Medias*	Clasificación	LSMEAN Number
CClima	45	12.6833333	a	14
CClima	0	12.6000000	a	11
CClima	30	12.5333333	a	13
CClima	60	12.5166667	a	15
CClima	120	12.5000000	a	19
CClima	90	12.4433333	a	17
CClima	15	12.4166667	a	12
CClima	135	12.3933333	a	20
CClima	105	12.3833333	a	18
CClima	75	12.3433333	a	16
Bodega	45	12.5833333	a	4
Bodega	30	12.5333333	a	3
Bodega	15	12.2333333	b	2
Bodega	60	12.1500000	b	5
Bodega	120	12.1500000	b	9
Bodega	0	12.1333333	b	1
Bodega	90	12.1200000	b	7
Bodega	75	12.1100000	b	6
Bodega	135	12.0833333	b	10
Bodega	105	12.0700000	b	8

Vigor.

Sistema	Tiempo	*Medias*	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	30	99.3333333	a	3
Bodega	75	99.3333333	a	6
Bodega	15	99.0000000	a	2
Bodega	105	99.0000000	a	8
Bodega	0	98.6666667	a	1
Bodega	60	98.6666667	a	5
Bodega	90	98.6666667	a	7
Bodega	120	98.6666667	a	9
Bodega	135	98.6666667	a	10
Bodega	45	98.3333333	a	4
CClima	45	99.3333333	a	14
CClima	0	99.0000000	a	11
CClima	60	99.0000000	a	15
CClima	75	99.0000000	a	16
CClima	90	99.0000000	a	17
CClima	120	99.0000000	a	19
CClima	135	99.0000000	a	20
CClima	15	98.6666667	a	12
CClima	30	98.3333333	a	13
CClima	105	98.3333333	a	18

Germinación.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	45	98.6666667	a	4
Bodega	30	98.3333333	a	3
Bodega	90	98.3333333	a	7
Bodega	135	98.0000000	ab	10
Bodega	0	97.6666667	ab	1
Bodega	60	97.6666667	ab	5
Bodega	75	97.3333333	ab	6
Bodega	15	96.3333333	bc	2
Bodega	120	96.3333333	bc	9
Bodega	105	95.0000000	c	8
CClima	45	99.6666667	a	14
CClima	90	99.0000000	ab	17
CClima	30	98.6666667	abc	13
CClima	15	98.3333333	abcd	12
CClima	120	97.6666667	bcde	19
CClima	75	97.3333333	bcde	16
CClima	105	97.3333333	bcde	18
CClima	60	97.0000000	cde	15
CClima	135	96.6666667	de	20
CClima	0	96.3333333	e	11

Daño por hongos.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	75	0.93333333	a	6
Bodega	0	0.44000000	b	1
Bodega	45	0.35333333	bc	4
Bodega	60	0.33333333	bc	5
Bodega	30	0.21333333	bc	3
Bodega	135	0.19333333	bc	10
Bodega	105	0.18666667	bc	8
Bodega	15	0.08666667	c	2
Bodega	120	0.08000000	c	9
Bodega	90	0.06000000	c	7
CClima	60	0.40666667	a	15
CClima	0	0.33333333	ab	11
CClima	75	0.28000000	abc	16
CClima	45	0.18666667	abc	14
CClima	135	0.05333333	bc	20
CClima	120	0.04666667	bc	19
CClima	90	0.03333333	bc	17
CClima	30	0.02666667	bc	13
CClima	105	0.02666667	bc	18
CClima	15	0.00000000	c	12

Daño por calentamiento.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	75	1.36000000	a	6
Bodega	120	1.20000000	ab	9
Bodega	30	1.09333333	abc	3
Bodega	105	0.95333333	abcd	8
Bodega	135	0.65333333	abcd	10
Bodega	45	0.63333333	bcd	4
Bodega	0	0.58666667	bcd	1
Bodega	60	0.45333333	cd	5
Bodega	90	0.40000000	cd	7
Bodega	15	0.32666667	d	2
CClima	120	1.10666667	a	19
CClima	75	0.76000000	ab	16
CClima	105	0.76000000	ab	18
CClima	30	0.66666667	ab	13
CClima	60	0.66666667	ab	15
CClima	45	0.65333333	ab	14
CClima	135	0.55333333	ab	20
CClima	0	0.52666667	ab	11
CClima	15	0.47333333	ab	12
CClima	90	0.32666667	b	17

Daño por insectos.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	45	0.72666667	a	4
Bodega	75	0.62666667	ab	6
Bodega	0	0.52000000	abc	1
Bodega	120	0.50000000	abc	9
Bodega	90	0.41333333	abc	7
Bodega	30	0.38666667	abc	3
Bodega	105	0.29333333	bc	8
Bodega	135	0.24000000	bc	10
Bodega	60	0.20000000	c	5
Bodega	15	0.14666667	c	2
CClima	45	0.74000000	a	14
CClima	75	0.68000000	a	16
CClima	0	0.65333333	ab	11
CClima	60	0.41333333	abc	15
CClima	120	0.40000000	abc	19
CClima	105	0.34666667	abc	18
CClima	135	0.24666667	bc	20
CClima	30	0.22000000	c	13
CClima	90	0.16000000	c	17
CClima	15	0.00000000	c	12

Anexo 2. Resultados de Separación de medias (LSMEAN) para semillas de frijol Amadeus 77 (*Phaseolus vulgaris*).

Humedad.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	45	13.5333333	a	4
Bodega	15	13.4333333	ab	2
Bodega	30	13.3000000	bc	3
Bodega	75	13.2666667	bc	6
Bodega	105	13.2333333	bc	8
Bodega	90	13.1666667	bcd	7
Bodega	0	13.1333333	cd	1
Bodega	60	13.1333333	cd	5
Bodega	120	12.9666667	de	9
Bodega	135	12.8800000	e	10
CClima	0	12.8333333	a	11
CClima	15	12.7000000	a	12
CClima	30	12.7000000	a	13
CClima	45	12.4666667	b	14
CClima	75	12.3833333	bc	16
CClima	105	12.3333333	bcd	18
CClima	120	12.3266667	bcd	19
CClima	90	12.2833333	bcd	17
CClima	135	12.2000000	cd	20
CClima	60	12.1333333	d	15

Vigor.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	30	99.3333333	a	3
Bodega	75	99.3333333	a	6
Bodega	15	99.0000000	a	2
Bodega	105	99.0000000	a	8
Bodega	0	98.6666667	a	1
Bodega	60	98.6666667	a	5
Bodega	90	98.6666667	a	7
Bodega	120	98.6666667	a	9
Bodega	135	98.6666667	a	10
Bodega	45	98.3333333	a	4
CClima	45	99.3333333	a	14
CClima	0	99.0000000	a	11
CClima	60	99.0000000	a	15
CClima	75	99.0000000	a	16
CClima	90	99.0000000	a	17
CClima	120	99.0000000	a	19
CClima	135	99.0000000	a	20
CClima	15	98.6666667	a	12
CClima	30	98.3333333	a	13
CClima	105	98.3333333	a	18

Germinación.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	30	97.6666667	a	3
Bodega	105	97.0000000	a	8
Bodega	90	96.6666667	a	7
Bodega	0	96.3333333	ab	1
Bodega	60	96.3333333	ab	5
Bodega	120	96.3333333	ab	9
Bodega	135	96.3333333	ab	10
Bodega	45	95.6666667	ab	4
Bodega	15	94.3333333	ab	2
Bodega	75	94.3333333	b	6
CClima	0	97.6666667	a	11
CClima	90	97.3333333	ab	17
CClima	105	97.3333333	ab	18
CClima	120	97.0000000	abc	19
CClima	45	96.6666667	abc	14
CClima	30	95.6666667	abcd	13
CClima	15	95.3333333	bcd	12
CClima	75	95.3333333	bcd	16
CClima	135	95.0000000	cd	20
CClima	60	94.0000000	d	15

Daño por hongos.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	30	0.33333333	a	3
Bodega	75	0.26000000	a	6
Bodega	45	0.22666667	a	4
Bodega	105	0.18666667	a	8
Bodega	90	0.16000000	a	7
Bodega	60	0.08666667	a	5
Bodega	120	0.06666667	a	9
Bodega	135	0.06666667	a	10
Bodega	15	0.04666667	a	2
Bodega	0	0.02666667	a	1
CClima	120	0.33333333	a	19
CClima	75	0.26666667	a	16
CClima	60	0.13333333	a	15
CClima	105	0.13333333	a	18
CClima	0	0.11333333	a	11
CClima	90	0.10000000	a	17
CClima	30	0.08333333	a	13
CClima	45	0.05333333	a	14
CClima	135	0.05333333	a	20
CClima	15	0.02666667	a	12

Daño en testa.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	45	2.90666667	a	4
Bodega	120	2.89333333	a	9
Bodega	90	2.65333333	a	7
Bodega	60	2.48666667	ab	5
Bodega	135	2.40666667	ab	10
Bodega	15	2.18000000	ab	2
Bodega	75	2.06000000	ab	6
Bodega	105	1.96000000	ab	8
Bodega	30	1.48666667	bc	3
Bodega	0	0.53333333	c	1
CClima	60	2.93333333	a	15
CClima	75	2.36666667	ab	16
CClima	135	2.36666667	ab	20
CClima	120	2.33333333	ab	19
CClima	90	2.26666667	ab	17
CClima	30	2.26000000	ab	13
CClima	45	1.90000000	ab	14
CClima	105	1.71333333	b	18
CClima	15	1.68666667	b	12
CClima	0	0.11333333	c	11

Daño por calentamiento.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	0	1.72000000	a	1
Bodega	135	1.64000000	ab	10
Bodega	15	1.57333333	abc	2
Bodega	45	1.26666667	abc	4
Bodega	75	1.21333333	abcd	6
Bodega	60	1.11000000	abcd	5
Bodega	120	1.06666667	bcd	9
Bodega	105	1.00000000	cd	8
Bodega	30	0.63333333	d	3
Bodega	90	0.62000000	d	7
CClima	135	2.24000000	a	20
CClima	45	2.08000000	a	14
CClima	75	1.37333333	b	16
CClima	0	1.36000000	b	11
CClima	120	1.14666667	b	19
CClima	105	1.07333333	b	18
CClima	90	1.01333333	b	17
CClima	30	0.92000000	b	13
CClima	60	0.90000000	b	15
CClima	15	0.84666667	b	12

Anexo 3. Resultados de Separación de medias (LSMEAN) para sistemas de almacenamiento.

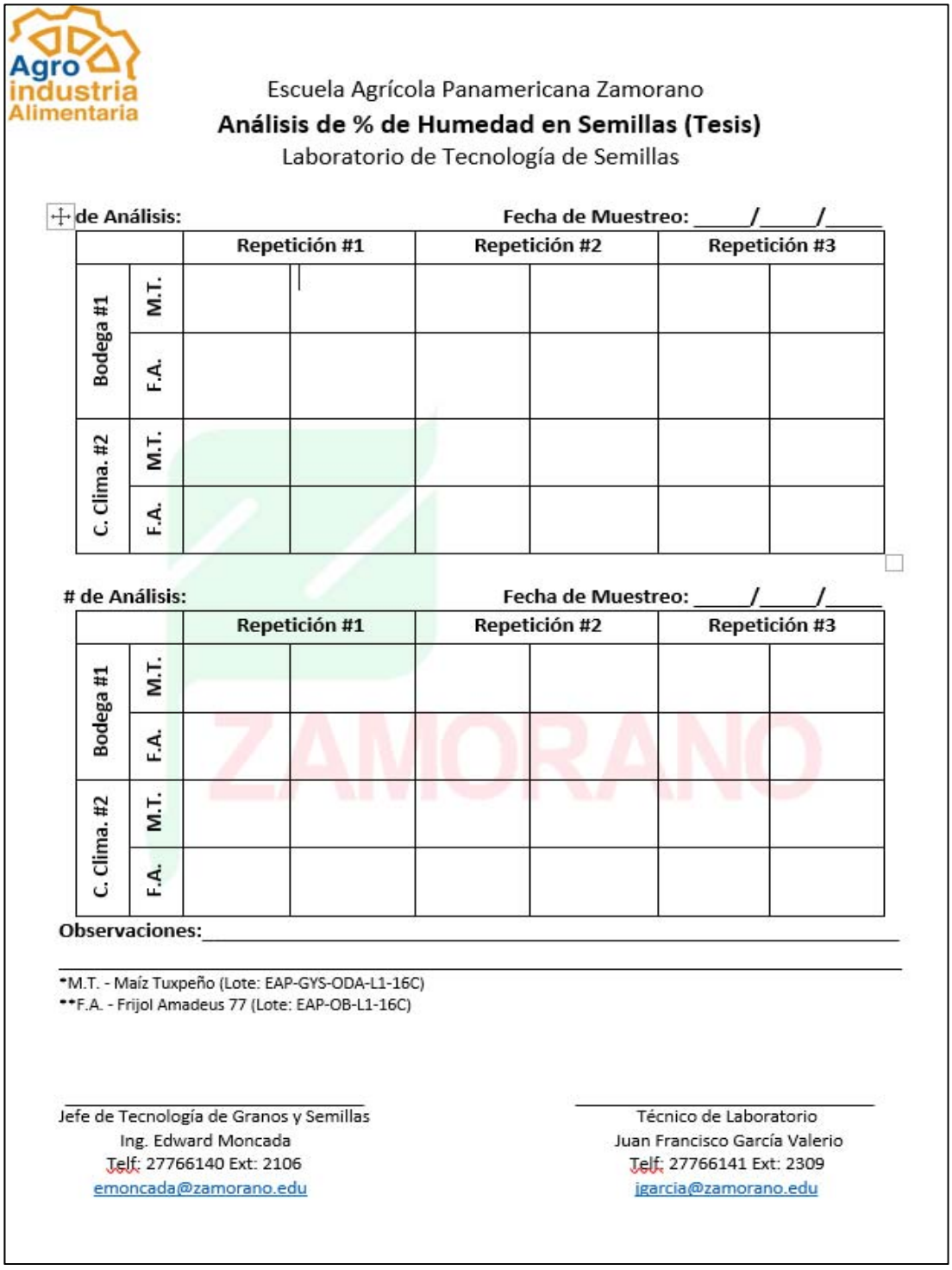
Temperatura del ambiente.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	135	28.7100000	a	10
Bodega	0	28.4466667	ab	1
Bodega	75	28.1800000	abc	6
Bodega	45	27.6200000	bc	4
Bodega	105	27.5933333	bc	8
Bodega	120	27.3733333	cd	9
Bodega	15	26.5400000	d	2
Bodega	60	26.5200000	d	5
Bodega	30	25.8133333	de	3
Bodega	90	25.3200000	e	7
CClima	135	16.2366667	a	20
CClima	120	16.2233333	a	19
CClima	60	16.1933333	a	15
CClima	105	16.0733333	a	18
CClima	75	15.9433333	a	16
CClima	45	15.9200000	a	14
CClima	0	15.9033333	a	11
CClima	30	15.8400000	a	13
CClima	90	15.7600000	a	17
CClima	15	15.4200000	a	12

Humedad Relativa.

Sistema	Tiempo	Medias	Clasificación	LSMEAN Number
Bodega	15	70.4866667	a	2
Bodega	90	64.9800000	b	7
Bodega	30	63.8566667	b	3
Bodega	0	62.3433333	bc	1
Bodega	105	61.6766667	bc	8
Bodega	45	61.2566667	bc	4
Bodega	120	60.6600000	bc	9
Bodega	60	57.7800000	cd	5
Bodega	135	55.5466667	d	10
Bodega	75	53.3233333	d	6
CClima	0	56.5600000	a	11
CClima	30	56.2700000	a	13
CClima	60	56.1966667	a	15
CClima	15	55.4833333	a	12
CClima	45	54.8133333	a	14
CClima	75	54.3366667	a	16
CClima	105	53.7433333	a	18
CClima	120	52.9466667	a	19
CClima	90	51.9566667	a	17
CClima	135	51.5233333	a	20

Anexo 4. Formato de humedad para la toma de datos en los 135 días de evaluación.



Escuela Agrícola Panamericana Zamorano

Análisis de % de Humedad en Semillas (Tesis)

Laboratorio de Tecnología de Semillas

de Análisis: **Fecha de Muestreo:** _____/_____/_____

		Repetición #1		Repetición #2		Repetición #3	
Bodega #1	M.T.						
	F.A.						
C. Clima. #2	M.T.						
	F.A.						

 # de Análisis: **Fecha de Muestreo:** _____/_____/_____

		Repetición #1		Repetición #2		Repetición #3	
Bodega #1	M.T.						
	F.A.						
C. Clima. #2	M.T.						
	F.A.						

Observaciones:_____

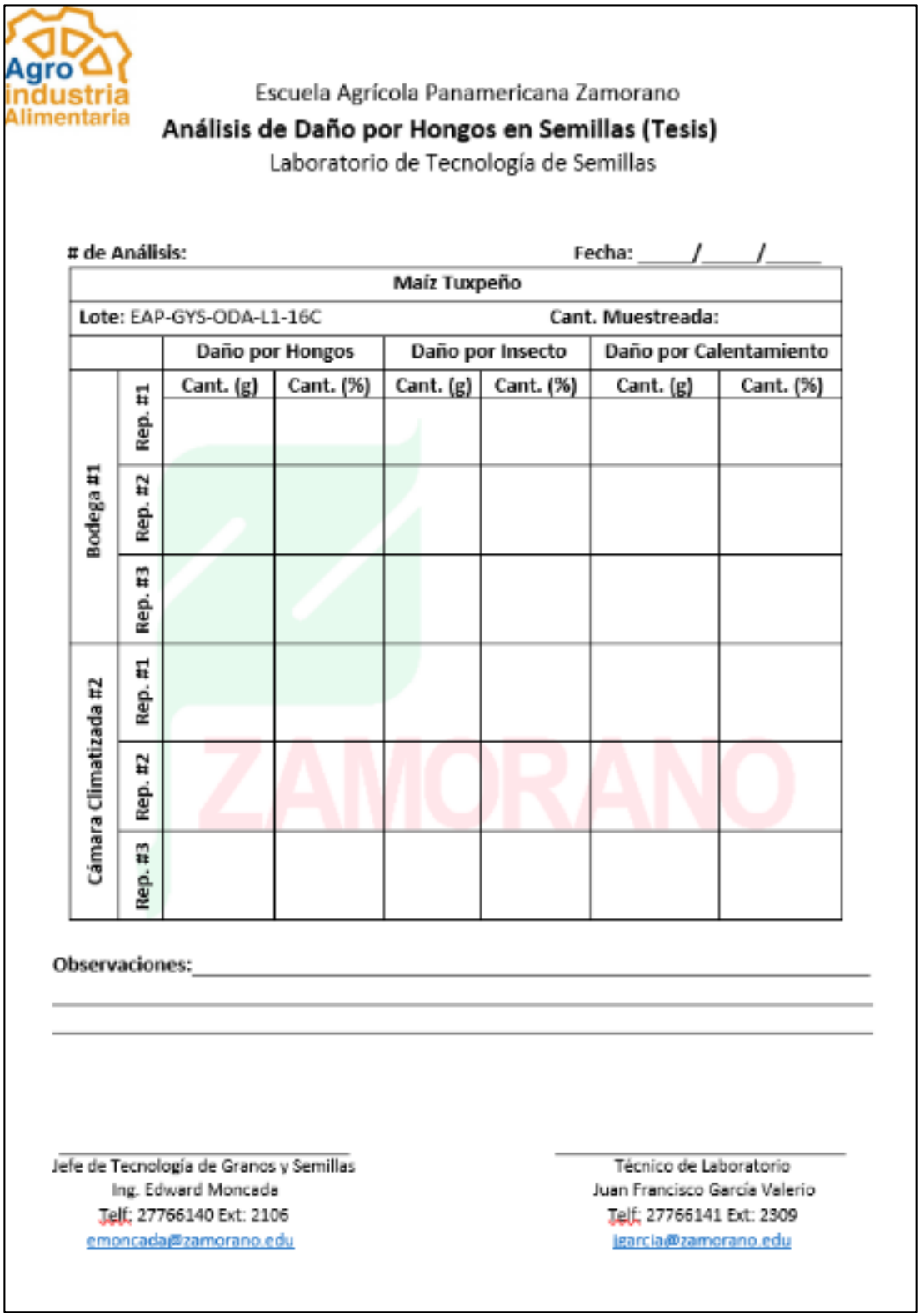
*M.T. - Maíz Tuxpeño (Lote: EAP-GYS-ODA-L1-16C)

**F.A. - Frijol Amadeus 77 (Lote: EAP-OB-L1-16C)

Jefe de Tecnología de Granos y Semillas
Ing. Edward Moncada
Telf: 27766140 Ext: 2106
emoncada@zamorano.edu

Técnico de Laboratorio
Juan Francisco García Valerio
Telf: 27766141 Ext: 2309
jgarcia@zamorano.edu

Anexo 5. Formato de daños físicos en maíz tuxpeño para la toma de datos en los 135 días de evaluación.



Escuela Agrícola Panamericana Zamorano

Análisis de Daño por Hongos en Semillas (Tesis)

Laboratorio de Tecnología de Semillas

 # de Análisis: **Fecha:** _____/_____/_____

Maíz Tuxpeño							
Lote: EAP-GYS-ODA-L1-16C					**Cant. Muestreada:**		
		Daño por Hongos		Daño por Insecto		Daño por Calentamiento	
		Cant. (g)	Cant. (%)	Cant. (g)	Cant. (%)	Cant. (g)	Cant. (%)
Bodega #1	Rep. #1						
	Rep. #2						
	Rep. #3						
Cámara Climatizada #2	Rep. #1						
	Rep. #2						
	Rep. #3						

Observaciones: _____

Jefe de Tecnología de Granos y Semillas
Ing. Edward Moncada
Telf: 27766140 Ext: 2106
emoncada@zamorano.edu

Técnico de Laboratorio
Juan Francisco García Valerio
Telf: 27766141 Ext: 2309
jgarcia@zamorano.edu

Anexo 6. Formato de daños físicos en frijol Amadeus 77 para la toma de datos en los 135 días de evaluación.

Agro industria Alimentaria

Escuela Agrícola Panamericana Zamorano

Análisis de Daño por Hongos en Semillas (Tesis)

Laboratorio de Tecnología de Semillas

 # de Análisis: **Fecha:** _____/_____/_____

Frijol Amadeus 77									
Lote: EAP-OB-L1-16C						**Cant. Muestreada:**			
		Daño por Hongos		**Daño en Testa**		**Daño por Calentamiento**		**Daño por Maduración**	
		Cant. (g)	**Cant. (%)**	**Cant. (g)**	**Cant. (%)**	**Cant. (g)**	**Cant. (%)**	**Cant. (g)**	**Cant. (%)**
Bodega #1	**Rep. #1**								
	Rep. #2								
	Rep. #3								
Cámara Climatizada #2	**Rep. #1**								
	Rep. #2								
	Rep. #3								

Observaciones: _____

_____

_____

Jefe de Tecnología de Granos y Semillas
Ing. Edward Moncada
Telf: 27766140 Ext: 2106
emoncada@zamorano.edu

Técnico de Laboratorio
Juan Francisco García Valerio
Telf: 27766141 Ext: 2309
jgarcia@zamorano.edu

ZAMORANO