

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Agroindustria Alimentaria**  
**Ingeniería en Agroindustria Alimentaria**



Proyecto Especial de Graduación

**Evaluación de la calidad física y fisiológica de semillas de maíz tuxpeño (*Zea mays*) al desgrane durante cinco meses de almacenamiento bajo condiciones controladas**

Estudiante

Pastor Elias Vilchez Herrera

Asesores

Edward Moncada, Mtr.

Raúl Espinal, Ph.D.

Honduras, agosto 2021

**Autoridades**

**TANYA MÜLLER GARCÍA**

Rectora

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Contenido.....	3
Índice de Cuadros.....	5
Índice de Anexos.....	6
Resumen .....	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	12
Ubicación del estudio.....	12
Metodología.....	12
Procedimiento de muestreo.....	13
Procedimiento para análisis físico.....	14
Procedimiento para análisis fisiológico.....	15
Tratamientos y variables.....	15
Diseño experimental y análisis estadístico.....	16
Resultados y Discusión.....	17
Resultados sobre calidad física.....	17
Impurezas.....	17
Semilla manchada.....	18
Daño por hongos.....	18
Daño mecánico.....	19
Daño por insectos.....	19
Humedad.....	20
Resultados sobre calidad fisiológica.....	21
Germinación.....	21

	4
Vigor.....	22
Correlaciones.....	22
Conclusiones.....	26
Recomendaciones.....	27
Referencias.....	28
Anexos.....	33

**Índice de Cuadros**

Cuadro 1 Lotes de 100 kg.....	13
Cuadro 2 Lotes con más de 100kg. ....	14
Cuadro 3 Tratamientos y variables dependientes evaluadas en lotes de semilla de maíz tuxpeño desgranado. ....	16
Cuadro 4 Valuación de porcentaje de daños físicos en lotes de semillas almacenados bajo condiciones controladas. ....	17
Cuadro 5 Evaluación de porcentaje de germinación y vigor de los cinco lotes de semillas almacenadas en bodega bajo condiciones controladas. ....	21
Cuadro 6 Correlaciones entre variables de calidad física y fisiológica de semillas durante almacenamiento bajo condiciones controladas. ....	23
Cuadro 7 Intercepto y parámetros estadísticos para las variables de la regresión.....	24

### Índice de Anexos

Anexo A Resultados de separación de medias (DUNCAN) para lotes de semillas de maíz tuxpeño (Zea Mays).....	33
Anexo B Resultados de correlaciones entre variables evaluadas.....	36
Anexo C Resultados de regresión con variables significativas.....	37

### Resumen

Se evaluaron cinco lotes de semilla de maíz (*Zea mays*) variedad tuxpeña en almacenamiento bajo condiciones controladas para determinar el lote que mejor se comportó durante condiciones específicas (60% HR, 14-18 °C). Se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en impureza, semilla manchada, daño por hongos, daño por insectos y humedad. No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en daño mecánico, vigor y germinación. Se encontró correlación alta positiva entre germinación y vigor, así como una correlación alta negativa entre daño por hongos y semilla manchada. Se trabajó con una regresión lineal que estableció la relación entre dos valores significativos (humedad y vigor) para obtener la germinación de lotes de semillas. La ecuación obtenida fue: Germinación (%) = 22.05 + 0.587 (% Humedad) + 0.719 (% Vigor).

*Palabras clave:* Comportamiento, germinación, humedad, vigor.

### Abstract

Five batches of corn seed (*Zea mays*), tuxpeño variety, were evaluated in storage under controlled conditions to determine the batch that best performed during specific conditions (60% RH, 14-18 °C). Significant differences ( $P < 0.05$ ) were observed in impurity, stained seed, damage by fungi and insects and humidity. No significant differences ( $P < 0.05$ ) were found in mechanical damage, vigor, and germination. A negative correlation was found between the percentage of stained seed and fungal damage, mechanical damage, and vigor percentage, as well as impurities with mechanical damage. A positive correlation was found between germination and vigor, and fungal damage with stained seed. A linear regression was used to establish the relationship between two significant values (humidity and vigor) to obtain the germination of seed lots. The regression equation obtained was Germination (%) =  $22.05 + 0.587 (\% \text{ Humidity}) + 0.719 (\% \text{ Vigor})$ .

*Keywords:* Germination, humidity, performance, vigor.

## Introducción

Cultivos como el maíz se producen en gran escala con el fin de ser destinados como materias primas. El pronóstico de la FAO para la producción agregada de maíz de la subregión en 2017 fue recientemente revisado al alza hasta 29,7 millones de toneladas- menor al nivel registrado del año pasado, pero muy por encima del promedio de los últimos cinco años. La revisión es producto de mejores resultados en Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Honduras (FAO y OPS 2017). El desarrollo de cereales más productivos y nutritivos depende de un sistema de producción eficiente de semillas de calidad.

Un factor básico en la agricultura moderna es la utilización de variedades con potencial para obtener altos rendimientos en granos o forrajes. Ante esto, se ha recurrido a técnicas de análisis para evaluar la calidad de semillas para siembra. Recurriendo a la Norma Internacional ISO 9001:2015, calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con las necesidades o expectativas establecidas, implícitas u obligatorias (Cortés 2017).

La calidad de las semillas es el factor más importante durante la producción masiva de estas. Se define a la semilla como el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas, desempeñando una función fundamental como fuente de alimento de muchos animales y para el ser humano (Doria 2010). Para la producción de semillas se ven involucrados diferentes factores, los cuales llevan a cabo distintos procesos en la búsqueda de la calidad de una semilla.

En el contexto de la calidad de la semilla, una semilla de calidad incluye un conjunto de aspectos distintos de la biología de la semilla, como lo son: Físico (No dañado, libre de enfermedades, libre de malezas y tamaño uniforme), fisiológico (Alta germinación y vigor), genético (Pureza y potencial de rendimiento) y relacionados con la salud (libre de microorganismos) (Domergue et al. 2019).

Las semillas se procesan con el fin de eliminar impurezas, clasificarlas y acondicionarlas. Incluye fases como recepción de la cosecha, secado, desgrane, limpieza y almacenamiento, hasta llegar a su comercialización. Cada fase requiere de una estricta atención y monitoreo.

El exceso de humedad posterior a la cosecha es una de las principales causas de pérdidas en la producción de semillas. El método de secado consiste en aplicar altas temperaturas a través de las mazorcas, para que la humedad excesiva en las semillas sea reducida hasta llegar a un porcentaje óptimo definido por la planta procesadora. En el caso de la planta procesadora de semillas de Zamorano, se maneja humedad final entre 11.5 y 12.5%.

Seguidamente, el desgrane mecánico facilita y agiliza el proceso de producción, permitiendo que, al momento del almacenamiento, este requiera menos espacio y facilite alguna actividad de emergencia como fumigación. Sin embargo, las desgranadoras pueden llegar a afectar el aspecto físico de la semilla, al ocasionar golpes o la ruptura de la semilla según la fuerza aplicada (MacRobert et al. 2015).

Por otra parte, el factor del almacenamiento es vital para la calidad de la semilla, siendo este la conservación de semillas en condiciones ambientales controladas para mantener la viabilidad de las mismas (la germinación y el vigor) durante largos períodos, desde la cosecha hasta la siembra de las semillas elaboradas por el agricultor (FAO 2019). Una temperatura y humedad relativa estable permitirá una correcta conservación del material genético.

La cosecha de maíz recibida en la planta de semillas resultó con altos niveles de producción, sobrepasando lo proyectado, lo cual limitó el acondicionamiento de todo el material genético. Ante esto, se dio la excepción de almacenar bajo condiciones controladas, material únicamente secado y desgranado, con el objetivo de preservar la calidad de las semillas.

El presente estudio evaluó la calidad física y fisiológica de cinco lotes de semillas de maíz tuxpeño, con origen en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, durante su almacenamiento bajo condiciones controladas, los cuales atravesaron los procesos de secado y desgrane.

En este estudio se definieron como objetivos evaluar los parámetros de calidad física y fisiológica durante el almacenamiento de semillas de maíz tuxpeño, así como determinar el tratamiento que obtuvo las mejores condiciones de calidad de semilla durante su almacenamiento. Del mismo modo, determinar la correlación existente entre los resultados de cada una de las variables dependientes y precisar a través de una regresión lineal los factores que más afectan la germinación.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación del Estudio**

El estudio se realizó en la Planta de Procesamiento de Semillas y en el Laboratorio de Semillas de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yeguaré, Municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

### **Metodología**

Se evaluaron cinco lotes de semillas de maíz tuxpeño procedentes de la planta de semillas de semillas de Zamorano, los cuales anterior a su almacenamiento, fueron sometidos únicamente a los procesos de desgrane y secado.

Se realizaron un total de nueve muestreos de cada uno de los lotes de material desgranado, para la evaluación de estos se llevaron a cabo análisis físicos y fisiológicos.

### **Materiales y Equipos**

#### ***Muestreo***

- Calador manual
- Muestreador SEEDBURO
- Guantes
- Marcador y etiquetas
- Bolsas plásticas

#### ***Análisis Físico***

- Homogeneizador-separador SEEDBURO
- Balanza digital
- Cajas plásticas
- Tamiz 17/64

#### ***Análisis Fisiológico***

- Homogeneizador eléctrico o manual
- Cámara de germinación
- Papel para germinación
- Atomizador
- Marcador y etiquetas
- Bolsas plásticas
- Guantes
- Cajas de plástico (35×35cm)
- Pala pequeña
- Contador de semillas

Todos los procedimientos para el muestreo y análisis tanto físicos como fisiológicos empleados en el estudio son los establecidos por el laboratorio de granos y semillas de Zamorano.

### **Procedimiento de Muestreo**

El tipo de muestreo y su intensidad se definió según los Cuadros 1 y 2.

#### **Cuadro 1**

*Lotes de 100 kg.*

Número de contenedores	Número mínimo de muestreo principal
1 – 4	3 de cada contenedor
5 – 8	2 de cada contenedor
9 – 25	1 de cada contenedor
16 – 30	15 del lote de semilla
31 – 50	20 del lote de semilla
60 +	30 del lote de semilla

*Nota.* Tomado de (Sáenz Mendoza 2018)

## Cuadro 2

*Lotes con más de 100kg.*

Tamaño de lote	Intensidad de muestreo
Hasta 500 kg	Por lo menos 5 muestras primarias
501 – 3000 kg	1 muestra/300 kg (no < 5)
3001 – 20000 kg	1 muestra/500 kg (no < 10)
20000 kg +	1 muestra/700 kg (no < 40)
Hasta 5 sacos	5 muestras primarias
6 – 30 sacos	1 muestra/3 sacos
31 sacos +	1 muestra/5 sacos

*Nota.* Tomado de (Sáenz Mendoza 2018)

Se realizó un muestreo al azar acorde a lo establecido en los Cuadros 1 y 2. Inicialmente, se utilizó equipo de protección personal, así como se aseguró la limpieza del equipo en el cual se colocó la muestra, con el fin de evitar contaminación cruzada. Se introdujo el muestreador y se giró 180 ° hasta llenarlo con semillas, se agitó y luego se removió el exceso, para finalmente vaciar la muestra en una bolsa plástica. Dichos pasos se repitieron hasta alcanzar el tamaño de muestra requerido, realizados en distintos puntos del lote (Superior, medio e inferior). Una vez listo el tamaño de la muestra, esta se etiquetó con código de lote/muestra, fecha, tipo de semillas, origen, área de muestreo, persona que la realizó, y por último se almacenaron en un lugar fresco y aireado.

### Procedimiento Para Análisis Físico

Se verificó la limpieza y el buen estado de equipos y materiales a utilizar. Se tomó una muestra por cada lote de material desgranado a evaluar. Cada muestra se homogenizó a través de un homogeneizador – separador SEEDBURO, seguidamente se pesaron 500 g de semillas en la balanza digital y pasaron por un tamizador 17/64 para separar las impurezas. Una vez tamizada la muestra se continuó a separar toda aquella semilla que presentara algún daño físico. Se pesó el total de semillas que presentaron este tipo de daño y se calculó su porcentaje representativo a través de la Ecuación

1:

$$\% \text{ de daño} = \frac{\text{daño en gramos}}{500 \text{ gramos}} \times 100 \quad [1]$$

### **Procedimiento Para Análisis Fisiológico**

Para el análisis fisiológico se tomó la muestra y se colocó en un contador de semillas con capacidad de 100 semillas. Se verificó la limpieza y buen estado del papel de germinación, el cual fue utilizado como medio de germinación. Se tomaron tres láminas de papel por muestra y se humedecieron uniformemente, luego se colocaron una lámina sobre otra. Se levantó la primera lámina y luego se colocó el contador sobre el centro de la segunda y tercera lámina de papel y se dejaron caer las semillas sobre este. Una vez colocadas las semillas, se cubrieron con la primera lámina de papel. Finalmente, se tomaron las tres láminas y se enrolló todo el material. Se identificó cada muestra con su código de muestra, fecha de muestreo, fecha de análisis, persona que realizó el análisis y se colocaron las muestras en una cámara de germinación a una temperatura de 25 °C por siete días, realizando monitoreo diario de temperatura.

Se realizó lectura de vigor al cuarto día y al séptimo día la lectura de germinación de la muestra.

### **Tratamientos y Variables**

Se establecieron cinco tratamientos (Lotes de semillas desgranadas) los cuales se evaluaron a partir de las variables determinadas mencionadas en el Cuadro 3. Se realizaron nueve muestreos durante seis meses.

**Cuadro 3**

*Tratamientos y variables dependientes evaluadas en lotes de semilla de maíz tuxpeño desgranado.*

Variables	Tratamientos				
	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5
Impurezas	χ	χ	χ	χ	χ
Semilla manchada	χ	χ	χ	χ	χ
Daño por hongos	χ	χ	χ	χ	χ
Daño mecánico	χ	χ	χ	χ	χ
Daño por insecto	χ	χ	χ	χ	χ
Germinación	χ	χ	χ	χ	χ
Humedad	χ	χ	χ	χ	χ
Vigor	χ	χ	χ	χ	χ

*Nota.* Signo "χ" representa los datos a obtener.

**Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Se utilizó el programa SAS<sup>®</sup> versión 9.6 para realizar análisis estadístico del estudio. Por medio de un Diseño Completamente al Azar y separación de medias Duncan, se evaluaron parámetros físicos y fisiológicos (Daño mecánico, daño por hongos, daño por insectos, semilla manchada, impurezas, germinación, vigor, humedad) para determinar el tratamiento que mejor se comportó durante almacenamiento. Se realizaron correlaciones entre las variables dependientes y una ecuación de regresión para determinar el porcentaje de germinación a partir de las variables significativas.

## Resultados y Discusión

### Resultados Sobre Calidad Física

Los resultados reflejados en el Cuadro 4, fueron realizados a través de un análisis de significancia y diferencia de medias DUNCAN. Se evaluaron seis parámetros de calidad física, acorde al Anexo A, en los cuales se encontraron diferencias significativas en tratamientos evaluados.

#### Cuadro 4

*Valuación de porcentaje de daños físicos en lotes de semillas almacenados bajo condiciones controladas.*

Análisis	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	Pr < F
	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E	
Impurezas	0.56 ± 0.37 <sup>c</sup>	0.87 ± 0.09 <sup>a,b</sup>	0.72 ± 0.22 <sup>c,b</sup>	0.65 ± 0.13 <sup>c</sup>	0.95 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.0022
Semilla manchada	0.85 ± 0.37 <sup>b</sup>	0.40 ± 0.10 <sup>c</sup>	0.43 ± 0.07 <sup>c</sup>	0.98 ± 0.50 <sup>b</sup>	1.35 ± 0.39 <sup>a</sup>	<.0001
Daño por hongos	1.94 ± 0.09 <sup>a</sup>	2.04 ± 0.25 <sup>a</sup>	2.07 ± 0.17 <sup>a</sup>	1.56 ± 0.42 <sup>b</sup>	1.61 ± 0.26 <sup>b</sup>	0.0002
Daño mecánico	0.35 ± 0.24 <sup>a</sup>	0.36 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.36 ± 0.05 <sup>a</sup>	0.28 ± 0.25 <sup>a</sup>	0.17 ± 0.10 <sup>a</sup>	0.0991
Daño por insectos	0.14 ± 0.17 <sup>a</sup>	0.06 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.04 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.00 ± 0 <sup>b</sup>	0.01 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.0068
Humedad	11.82 ± 0.15 <sup>c</sup>	11.98 ± 0.14 <sup>c</sup>	12.41 ± 0.29 <sup>b</sup>	12.43 ± 0.37 <sup>b</sup>	12.72 ± 0.42 <sup>a</sup>	<.0001

*Nota.* <sup>a-b-c</sup> Medias seguidas de letras diferentes en cada fila son estadísticamente diferentes (P < 0.05).

P < F: Probabilidad.

#### **Impurezas**

Acorde con Quinto et al. (2009), en impurezas se encuentran trozos de ramitas, hojas, semillas de otras especies, residuos de tejidos vegetales y trozos de semillas.

Para el control de impurezas se requiere asegurar equipos de aire y zarandas, acorde a las dimensiones del tipo de semillas a limpiar y clasificar. Se tiene que estar verificando por los diferentes puntos de descarga, la eliminación de contaminantes y en el punto de salida de la semilla para comprobar la eficiencia en limpieza y clasificación (Bonilla Bird 2014).

A pesar de que los tratamientos no pasaron por el proceso de limpieza antes de su almacenamiento, acorde al Cuadro 4, se encontró diferencia estadística significativa con un valor de probabilidad de 0.022. Esto puede darse debido a la influencia de otros aspectos como humedad en el lote.

### ***Semilla Manchada***

El secado del grano, luego de la cosecha, es importante debido a que evita el aumento de calor, disminuye el proceso respiratorio, disminuye la reproducción de hongos y reduce el riesgo de germinación durante el almacén (Deras Flores 2014). La temperatura de secado para las semillas debe ser controlada, (Moratinos 2012) afirma que, al momento de secado, se tiene que mantener la temperatura del aire de secado a menos de 40 °C. Esto cumple con el proceso de secado aplicado en la planta de semillas de Zamorano, en la cual se aplica temperatura de 35 °C, con el fin de evitar daños por manchas en semillas.

A pesar de que todos los tratamientos fueron sometidos a la misma temperatura de secado antes de su almacenamiento, acorde al Cuadro 4, para el daño de semilla manchada se encontraron diferencias estadísticamente significativas con un valor de 0.0001.

Este tipo de daño también puede ser atribuible a la actividad microbiana, la cual puede estar relacionada al porcentaje de impurezas. Las impurezas, granos rotos y agrietados favorecen el desarrollo de microorganismos (Lucia y Assennato 1993).

### ***Daño por Hongos***

Los hongos son responsables de los máximos daños o deterioro de las semillas en almacenamiento. Cuando están presentes, causan olores desagradables, decoloración del grano, pérdida de viabilidad de la semilla y pérdida de su valor nutritivo (FAO 2019).

Según Díaz Cortes (2007), uno de los hongos más importantes en el maíz es *Fusarium moniliforme*, mientras que en almacén se encuentra *Aspergillus flavus* y *A. ochraceus*. Dichos hongos invaden la semilla después de la cosecha y actúan como indicadores en la calidad del maíz. Actualmente, se aplican medidas preventivas como monitorear temperatura y humedad de la semilla con el fin de controlar proliferación de hongos.

De acuerdo con el Cuadro 4, se encontraron diferencias estadísticamente significativas por el valor 0.0002 para la presencia de daño por hongos en al menos un tratamiento.

### ***Daño Mecánico***

El desgranado es una operación crítica. Si bien la semilla de maíz no es muy sensible a los daños mecánicos, con contenido de humedad mayor al 20% puede sufrir daños mecánicos (Wunder Canido 2013). A mayor contenido de humedad en las estructuras entre semilla y olote, mayor será la energía necesaria para separarlas (Boson et al. 2019). En la planta de semillas de Zamorano, una vez recibida la cosecha, directamente pasa por el proceso de secado para bajar la humedad y facilitar el posterior desgrane.

El daño mecánico puede afectar la calidad física, fisiológica y sanitaria de la semilla. La resistencia mecánica de las semillas depende de varios factores, como humedad, su madurez y la variedad a la que estas pertenecen (Mancera Rico et al. 2007). Un correcto manejo de maquinaria agrícola al momento de cosecha, transporte, secado y desgrane evita daños mecánicos en la semilla.

Conforme al Cuadro 4, no se encontró diferencia estadística significativa para la presencia de daños mecánicos, debido al valor de 0.0991. Esto puede atribuirse a que todos los lotes fueron sometidos a la misma maquinaria en planta.

### ***Daño por Insectos***

La semilla dañada (partida, rajada o arrugada) puede no germinar y tiene más probabilidad de ser atacada por insectos y microorganismos (FAO 2016). Los insectos son capaces de infestar el maíz en cualquiera de las etapas de desarrollo y durante el almacenamiento. El maíz almacenado es una fuente ideal de alimento para los insectos, que están adaptados a situaciones de confinamiento, causando pérdidas de rendimiento, disminución del valor y pérdidas de calidad (García-Lara S, Espinoza C, Bergvinson D 2007). Las plagas más comunes en el maíz durante el almacenamiento pertenecen al *Phylum Artrópoda*, entre los cuales tanto arácnidos como insectos, plagas como el gorgojo del maíz (*Sitophilus zeamais*) y la polilla de los cereales (*Sitotroga cerealella*) (Castillo Najar 2019).

La mejor manera de evitar contaminación en semillas por plagas y enfermedades es usar prácticas de producción de semillas adecuadas. Durante el almacenamiento, para el control de plagas en la planta de semillas de Zamorano se hace uso de los servicios de la empresa ECOLAB, que se encarga de programar todas las aplicaciones de insecticidas correspondientes (Méndez Herrera 2019). Daños por plagas en los lotes de maíz presentó diferencia estadísticamente significativa por el valor de 0.0001.

### ***Humedad***

Estudios realizados por Jovel López (2011), demostraron un porcentaje de humedad final de 12.7% tras almacenar semillas de maíz acondicionadas en una bodega, comparando con este estudio, observamos que el porcentaje de humedad más alto resultó en el lote cinco con 12.7%, en el caso de semillas que solo pasaron por el proceso de secado y desgrane.

El contenido de humedad es la cantidad de agua contenida en la muestra de semilla y expresada como porcentaje del peso de la muestra original. Es uno de los factores más importantes en el mantenimiento de la calidad de la semilla y está relacionado con los aspectos de calidad fisiológica, madurez de la semilla, daños, secado, tiempo de almacenamiento y susceptibilidad a infestaciones (FAO 2016).

La semilla se puede almacenar en sacos durante períodos largos, siempre y cuando tenga un contenido de humedad de menos del 13%, las condiciones de almacenamiento sean favorables para mantener la viabilidad de las semillas, protección de plagas de almacenamiento y sacos permitan intercambio de gases (MacRobert et al. 2015). La planta de semillas de Zamorano maneja porcentajes de humedad en semillas entre 11.5 a 12.5% para su posterior proceso de certificación y comercialización. Según el Cuadro 4, se encontraron diferencias significativas con un valor de probabilidad de 0.0001 para el porcentaje de humedad.

## Resultados Sobre Calidad Fisiológica

Los resultados presentados en el Cuadro 5, fueron analizados a través de análisis de significancia ( $P < 0.05$ ) y separación de medias DUNCAN. Se evaluaron dos parámetros de calidad fisiológica, acorde al Anexo A, en los cuales no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

### Cuadro 5

*Evaluación de porcentaje de germinación y vigor de los cinco lotes de semillas almacenadas en bodega bajo condiciones controladas.*

Análisis	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5	P<F
Germinación	96.66± 1.87 <sup>a</sup>	97.44± 1.23 <sup>a</sup>	97.22±0.97 <sup>a</sup>	97.00± 1.22 <sup>a</sup>	96.77± 1.39 <sup>a</sup>	0.748
Vigor	94.00± 1.58 <sup>a</sup>	95.55± 1.42 <sup>a</sup>	94.44±1.33 <sup>a</sup>	94.22±1.39 <sup>a</sup>	93.88± 0.92 <sup>a</sup>	0.086

*Nota.* Medias seguidas de letras iguales en cada fila no son estadísticamente diferentes ( $P > 0.05$ ).

P < F: Probabilidad.

### Germinación

Según Rosental et al. (2014), la germinación de la semilla se define como la serie de procesos metabólicos y morfo genéticos, que transforman el embrión en una plántula que se puede convertir en una planta adulta. El porcentaje de germinación se considera el parámetro más importante en la industria de las semillas. Germinación y pureza varietal son características que son garantizadas por los productores de semilla. Para que la germinación se realice, se necesita que la semilla tenga un embrión capaz de crecer, tener la temperatura, aireación y humedad adecuada y que se eliminen los bloques fisiológicos adquiridos durante el almacenamiento (Braga Sandoval 2010). Durante el proceso, los daños mecánicos producen magulladuras y abrasiones que provocan un descenso en vigor y germinación, dando origen a plántulas vulnerables (Doria 2010). Las pruebas de germinación y vigor se recomiendan implementarlas de forma paralela, para emitir veredictos integrales de la calidad fisiológica, debido a que estos dos parámetros interfieren y ayudan a definir la calidad física y fisiológica de la semilla (Pérez Mendoza et al. 2006).

Toda muestra de semillas tomada de cada lote fue sometida al proceso de germinación en cámaras climatizadas bajo las mismas condiciones. Acorde al Cuadro 5, para el análisis de germinación realizado en los lotes de semillas evaluados, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas por el valor de probabilidad de 0.7475.

### **Vigor**

El vigor es una característica determinante en la longevidad de semillas durante el almacenamiento, siendo genética de la planta expresada a nivel de semilla, que es afectada por factores exógenos como la nutrición de la planta madre, daños mecánicos ocasionados durante la cosecha, el procesamiento y el almacenamiento (Gutiérrez-Hernández et al. 2007). El vigor no es solo una propiedad medible, sino que abarca varias características relacionadas con el rendimiento de lotes, velocidad y uniformidad en germinación, junto con el crecimiento de las plántulas. Se considera la retención de la capacidad de germinar de estas (ISTA 2016). Las semillas de alto vigor se conservan más tiempo, germinan más rápidos y resisten condiciones adversas de germinación (Rodríguez et al. 2008), así como mayor potencialidad de permanecer más tiempo bajo almacén.

En la planta de semillas de Zamorano, para obtener el porcentaje de vigor, las semillas son almacenadas de por un máximo de siete días en cámaras de germinación, lo cual, bajo temperatura y humedad relativa controlada, permite un mejor análisis del rendimiento de las semillas. Según lo observado en el Cuadro 5, no se identificaron diferencias significativas en el porcentaje de vigor de cada lote, debido a un valor de probabilidad de 0.0855.

### **Correlaciones**

De acuerdo con el Anexo B, se identificaron correlaciones altas positivas significativas entre el porcentaje de germinación y el vigor y entre la semilla manchada y el daño por hongos. En el Cuadro 6 se presentan los resultados de las correlaciones entre variables evaluadas.

## Cuadro 6

*Correlaciones entre variables de calidad física y fisiológica de semillas durante almacenamiento bajo condiciones controladas.*

	PG	PI	SM	DH	DM	DI	PH	PV
PG	1	-0.1	-0.19	0.123	0.241	0.01	0.22	0.77
		0.49	0.2	0.41	0.1	0.92	0.15	<.0001
SM	0.2	0.113	1	-0.708	-0.4	-0.04	0.25	-0.414
	0.2	0.45		<.0001	0.006	0.75	0.09	4E-04

*Nota.* PG: Porcentaje de Germinación; PI: Porcentaje de Impurezas; SM: Semilla Manchada; DH: Daño por hongos; DM: Daño Mecánico;

DI: Daño por Insectos; PH: Porcentaje de Humedad; PV: Porcentaje de Vigor.

### **Porcentaje de Germinación-Porcentaje de Vigor**

Para la variable de vigor, se encontró que hay una correlación alta positiva con el porcentaje de germinación en los cinco lotes evaluados, lo que indica que si existió correlación entre el porcentaje de vigor y el porcentaje de germinación. A medida que aumenta el porcentaje de vigor, aumenta el porcentaje de germinación.

### **Semilla Manchada-Daño por Hongos**

Para la variable de daño por hongos, se encontró una correlación alta negativa con el porcentaje de semilla manchada en los tratamientos evaluados, lo que indica que si existió correlación entre ambas variables. A medida que aumenta el daño por hongos, disminuye la semilla manchada.

Tomando como referencia el Anexo C, la regresión representa el porcentaje final de germinación para cada lote, el parámetro principal al momento de determinar la viabilidad de semillas. El porcentaje de germinación es el resultado de la suma del intercepto más los parámetros de humedad y vigor, multiplicando sus porcentajes. Se obtuvo la Ecuación 2:

$$GERM = B0 + B1HUM + B2VIG$$

$$GERM = 22.05 + (0.576)(\%HUM) + (0.719)(\%VIG) \quad [2]$$

Donde:

B1HUM: Porcentaje de humedad

B2VIG: Porcentaje de vigor de un lote de semillas de maíz.

**Cuadro 7**

*Intercepto y parámetros estadísticos para las variables de la regresión.*

Variables	Coefficiente	Error estándar	Significancia
Intercepto	22.05	8.963	0.01
Humedad	0.576	0.288	0.05
Vigor	0.719	0.088	<.0001

De acuerdo con el Cuadro 7, las variables Humedad y Vigor son significativas para el modelo, cumplen con el nivel de significancia de  $P \leq 0.05$  lo que indica que los coeficientes cumplen con la significancia, por ende, sí afectan el porcentaje de germinación de cada lote almacenado bajo condiciones controladas.

En el manejo comercial de las semillas agrícolas, el porcentaje de humedad es de los factores más importantes que reducen la viabilidad de estas. La importancia de la humedad en la preservación de la viabilidad de las semillas radica en el papel que el agua tiene en la actividad de los procesos fisiológicos que determinan el vigor y longevidad de las semillas, así como el desarrollo de insectos y hongos durante el almacenamiento.

Las semillas deben mantener un nivel de humedad adecuado, dependiendo del tipo de almacenamiento que se pretende (A corto, medio o largo plazo), estas han de almacenarse en unas condiciones correctas de HR y temperatura (Gálvez Ramírez 2003). Para el factor de humedad, la instalación en la cual se almacenan las semillas juega un papel importante. Según Dekalb (2019), la empresa Bayer sugiere condiciones ideales de temperatura  $< 18\text{ }^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa  $< 60\%$ , esto cuando se cuenta con equipos de refrigeración, así como accesos sellados para evitar entrada de roedores e insectos. Esto se asemeja a lo empleado por la planta de semillas de Zamorano, la cual aplica temperaturas entre  $14\text{-}18\text{ }^{\circ}\text{C}$  con  $60\%$  de humedad relativa en constante monitoreo, con el fin de conservar la calidad de las semillas.

La industria de semillas tiene como responsabilidad proveer semilla limpia, sana y vigorosa, con pureza y germinación garantizada y buen potencial. Según Manfrini (2004), los análisis de germinación no son lo suficientemente sensibles para detectar diferencias significativas entre lotes de

alta germinación, porque esas diferencias son causadas por el vigor. El vigor permite describir capacidad de emergencia bajo condiciones ambientales específicas, así como el comportamiento después del almacenamiento, especialmente la habilidad de mantener la capacidad de germinación. El primer componente de la calidad que muestra señales de deterioro es el vigor de las semillas, seguido por una reducción en la germinación o de la producción de plántulas normales, y finalmente la muerte de las semillas (Rita Salinas et al. 2001)

Pérez F (2001), afirmó que el vigor de un lote de semillas es el resultado de la interacción de una serie de características de las semillas, como constitución genética, tamaño, peso, densidad, grado de deterioro y contaminación por microorganismos. Dado que un lote de semillas de alto vigor producirá más plántulas normales y con tasa elevadas de crecimiento, las semillas se someten a pruebas de vigor que consideran el número y características de plántulas obtenidas, como son su apariencia, malformaciones y velocidad de crecimiento.

### **Conclusiones**

Se concluyó que el comportamiento de los lotes durante el almacenamiento bajo condiciones controladas no presentó diferencias significativas, y se determinó que el porcentaje de vigor afecta el porcentaje de germinación. En cuanto al porcentaje de daño por hongos, éste se ve afectado por el porcentaje de semilla manchada.

En relación con el porcentaje de germinación, los factores de mayor influencia son la humedad y el vigor.

### **Recomendaciones**

Implementar el uso de deshumidificadores para reducir la humedad de la bodega de almacenamiento.

Aplicar la utilización de recipientes herméticos para almacenar semillas secas y desgranadas.

## Referencias

- Bonilla Bird N. 2014. Guía técnica: Buenas prácticas de acondicionamiento de semillas de granos básicos; Infraestructura, y equipamiento. Managua, Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria; [consultado el 5 de may. de 2021]. 132 p. [https://images.engormix.com/externalFiles/6\\_BominllaBird-GuiaTecnica-semillas.pdf](https://images.engormix.com/externalFiles/6_BominllaBird-GuiaTecnica-semillas.pdf).
- Boson E, Verniaev O, Smirnov I, Sultan-Shakh E. 2019. Theory, construction and calculations of agricultural machines. New Delhi, India: United Book Prints. volumes. ISBN: 9789388399838.
- Braga Sandoval RB. 2010. Evaluación de cinco tipos de empaques para la conservación de semillas de maíz (*zea mays L.*) variedad marginal 28T bajo condiciones ambientales no controladas en Pucallpa. [Tesis pregrado]. Pucallpa, Perú: Universidad Nacional de Ucayali. 138 p; [consultado el 5 de may. de 2021]. <http://www.repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/2088/000001534T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Castillo Najar W. 2019. Incidencia de hongos ocratoxigénicos en granos de maíz provenientes de distintos sistemas de almacenamiento. [Tesis]. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 95 p; [consultado el 5 de may. de 2021]. [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx/xmlui/bitstream/handle/DGB\\_UMICH/1965/FMVZ-M-2019-1165.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/1965/FMVZ-M-2019-1165.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Cortés JM. 2017. Sistemas de gestión de calidad (ISO 9001:2015). 1ª ed. Málaga: Editorial ICB. 296 p. ISBN: 978-84-9021-483-1.
- Dekalb. 2019. Tips para las instalaciones donde almacenas semillas. [sin lugar]: BAYER; [consultado el 5 de may. de 2021]. Boletín. <https://www.dekalb.com.co/es-co/dklidad/almacenamiento.html>.
- Deras Flores H. 2014. Guía técnica El cultivo de maíz. El Salvador: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; [consultado el 5 de may. de 2021]. 42 p. <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>.

- Díaz Cortes Z. jun. 2007. Control de hongos fitopatógenos con extractos de gobernadora (*Larrea tridentata*), en semillas de maíz y trigo almacenadas [Tesis]. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 117 p; [consultado el 5 de may. de 2021]. <https://cutt.ly/rn3v13K>.
- Domergue J-B, Abadie C, Limami A, Way D, Tcherkez G. 2019. Seed quality and carbon primary metabolism. *Plant Cell Environ.* 42(10):2776–2788. eng. doi:10.1111/pce.13618.
- Doria J. 2010. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*; [consultado el 5 de may. de 2021]. 31(1):74–85. <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v31n1/ctr11110.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2016. Evaluación de la Seguridad de Semillas: Una guía para profesionales. Roma: [sin editorial]. 72 p. ISBN: 978-92-5-309179-9; [consultado el 5 de may. de 2021]. <http://www.fao.org/3/i5548s/i5548s.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2019. Materiales para capacitación en semillas. Roma, Italia: [sin editorial]. 120 p. ISBN: 978-92-5-131871-3; [consultado el 5 de may. de 2021]. <http://www.fao.org/3/ca1495es/CA1495ES.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, [OPS] Organización Panamericana de la Salud. 2017. Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile: [sin editorial]. 118 p. ISBN: 978-92-5-309960-3; [consultado el 5 de may. de 2021]. <http://www.fao.org/3/i7914s/i7914s.pdf>.
- Gálvez Ramírez C. 2003. Almacenamiento y conservación de semillas. En: Consejería de Medio Ambiente, editor. Material vegetal de reproducción: Manejo, conservación y tratamiento. 1ª ed. España: Junta de Andalucía. p. 131–148. <https://cutt.ly/bn3b4Ff>.
- García-Lara S, Espinoza C, Bergvinson D. 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. México: [sin editorial]. 65 p. ISBN: 970-648-154-0; [consultado el 5 de may. de 2021]. [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Zoologia\\_Agricola/Manejo\\_Integrado/Material\\_Interes/Manualplagas\\_granos\\_almacenados.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Zoologia_Agricola/Manejo_Integrado/Material_Interes/Manualplagas_granos_almacenados.pdf).

- Gutiérrez-Hernández GF, Virgen-Vargas J, Arellano-Vásquez JL. 2007. Germinación y crecimiento inicial de semillas de maíz con envejecimiento natural. *Agronomía Mesoamericana*; [consultado el 5 de may. de 2021]. 18(2):163–170. [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v18n02\\_163.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v18n02_163.pdf).
- [ISTA] International Seed Testing Association. 2016. International rules for seed testing. Suiza: [sin editorial]; [consultado el 5 de may. de 2021]. 46 p. [http://merconet.eu/files/Seed\\_Sampling\\_I\\_S\\_T\\_A.pdf](http://merconet.eu/files/Seed_Sampling_I_S_T_A.pdf).
- Jovel López RA. 2011. Evaluación de tres métodos de almacenamiento de semilla de maíz (*Zea mays*) y su efecto en los atributos de calidad en Zamorano [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 28 p; [consultado el 5 de may. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/252/1/AGI-2011-T013.pdf>.
- Lucia M de, Assennato D. 1993. La ingeniería agraria en el desarrollo: Manejo y tratamiento de granos poscosecha: organización y técnicas. Roma: FAO. 160 p. (Boletín de servicios agrícolas de la FAO; vol. 93). ISBN: 9253031085.
- MacRobert JF, Setimela P, Gethi J, Worku Regasa M. 2015. Manual de producción de semilla de maíz híbrido. México: CIMMYT. 36 p. ; [consultado el 5 de may. de 2021]. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1>.
- Mancera Rico A, García de los Santos G, Carballo Carballo A, Villaseñor Perea CA, Martínez Garza Á, Estrada Trejo V. 2007. Calidad fisiológica y daño físico en semilla de maíz sometida a impacto. *Agricultura Técnica en México*; [consultado el 5 de may. de 2021]. 33(2):125–133. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v33n2/v33n2a2.pdf>.
- Manfrini D. 2004. Aspectos a tener en cuenta en análisis de vigor de semillas. Uruguay: Instituto Nacional de Semillas; [consultado el 5 de may. de 2021]. 3 p. [https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R111/R111\\_56.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R111/R111_56.pdf).
- Méndez Herrera EW. 2019. Efecto de dos sistemas de precondicionamiento en la calidad física y fisiológica de la semilla de maíz [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 33 p;

- [consultado el 5 de may. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6574/1/AGI-2019-T039.pdf>.
- Moratinos H. 2012. Procesos de acondicionamiento de semillas. Venezuela: Universidad Central de Venezuela. <https://cutt.ly/fn3QRgy>.
- Pérez F PJ. 2001. Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Madrid, España: [sin editorial]. 16 p. (Hojas divulgadoras; vol. 2112). ISBN: 84-491-0503-X; [consultado el 5 de may. de 2021]. <https://www.coiaclc.es/wp-content/uploads/2016/05/Viabilidad.pdf>.
- Pérez Mendoza C, Hernández Livera A, González Cossio FV, García de los Santos G, Carballo Carballo A, Vásquez Rojas TR, Tovar Gómez, María del Rosario. 2006. Tamaño de semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agricultura Técnica en México*. 32(3):341–352. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172006000300010](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172006000300010).
- Quinto L, Martínez-Hernández PA, Pimentel-Bribiesca L, Rodríguez-Trejo DA. 2009. Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. *Revista Chapingo*; [consultado el 5 de may. de 2021]. 15(1):23–28. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182009000100003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182009000100003).
- Rita Salinas A, Yoldjian AM, Craviotto RM, Bisaro V. 2001. Pruebas de vigor y calidad fisiológica de semillas de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*; [consultado el 5 de may. de 2021]. 36(2):371–379. <https://www.scielo.br/pdf/pab/v36n2/a22v36n2.pdf>.
- Rodríguez I, Adam G, Durán JM. 2008. Ensayos de germinación y análisis de viabilidad y vigor en semillas. España: Universidad Politécnica de Madrid. 7 p. *Agricultura Informe no. 8*; [consultado el 5 de may. de 2021]. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/37372/1/articulo%20definitivo%20agricultura%20nov.pdf>.
- Rosental L, Nonogaki H, Fait A. 2014. Activation and regulation of primary metabolism during seed germination. *Seed Science Research*. 24(1):1–15. doi:10.1017/S0960258513000391.

- Sáenz Mendoza NK. 2018. Elaboración de manuales de calidad para el laboratorio de granos y semillas de la Escuela Agrícola Panamericana basado en la normativa ISTA [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 67 p; [consultado el 5 de may. de 2021]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6288/1/AGI-2018-T054.pdf>.
- Wunder Canido A. 2013. Control interno de calidad de semillas. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 5 de may. de 2021; consultado el 5 de may. de 2021]. <https://es.slideshare.net/addowunder/control-interno-de-calidad-de-semillas>.

## Anexos

### Anexo A

*Resultados de separación de medias (DUNCAN) para lotes de semillas de maíz tuxpeño (Zea Mays).*

Impurezas.

	Duncan Grouping	Mean	N	Tratamiento
	A	0.9533	9	Tr5
B	A	0.8767	9	Tr2
B	C	0.7244	9	Tr3
	C	0.6589	9	Tr4
	C	0.5667	9	Tr1

Semilla manchada.

	Duncan Grouping	Mean	N	Tratamiento
	A	1.3589	9	Tr5
	B	0.9856	9	Tr4
	B	0.8556	9	Tr1
	C	0.4389	9	Tr3
	C	0.4044	9	Tr2

Daño por hongos.

	Duncan Grouping	Mean	N	Tratamiento
	A	2.074	9	Tr3
	A	2.04	9	Tr2
	A	1.941	9	Tr1
	B	1.616	9	Tr5
	B	1.561	9	Tr4

## Daño mecánico.

	Duncan Grouping	Mean	N	Tratamiento
	A	0.3678	9	Tr3
	A	0.36	9	Tr2
	A	0.3556	9	Tr1
B	A	0.28	9	Tr4
B		0.1733	9	Tr5

## Daño por insecto.

	Duncan Grouping	Mean	N	Tratamiento
	A	0.1456	9	Tr1
	B	0.06	9	Tr2
	B	0.0478	9	Tr3
	B	0.0167	9	Tr5
	B	0	9	Tr4

## Humedad.

	Duncan Grouping	Mean	N	Tratamiento
	A	12.723	9	Tr5
	B	12.434	9	Tr4
	B	12.414	9	Tr3
	C	11.987	9	Tr2
	C	11.828	9	Tr1

## Germinación.

	Duncan Grouping	Mean	N	Tratamiento
	A	97.444	9	Tr2
	A	97.222	9	Tr3
	A	97	9	Tr4
	A	96.778	9	Tr5
	A	96.667	9	Tr1

Vigor.

	Duncan Grouping	Mean	N	Tratamiento
	A	95.556	9	Tr2
B	A	94.444	9	Tr3
B	A	94.222	9	Tr4
B		94	9	Tr1
B		93.889	9	Tr5

## Anexo B

*Resultados de correlaciones entre variables evaluadas.*

	Germinacio n	Impureza s	Semillas m	Dhongo s	Dmecanic o	Dinsect o	Humeda d	Vigor
Germinacio n	1	-0.10412 0.4961	-0.19343 0.203	0.12351 0.4189	0.24156 0.1099	0.01363 0.9292	0.21712 0.152	0.77035 <.0001
Impurezas	-0.10412 0.4961	1	0.11362 0.4574	- 0.03236 0.8328	-0.52413 0.0002	- 0.02655 0.8626	0.23113 0.1266	- 0.17238 0.2575
Semillas m	-0.19343 0.203	0.11362 0.4574	1	- 0.70809 <.0001	-0.39703 0.0069	- 0.04806 0.7539	0.24899 0.0991	- 0.41418 0.0047
Dhongos	0.12351 0.4189	-0.03236 0.8328	-0.70809 <.0001	1	0.32507 0.0293	0.07902 0.6059	-0.24876 0.0994	0.18323 0.2283
Dmecanico	0.24156 0.1099	-0.52413 0.0002	-0.39703 0.0069	0.32507 0.0293	1	0.09572 0.5316	-0.23336 0.1229	0.35439 0.0169
Dinsecto	0.01363 0.9292	-0.02655 0.8626	-0.04806 0.7539	0.07902 0.6059	0.09572 0.5316	1	-0.23998 0.1123	0.08687 0.5704
Humedad	0.21712 0.152	0.23113 0.1266	0.24899 0.0991	- 0.24876 0.0994	-0.23336 0.1229	- 0.23998 0.1123	1	0.03806 0.8039
Vigor	0.77035 <.0001	-0.17238 0.2575	-0.41418 0.0047	0.18323 0.2283	0.35439 0.0169	0.08687 0.5704	0.03806 0.8039	1

**Anexo C***Resultados de regresión con variables significativas.*

Variable	DF	Parameter	Standard	t Value	Pr >  t
		Estimate	Error		
Intercept	1	22.0501	8.9639	2.46	0.0181
Humedad	1	0.57665	0.28847	2	0.0521
Vigor	1	0.71903	0.08864	8.11	<.0001