

ZAMORANO  
CARRERA DE AGRO INDUSTRIA

**Deterioro de calidad física y viabilidad de semillas de maíz (*Zea mays*), frijol (*phaseolus vulgaris*), y sorgo (*Sorghum bicolor*) durante su almacenamiento en Zamorano**

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

Presentado por

**Ángel Hernán Erazo Arévalo**

**Honduras**  
Diciembre, 20004

## RESUMEN

Erazo, Ángel. 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. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agroindustrial. El Zamorano, Honduras. 57 p.

Actualmente, las tendencias de la producción mundial de semillas, indican un interés creciente de los productores en la utilización de semillas de calidad. Sin embargo, la renuencia en el uso de semillas de calidad en los productores latinoamericanos debido a su accesibilidad (precios, conocimiento, accesibilidad física etc.), genera su deterioro en lugares donde las condiciones de almacenamiento no son adecuadas. El objetivo del estudio fue evaluar la calidad física y viabilidad en semillas de maíz, frijol y sorgo y determinar los efectos ambientales de temperatura y humedad relativa durante su almacenamiento en Zamorano. Se realizaron 3 experimentos separados con semillas de maíz, frijol y sorgo evaluando tiempo de almacenamiento y tratamiento, y efectos de temperatura y humedad relativa en el período octubre/2003-julio/2004. Se evaluó germinación, vigor, pureza física, contenido de humedad, daños por hongos e insectos. Se encontró diferencias significativas en germinación, vigor, contenido de humedad y daños por hongos e insectos en los 3 experimentos realizados. Se encontraron efectos significativos de la temperatura en germinación, vigor y humedad de las semillas. El daño por hongos e insectos no supera el límite máximo de 2%. En conclusión se determinó que las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa de almacenamiento afectan de manera negativa la calidad de las semillas. Se recomienda realizar registros de condiciones ambientales, implementar un programa de monitoreo continuo de la calidad de las semillas almacenadas, evaluando condiciones de almacenamiento e implementar un extractor de aire caliente que permita lograr un ambiente adecuado de almacenamiento para prevenir pérdidas económicas por deterioro de calidad.

**Palabras** claves: germinación, humedad relativa, monitoreo, temperatura, vigor

## CONTENIDO

	Portadilla.....	1
	Autoría.....	11
	Página de firmas.....	111
	Dedicatoria.....	IV
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	VI
	Resumen.....	VII
	Contenido.....	VII
	Índice de cuadros.....	X
	Índice de figuras.....	XI
	Índice de anexos.....	XII
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2	ANTECEDENTES.....	2
1.3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4	JUSTIFICACIÓN DE ESTUDIO.....	2
1.5	LIMIT ANTES DEL ESTUDIO.....	2
1.6	OBJETIVOS.....	3
1.6.1	Objetivo General.....	3
1.6.2	Objetivo Específico.....	3
2	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1	CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LAS SEMILLAS.....	4
2.2	GENERALIDADES SOBRE EL MAIZ, FRIJOL y SORGO.....	5
2.3	CARACTERÍSTICAS DEL MAIZ.....	5
2.4	CARACTERÍSTICAS DEL FRIJOL.....	5
2.5	CARACTERÍSTICAS DEL SORGO.....	5
2.6	FACTORES QUE AFECTAN LAS SEMILLAS.....	6
2.6.1	Factores físicos.....	6
2.6.2	Factores biológicos.....	6
2.6.3	Hongos.....	7
2.6.4	Roedores.....	7

2.6.5	Insectos .....	8
2.7	ANÁLISIS EN SEMILLAS .....	9
2.7.1	Germinación .....	9
2.7.2	Humedad .....	9
2.7.3	Pureza .....	10
2.7.4	Porcentaje de daños.....	10
2.8	ALMACENAMIENTO.....	10
2.9	VIABILIDAD .....	11
3	MATERIALES y MÉTODOS.....	12
3.1	UBICACIÓN.....	12
3.2	MATERIALES.....	12
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	13
3.4	TRATAMIENTO.....	13
3.5	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.....	13
3.6	PRUEBAS DE GERMINACIÓN .....	14
3.7	PRUEBAS DE VIGOR.....	14
3.8	PUREZA FÍSICA.....	14
3.9	PRUEBA DE DAÑOS.....	14
3.10	MONITOREO DE TEMPERATURAS Y HUMEDAD ES RELATIVAS.....	15
3.11	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	15
4.4.1	RESULTADOS y DISCUSIÓN.....	16
4.1.1	TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EXTERNA .....	16
4.2	Temperatura y Humedad Relativa Interna.....	17
4.2.1	RESULTADOS EN SEMILLAS DE MAÍZ.....	18
4.2.2	Germinación .....	18
4.2.3	Vigor.....	19
4.2.4	Humedad .....	20
4.2.5	Pureza Física.....	21
4.2.6	Daños por Insectos.....	22
4.3	Daños por Hongos.....	23
4.3.1	RESULTADOS EN SEMILLAS DE FRIJOL.....	24
4.3.2	Germinación .....	24
4.3.3	Vigor.....	25
4.3.4	Humedad .....	26
4.3.5	Pureza Física .....	27
4.3.6	Daños por Insectos .....	28
	Daños por Hongos.....	29

4.4	<b>RESULTADOS EN SEMILLAS DE SORGO.....</b>	30
4.4.1	Germinación.....	30
4.4.2	Vigor .....	31
4.4.3	Humedad.....	32
4.4.4	Pureza Física.....	33
4.4.5	Daños por Insectos.....	34
4.4.6	Daños por hongos.....	35
5	<b>CONCLUSIONES.....</b>	36
6	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	37
7	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	38
8	<b>ANEXOS.....</b>	39

## 1. INTRODUCCIÓN

Muchos países en vías de desarrollo tienen como importante recurso de seguridad alimentaria, la producción de productos agrícolas tradicionales propios de la región, como ser el cultivo de granos básicos (maíz, frijol, sorgo arroz etc.), que constituyen la principal fuente de carbohidratos y proteínas en la dieta de la población. Para lograrlo es primordial la producción de semillas de alta calidad que permitan a los productores obtener incrementos en la productividad para satisfacer la creciente demanda de alimentos de la población que crece día a día.

Cultivos como el maíz (*Zea mays*), fríjol (*Phaseolus vulgaris*) y sorgo (*Sorghum bicolor*), se producen en gran escala para ser destinados como materias primas para la elaboración de una amplia gama de productos alimenticios para humanos y animales. La producción, procesamiento y comercialización de semillas juega un papel importante en el desarrollo agrícola de cualquier región. Las condiciones ambientales y el manejo que se le da a las semillas determinaran su efectividad en el campo. Sin embargo en muchos lugares las condiciones de procesamiento y almacenamiento son las principales causas de cuantiosas pérdidas en la producción de semillas.

La oferta de semillas certificadas es cada vez mayor en Latinoamérica en contraste a una demanda decreciente por parte de los productores latinoamericanos, debido a su accesibilidad por precios, desconocimiento, accesibilidad física. etc. En Honduras se necesita satisfacer una demanda considerable de semillas para poder producir cerca de 545,000 toneladas métricas de maíz, 86,400 toneladas métricas de sorgo y cerca de 18,000 toneladas métricas de frijol que se producen anualmente para satisfacer las necesidades alimenticias de la población hondureña. Sin embargo existe déficit de producción de estos granos básicos a pesar de la suficiente oferta de semillas certificadas disponibles en entidades gubernamentales y privadas.

La sobreoferta conlleva a los productores de semillas a almacenarlas en lugares donde las condiciones para su almacenamiento e infraestructura no son adecuadas, generando un deterioro de su calidad física y viabilidad.

El presente estudio pretendió averiguar la( s) causa( s) de la pérdida de los atributos característicos como germinación, vigor, pureza física, medición del los daños causados por plagas y condiciones del medio ambiente en semillas de maíz, fríjol y sorgo almacenadas sin / con tratamiento almacenadas en Zamorano, y brindar alternativas que permitan conservadas de manera más eficaz.

## **1.2 ANTECEDENTES**

Hasta ahora en la planta de Semillas de la Empresa Universitaria de Procesamiento de Semillas no se han realizado estudios que evaluaran sobre la calidad física y viabilidad de semillas almacenadas en un lapso de tiempo determinado.

## **1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La calidad de las semillas procesadas en la Planta de Semillas de la Empresa Universitaria de Procesamiento de Semillas de Zamorano se deteriora debido a que es almacenada a temperatura ambiente (25°C-35°C), y humedad relativa ( 55% - 70%), previo a su venta comercial. Esto causa daños en los atributos característicos de la semilla, y genera pérdidas económicas para la Empresa Universitaria, al tener que desechar el material que no puede ser comercializado en calidad de semilla sino en calidad de grano tanto para consumo humano o animal. En el caso de semillas que han sido anteriormente tratadas con el funguicida Busan 30-A es necesaria su eliminación.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.**

El estudio pretende mejorar el manejo de las semillas almacenadas en la bodega de la Planta de Semillas de la Empresa Universitaria de Procesamiento de Semillas para lograr conservar la calidad de las semillas de una manera adecuada de acuerdo a las condiciones de almacenamiento existentes.

Durante el año 2002 y 2003 la Empresa Universitaria de Procesamiento de Semillas tuvo que desechar alrededor de 500 bolsas de 20 kg de semilla de maíz certificada, ya que no reunía los requisitos mínimos establecidos por la Secretaria de Recursos Naturales para su venta en calidad de semilla, sufriendo pérdidas económicas por un monto aproximado de L. 165,000.00

## **1.5 LIMITANTES DEL ESTUDIO.**

Debido a la gran cantidad de lotes de semillas almacenadas y su disponibilidad para el estudio solo se evaluaron 6 lotes de semillas aumentando el riesgo de cometer errores experimentales durante la realización del estudio.

La falta de lotes de semillas con características similares (año, época de cosecha etc.), limitando la exactitud de los resultados en el estudio.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Evaluar calidad física y viabilidad de las semillas de maíz, frijol y sorgo durante su almacenamiento en Zamorano previo a su venta comercial.

### **1.6.2 Objetivos Específicos**

Determinar los efectos de factores ambientales (temperatura y humedad relativa), y de almacenamiento en la pérdida de calidad física y viabilidad en semillas de maíz, frijol y sorgo sin / con tratamiento con el fungicida Busán 30 -A almacenadas en Zamorano.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LAS SEMILLAS.**

Las semillas son partes constitutivas de organismos vivientes que respiran y utilizan el oxígeno del aire, producen bióxido de carbono, agua y energía que se convierte en calor. Éstas características vitales se encuentran reducidas a un mínimo de actividad, en otras palabras se encuentran en estado de vida latente, por lo que según nuestros ojos, las semillas dan la impresión de hallarse sin vida. Las semillas constituyen las estructuras más importantes y distintivas de las plantas. Su organización estructural, composición química y constitución genética permiten la propagación y permanencia en el tiempo de las diversas especies vegetales (Postcosecha, 1995).

Todos los organismos vivientes están sujetos a la influencia de factores tanto físicos, químicos y bióticos del medio ambiente que los rodea. En el caso de granos y semillas los factores físicos juegan un papel clave al momento de la conservación. Las semillas son altamente durables y a la vez altamente perecederas. Si se cosechan en buenas condiciones, o se guardan a bajos contenidos de humedad y a bajas temperaturas pueden retener su poder germinativo y vigor por años e inclusive hasta décadas (Postcosecha, 1995).

En Latinoamérica la dieta alimenticia de la población esta concentrada en el consumo de maíz, frijol, sorgo, soya y arroz por ser fuentes ricas en proteínas y carbohidratos. Es indispensable la producción de semillas de alta calidad para asegurar incrementos en la producción y satisfacer la demanda alimenticia de una población que crece día a día. Actualmente los cereales constituyen la mayor cantidad de alimentos producidos a nivel mundial (Ramírez.M, 1990).

La semilla de alta calidad es un factor fundamental en el éxito del cultivo y contribuye significativamente para que sean alcanzados altos niveles de productividad. (Hernández.M, 2004).

El objetivo principal del almacenamiento de semillas es mantener una cantidad de semillas viables desde que son recolectadas hasta el momento en que serán requeridas para la siembra. Semillas viables quiere decir que están vivas y que son capaces de germinar al sacarse del almacenamiento (William, 0.1991).

Según (Luz.ML, 2002) semillas sanas y secas pueden ser mantenidas bajo almacenamiento apropiado, por muchos años, en tanto, semillas húmedas se pueden deteriorar en pocos días.

## 2.2 GENERALIDADES SOBRE EL MAÍZ, FRÍJOL Y SORGO.

### 2.3 CARACTERÍSTICAS DEL MAÍZ.

El maíz (*Zea mays*) es un cultivo originario de América, perteneciente a la familia de las *poaceas*, ha sido utilizado desde tiempos antiguos en la alimentación de la población por ser fuente de carbohidratos. Hoy en día ocupa el tercer lugar después del arroz y del trigo en producción y consumo a nivel mundial. Se dice que es nativo de Meso América. Cada fruto se llama cariósipide, y tiene una forma triangular que la diferencia de otras semillas de cereales, y su estructura está compuesta de: embrión, endospermo y pericarpio. Existen registradas más de 2000 variedades de maíz en todo el mundo. (Postcosecha, 1995)

Según Gaugel, C. 2004. el maíz es una especie que se desarrolla adecuadamente en suelos que tengan texturas que vayan de franco arenosa a franco arcillosa, que tengan un buen drenaje bajo altas precipitaciones, y una buena retención de humedad. El maíz representa el recurso agrícola más importante en Latinoamérica ya sea para consumo humano o animal. Las semillas de este cereal son atacadas por muchas plagas entre roedores, hongos e insectos, como el picudo *Sitophilus zeamays* traduciéndose en un deterioro de su calidad para la siembra y su valor comercial destinado para el consumo.

### 2.4 CARACTERÍSTICAS DEL FRIJOL.

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo originario de México y Centro América donde es cultivado extensivamente ya que constituye un pilar dentro de la dieta de la población, perteneciente a la familia de las *Fabáceas* (Leguminosas), es fuente importante de proteínas, y es especialmente importante en la dieta de mujeres y niños. A nivel mundial se generan alrededor de US\$ 11,000 millones de dólares provenientes de su producción sobre todo en países en desarrollo. Anualmente se producen cerca de 12 millones de toneladas métricas, 10 que representa cerca del 30% de la producción total de leguminosas alimenticias comestibles. El frijol es una planta herbácea, intensamente cultivada desde los trópicos hasta las zonas templadas, se cultiva esencialmente para obtener las semillas, las cuales tiene un alto contenido de proteínas, alrededor de un 20-22%. Desde el punto de vista estructural la semilla de frijol esta conformada en 3 componentes: vaina, tegumento y embrión. En Honduras es consumido mayormente en zonas rurales por ser un alimento de bajo costo para los consumidores de escasos recursos. En muchos lugares es llamado "la carne de los pobres" por su bajo costo ( Manejo de la Producción de Frijol, 2000).

### 2.5 CARACTERÍSTICAS DEL SORGO.

El sorgo (*Sorghum bicolor*) al igual que el maíz, frijol soya y arroz es considerado dentro de la dieta alimenticia en muchos países. Perteneciente a la familia de las *Poaceas* (Gramíneas). Ocupa el quinto lugar como cultivo de importancia en los cereales del mundo

(1) Gaugel.C, 2004. Condiciones de suelo para el maíz. E.A.P. Conversación personal.

después del arroz, trigo, maíz y cebada. Es un cultivo originario del Noreste de África (Sudán y Etiopía). Es resistente a sequías, la superficie mundial destinada para el sorgo se ha incrementado en los últimos años. Recibe diferentes nombres tales como: maicillo, millo, maíz-sorgo. La semilla se encuentra conglomerada en la panoja, generalmente el color de las semillas es rojizo, amarillento, café o blanco con diferentes tonalidades. Cabe mencionar que la mayoría de los sorgos blancos obtenidos en Honduras son criollos y se producen en la zona sur (Choluteca y Valle), y los sorgos rojos se producen en la zona oriental (Olancho y El Paraíso) ( Postcosecha, 1995).

## **2.6 FACTORES QUE AFECTAN LAS SEMILLAS**

### **2.6.1 Factores físicos.**

Por naturaleza tanto las semillas como los granos están sujetos a los cambios del medio ambiente, es por ello que el almacenamiento adecuado es decisivo para mantener la calidad del material. Los cambios que pueden darse durante el almacenamiento de granos y semillas pueden ser de tipo químico, biológico, físico y técnico. Cuando las condiciones ambientales son las adecuadas, las semillas se podrán almacenar por largos períodos de tiempo sin que presenten cambios deteriorativos, sin embargo cuando las condiciones ambientales no son las adecuadas entonces el efecto de deterioro de las semillas puede ocurrir en tan solo unos pocos días, descomponiendo las semillas hasta lograr su destrucción total. Los factores físicos que afectan las semillas son aquellos que se originan de acuerdo a las condiciones climáticas del lugar, en cualquier región del mundo los factores físicos más importantes a considerar son: temperatura y humedad relativa. Otros factores físicos a considerar son la condición de la semilla y la cantidad de oxígeno disponible en el almacén, ya que las semillas son seres vivos que respiran. Estudios realizados han encontrado que los granos y las semillas poseen baja conductividad térmica por lo que la forma, el tamaño y la textura de las semillas determinan en parte la velocidad y conductividad térmica. Este fenómeno explica claramente que una vez producida una zona de calor en cualquier parte de la masa del grano o semilla almacenada, el calor se transmitirá con mucha lentitud hacia las zonas más mas, razón por la cual al imperar altas temperaturas en el lugar donde se encuentra el material es una de las principales causas de daños considerables en la integridad física del material almacenado (William.G, 1991).

### **2.6.2 Factores biológicos.**

Dentro de los factores biológicos que afectan a las semillas durante su almacenamiento se pueden considerar organismos vivos que atacan de manera directa a las semillas generando una reducción en su peso, lo cual es considerada una pérdida física, estos organismos vivientes pueden afectar desde que la semilla está en el campo listo para ser cosechada hasta que ya se encuentra debidamente lista para su comercialización después de haber sido sometida a procesamiento. La literatura hace dos tipos de clasificaciones que son: macrobiológicos que comprende organismos tales como: roedores (ratas, ratones), pájaros, rumiantes, el hombre y otros mamíferos, y los Microbiológicos que comprende a las bacterias y hongos. Los granos o semillas tienen en el momento de almacenarse cantidades

los largo del siglo XX por investigadores en distintas partes del mundo nos demuestran que las poblaciones de estos tipos de organismos son cosmopolitas, es decir que pueden prácticamente aparecer en cualquier sitio alimentarse de lo más insospechado, entre los principales géneros podemos encontrar: *Penicillium*, *Aspergillus*, *alternaria*, *Fusarium*, *Cladosporium*, *Rhizopus* entre otros (Christensen y Kaufmann, ( 1976 )

### 2.6.3. Hongos

En algunos países de América las pérdidas en la producción de granos y semillas a alcanzado hasta un 30% de la producción por daños causados por factores biológicos, éstas pérdidas se incrementan en aquellos países que no cuentan con la infraestructura y el material humano capacitado para afrontarlas. Los principales tipos de pérdidas causadas por los hongos que se desarrollan en semillas almacenadas son los siguientes: en primera instancia hay una drástica reducción en el poder germinativo, ennegrecimiento total o parcial de las semillas generalmente este daño se manifiesta en el embrión, calentamiento y toxinas llamadas micotoxinas que SI son ingeridas por animales- Y.h\iliféñios~puélfélr ~mmortales Ej. Las aflatoxinas producidas por un hongo llamado *Aspergillus flavus s.* (Christensen y Kaufmann, 1976).

Los hongos que atacan a las semillas almacenadas se desarrollan rápidamente a temperaturas mayores de 25 grados centígrados, el rango óptimo de crecimiento es entre 28 y 32 grados centígrados, y si hay suficiente humedad disponible en las semillas. Cabe mencionar que a medida desarrollan su metabolismo y crecimiento la temperatura del lugar irá en aumento. Los hongos van apareciendo desde el 65% de humedad relativa y awntan a su óptimo. De acuerdo a sus necesidades de humedad se pueden clasificar en: Hidrófitos (90% de Humedad Relativa), Mesófitos (80-90%) y Xerófitos « 80%) (Christensen y Kaufmann, 1976).

Los hongos que atacan a granos y semillas almacenadas son clasificados en dos categorías: hongos de campo y hongos de almacén. La diferencia entre estas dos categorías es que los hongos de campo atacan durante el desarrollo del cultivo, dependen de las condiciones ambientales, por lo que son poco controlables, en contraste a los hongos de almacén que son relativamente más controlables con buenas prácticas de acondicionamiento y de conservación (Revista Nuestro Agro, 2004 ).

### 2.6.4 Roedores.

Entre las principales plagas microbiológicas de importancia se encuentran los roedores, estos organismos representan un serio problema en el proceso de manejo y conservación de granos y semillas. El daño que ocasionan es considerable ya que comen grandes cantidades de comida. entre los roedores más comunes que podemos encontrar en un almacén de

granos y semillas están: la rata de noruega (*Rattus norvegicus*), rata negra (*Rattus rattus*) y el ratón de casa (*Mus musculus*) (Ramírez.M, 1990).

Entre los daños ocasionados por este tipo de plaga podemos mencionar daños en la integridad física de las semillas causado por la alimentación directa y la contaminación de las mismas como resultados de excretas, orinas y la pérdida de millares de pelos 10 cual contaminan seriamente a las semillas e inclusive alimentos de consumo. Cabe destacar que además de generar pérdidas en las semillas almacenadas, estos roedores son portadores de al menos 10 enfermedades graves para el género humano que al contaminar tanto a granos y semillas representa un riesgo de transmisión de enfermedades como por Ej. Tifo endémico, fiebre bubónica, la ictericia, tularemia, triquinosis, poliomielitis, la rabia y otras ocasionadas por la orina o en los excrementos (Hemández.M, 2004).

### **2.6.5 Insectos.**

Las semillas constituyen alimento para muchos insectos, por lo que se arruinan, algunos insectos como los denominados "gorgojos" se desarrollan dentro de los granos formando galerías, y no se pueden distinguir a simple vista hasta que han causado mucho daño. La temperatura, la humedad y el manejo que se le dé a la semilla durante el tiempo de almacenamiento están íntimamente relacionado a la actividad de los insectos. La importancia de ellos radica en que el daño ocasionado por los insectos es considerable si se habla en términos de producción mundial de granos y semillas. Los insectos pueden agruparse en dos categorías: insectos primarios e insectos secundarios la diferencia entre estos dos grupos de insectos tiene lugar en que los insectos primarios son los primeros en atacar a las semillas perforando su estructura para conseguir su alimento. Existen alrededor de una 15 especies conocidas entre insectos primarios y secundarios, pertenecientes a varias familias de las órdenes de los Coleópteros y Lepidópteros (Hemández.M, 2004).

Según (Ramírez, 1991.) los insectos causan dos tipos de daños a los granos y semillas en el almacén: Un daño consiste principalmente en la destrucción y en el consumo del grano o semilla por los insectos adultos con fines alimenticios y de oviposición El otro daño es en sí el deterioro producido por la condición anormal de la semilla y por los metabolismos de los insectos que la infestan.

La temperatura tiene un efecto importante en el desarrollo de insectos, se sabe que a bajas temperaturas el desarrollo y reproducción se realiza a una tasa más retardada, la mortalidad es elevada y las actividades merman. Caso contrario sucede cuando predominan temperaturas óptimas entre 28 y 35 grados centígrados, el metabolismo y tasa de reproducción se elevan estrepitosamente. Estudios han demostrado que bajo condiciones climáticas por debajo de los 20 grados centígrados la mayoría de las especies de insectos reducen de manera drástica sus tasas de crecimiento a tal punto que los daños ocasionados son casi insignificantes. Muy pocas especies de insectos pueden resistir temperaturas arriba de los 45 grados centígrados y por debajo de los 5 grados centígrados. (Postcosecha, 1995).

se pueden encontrar: *Zabrotes subfasciatus*, *Sitophilus sp.*, *Acanthoscelides obtectus*, *Tribolium castaneum*, *Sitotroga cerealella*, *Prostephanus truncatus*.

## **2.7 ANÁLISIS EN SEMILLAS.**

El manejo de las semillas constituye una herramienta clave en la preservación y almacenamiento de las mismas. Toda empresa dedicada al rubro de la producción y procesamiento de semillas debe estar íntimamente ligada a la utilización de métodos analíticos para evaluar la calidad del producto que es almacenado, que permitan tomar decisiones en el momento adecuado ante cualquier inconveniente que afecta de manera directa a la semilla. Para poder validar la calidad de las semillas es necesario someterlas a varios análisis que permita conocer sus cualidades y su estado. Para ello se han establecido reglas internacionales para ensayos de semillas que sean válidas en cualquier parte del mundo. Entre las pruebas más importantes a realizar en semillas están: germinación, vigor, pureza física, porcentaje de daños, pureza varietal y humedad (I.S.T.A, 1976).

### **2.7.1 Germinación.**

El fin de todas las semillas es la germinación en el que se transforma el embrión contenido en ellas en una nueva planta. Para que esto ocurra las semillas deben encontrarse en presencia de los siguientes factores: temperatura adecuada, humedad, medio ambiente gaseoso (oxígeno para la respiración), y en algunos casos luz. En un ensayo de laboratorio se define la germinación como la emergencia y desarrollo del embrión de la semilla. Dentro del porcentaje de germinación las semillas permanecen por un tiempo específico 10 suficiente para desarrollarse como plántulas, las que a su vez son clasificadas en: normales, anormales, frescas y muertas (Postcosecha, 1995).

De acuerdo a las reglas internacionales para ensayos de semillas durante las pruebas de germinación aquellas plántulas que manifiestan capacidad para continuar su desarrollo se consideran normales, caso contrario se clasifican como anormales, plántulas muertas son aquellas que no lograron germinar. Semillas frescas son aquellas que permanecen cerradas y aparentemente viables. Para este tipo de ensayos se pueden utilizar substratos autorizados como: papel, arena y tierra (I.S.T.A, 1976).

### **2.7.2 Humedad.**

El contenido en agua de una muestra de semillas será el peso que haya perdido al desecarla o bien la cantidad de agua obtenida al destilarla, ya que ambos métodos son admitidos por las reglas internacionales (I.S.T.A, 1976). El conocimiento del contenido de humedad preciso en los granos y semillas es importante por dos razones: 1) en el mercadeo, el agua está siendo vendida y comprada al mismo precio del grano al cual forma parte, 2) en el almacenamiento, el contenido de humedad es el factor más importante en la conservación de granos y semillas sobre todo por su influencia en la proliferación y desarrollo de hongos de almacén (Cristensen y Kaufinan, 1976).

Según Valerio, 2004 las reglas internacionales para ensayos de semillas establecidas por la I.S.T.A. (International Seed Testing Association) permiten el uso de equipos como el: Motomco y Steinlite para la determinación del contenido de agua en granos y semillas, a través del principio de conductividad eléctrica o método indirecto. Existen otros métodos como ser: destilación al tolueno, estufa a baja, altay temperatura constante.

### **2.7.3 Pureza.**

De acuerdo a las reglas internacionales para ensayo de semillas, el objetivo del análisis de pureza es determinar: 1) la composición en peso de la muestra que se analiza y por consiguiente la composición del lote de semillas y 2) la identidad de las distintas especies de semillas y de las partículas de materia inerte constituyentes de la muestra. (I.S.T.A., 1976).

Para la realización de análisis de pureza se pueden utilizar aparatos como: cribas y aventadores, así como el uso de luz reflejada para hacer la separación de los componentes de las muestras de trabajo. Como materia inerte se incluirá fragmentos de semillas, glumas, tierra, arena, piedras, tallos, hojas, escamas de conos, cascabillos, alas, trozos de corteza, flores y todas las demás materias que no sean semillas. (I.S.T.A, 1976).

### **2.7.4 Porcentaje de daños.**

El propósito de analizar los daños es para conocer el estado físico de las semillas, durante el período de tiempo que éstas permanecen almacenadas son sujetas al efecto de factores bióticos como ser: insectos, roedores y hongos. El método más usado para la cuantificación de los daño es mediante el uso de lupas y lámparas, que permiten distinguir las diferencias de los daños. Usualmente para análisis en maíz y rnjol se utilizan 250 gramos como muestra de trabajo y 90 gramos en el caso del sorgo. (I.S.T.A, 1976). Este tipo de análisis permite conocer el estado actual del material almacenado y tomar decisiones en el caso de encontrar daños considerables en la(s) muestra(s).

## **2.8 ALMACENAMIENTO.**

Según Landa.D, 2004 las condiciones ambientales circundante al lugar destinado al almacenamiento de granos y de semillas, determinan si pueden ser almacenados con seguridad, si la semilla es expuesta a altas temperaturas y humedad es relativas elevadas comenzará el proceso de deterioro de la calidad de las semillas almacenadas en el lugar. Las semillas pueden almacenarse con seguridad a bajo ciertas condiciones de temperatura y humedad relativa cuando se contiene el porcentaje de humedad adecuado por Ej. Las semillas de maíz con 14% de humedad pueden ser almacenadas con seguridad bajo condiciones de temperatura de 32 grados centígrados y 75% de humedad relativa, pero si el contenido de humedad sube hasta 16%, entonces comenzará a deteriorarse rápidamente. (Postcosecha, 1995).

(2) Valerio.C, 2004. Reglas Internacionales para análisis según I.S.T.A. E.A.P. Conversación personal (3)  
Landa.D, 2004. Condiciones adecuadas de almacenamiento de semillas. E.A.P. Conversación personal

## 2.9 VIABILIDAD

Las semillas poseen la característica de poder lograr germinar en condiciones adversas a las condiciones ideales de crecimiento y desarrollo, donde las temperaturas y humedades relativas del medio ambiente circundante no son adecuadas. Vigor es la cualidad de la semilla que permite que ésta logre germinar y desarrollarse en condiciones de estrés para la semilla, donde prevalecen altas temperaturas Y elevadas humedades relativas. De acuerdo a la Asociación Internacional de Ensayos para Semillas (LS.T.A.) por sus siglas en inglés, existen métodos apropiados para poder determinar el vigor en semillas. Entre las pruebas más comunes que se usan están: envejecimiento acelerado y Tetrazolio. El envejecimiento acelerado es un ensayo que consiste en colocar 400 semillas a partir de una muestra homogenizada, en un horno donde las condiciones de temperatura de estrés para las semillas son: ( $> 40^{\circ}\text{C}$ ), y humedades relativas superiores al 70%, por periodos comprendidos entre las 72 y 96 horas, seguidamente se procede a su siembra en medios de germinación en un germinador por el tiempo apropiado.

Otra técnica aprobada por la LS.T.A. es mediante la utilización de Tetrazolio, que consiste en someter a las semillas en una embebición de sal de Tetrazolio, donde reaccionará con las partes vivas de las semillas, sirviendo como base para su evaluación, posteriormente se pueden colocar en un germinador pero no es recomendable debido a que puede ocurrir anomalías debido a la embebición de la sal de Tetrazolio (Silmar.B, 2004).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN.

El estudio se efectuó en la bodega de Almacenamiento de Semillas y en el Laboratorio CITES GRAN (laboratorio de tecnología de semillas y granos), de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, localizada en la cuenca del río Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras. A 14° latitud Norte y 87.02° latitud Oeste. A una altura de 800 msnm, con una temperatura media anual de 24°C y una precipitación media anual de 1100 mm. Considerado en la clasificación de zonas de vida de Holdridge como un Bosque Seco Tropical.

#### 3.2 MATERIALES.

Las semillas de maíz, sorgo y frijol que se utilizaron fueron tomadas de lotes existentes provenientes de la cosecha de la producción de granos de Zamorano. En el caso de semillas de maíz, frijol y sorgo sin / con tratamiento provienen de cosechas efectuadas a mediados del 2002 y 2003.

Cuadro 1. Descripción de lotes de semillas utilizados en el estudio

Semilla	Sin Tratamiento		Con Tratamiento	
	Lote	Año	Lote	Año
Maíz	lote 2 Cerrato 03A	2003	lote1 Cerrato 02A	2002
Frijol	lote 1 Segura 03A	2003	lote 2 Cerrato 02A	2002
Sarao	lote 2 Piv 3 03A	2003	lote 2 Piv 4 02A	2002

Se realizaron análisis a partir de muestras representativas de los lotes seleccionados, se trabajó con muestras de semillas sin tratamiento y con tratamiento de maíz, frijol y sorgo. Se empleó muestreadores, bolsas plásticas, palanganas, cinta adhesiva, y marcadores.

Se utilizó un alveolo Evanston para la obtención de las muestras de los lotes seleccionados en el estudio. En el caso de los lotes donde se obtuvieron las muestras de semillas no tratadas con el funguicida Busán 30-A se trabajó con una cantidad de 1 kilogramo por lote, es decir muestras primarias para validar las muestras, ya que según las reglas internacionales para ensayos en semillas se requiere muestrear por lo menos el 5% del tamaño del lote para que las muestras sean 10 más representativas asimismo se realizó en aquellos lotes seleccionados cuyas semillas se encuentran con tratamiento. Para las pruebas de germinación se empleó papel de siembra tipo KINP ACK, montajes de acero

inoxidable, lápices para escritura en húmedo, un germinador para lograr la germinación de las muestras.

Para las pruebas de vigor se utilizó un horno de secado, termómetros para monitorear las temperaturas adecuadas del horno durante el tiempo requerido de acción del vigor además para la determinación del contenido de humedad expresado como porcentaje en base húmeda se utilizó una balanza para establecer los pesos necesarios para realizar la prueba de humedad junto a un medidor de humedad Motomco. En pruebas de pureza física se emplearon tamices (criba y pana ciega), y balanza analítica. de precisión para la cuantificación de material ajeno a la muestra como ser: trazas, semillas de otros cultivos, semillas de malezas etc. Se utilizó lupa y lámparas para la cuantificación del peso y porcentajes de daño causado por insectos y hongos.

### **3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Para el análisis de la información obtenida en el estudio se utilizará el programa estadístico "Statistical Analysis Systems" SAS, tomando como punto de partida una población de inferencia constituida por 6 lotes de semillas de diferentes variedades y edad, analizando los resultados obtenidos.

### **3.4 TRATAMIENTO.**

Se trabajó con 3 muestras de semillas de maíz, frijol y sorgo que no fueron tratadas con el fungicida Busán 30-A al mismo tiempo se hizo uso de 3 muestras de semillas con tratamiento con el propósito de evaluar el efecto de factores no bióticos propios del medio ambiente (temperatura y humedad relativa) al igual que el efecto de factores bióticos, y medir la cuantificación de los daños ocasionados durante el estudio y hacer una comparación de los daños.

### **3.5 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.**

Las muestras de semillas de. maíz, frijol y sorgo, una vez extraídas de los lotes seleccionados, fueron homogenizadas para lograr mayor representatividad y confianza en la información a obtener a partir de ellas ya que cada muestra esta conformada por varias muestras primarias que no son idénticas entre sí. Posteriormente a la homogenización se pesó el peso mínimo requerido según las reglas internacionales para ensayos de semillas en maíz se requiere un peso mínimo de 250 gramos, en frijol de 250 gramos y en sorgo de 250 gramos para la cuantificación del contenido de humedad. Se procedió al uso de un medidor de humedad Motomco. Cabe mencionar que el contenido de humedad de cada muestra fue realizado por medio del método indirecto. El funcionamiento del Motomco se base en el principio de conductiva eléctrica, por ser un método indirecto no se altera el estado físico ni químico de la muestra usada, por lo que permite incorporarla de nuevo al resto de la muestra., para futuros análisis.

### **3.6 PRUEBAS DE GERMINACIÓN.**

Para estas pruebas se utilizó papel siembra KINP ACK como medio de germinación. Se utilizó 100 semillas en cada repetición para un total de 4 repeticiones para cada muestra de semilla. Se empleó montajes de acero inoxidable como soporte para las siembras, además de lápices de escritura en húmedo. Las repeticiones se colocaron en el germinador durante 7 días a partir de la fecha de siembra siendo objeto de dos conteos, el primero a los 5 días contados, y el segundo a los 7 días. Se utilizó agua potable para humedecer el papel siembra con la finalidad de proporcionar la humedad necesaria para que las semillas logren germinar procurando no saturar el papel de agua para evitar que las semillas entren en estado de pudrición. Se hizo uso de moldes o tablas de conteo para la colocación y conteo de las semillas en cada repetición. Se realizaron pruebas de germinación para cada una de las muestras mes a mes.

### **3.7 PRUEBAS DE VIGOR.**

Para la realización de los análisis de vigor se hizo uso de dos hornos de calentamiento con el fin de crear las condiciones necesarias para poder estresar las semillas, creando condiciones adversas de altas humedades relativas y temperaturas. En el caso de maíz y fríjol se somete a una temperatura de 42°C por períodos de 96 y 72 horas respectivamente. En semillas de sorgo se someten a 45°C por 72 horas. Se utilizó termómetros para la regulación de las temperaturas de los hornos así como el manejo de recipientes y canastillas de aluminio para la colocación de las semillas en los recipientes con agua. Posteriormente al período de estrés se procede a la siembra de las semillas en papel siembra utilizado en germinación para cuantificar el vigor de las semillas. El tipo de prueba que se utilizó durante el estudio fue por medio de envejecimiento acelerado.

### **3.8 PRUEBAS DE PUREZA FÍSICA.**

Una vez realizada las pruebas de contenido de humedad de las semillas se procede a determinar la pureza física de las muestras mediante el uso de utensilios tales como: tamices (criba y pana ciega), para lograr una separación adecuada de las impurezas contenidas en las muestras, dichas impurezas pueden ser desde semillas de malezas, materia inerte, semillas de otros cultivos entre otros. Es indispensable el uso de una balanza para la cuantificación del peso necesario según el tipo de semillas, de acuerdo a las reglas internacionales para ensayos de semillas en maíz se requiere de un peso mínimo de trabajo de 900 gramos a partir de la muestra ya homogenizada, en fríjol de 700 gramos y en sorgo de 90 gramos. Posteriormente a la separación de impurezas de cada una de las muestras se procede a realizar los análisis de geminación.

### **3.9 PRUEBAS DE DAÑOS.**

Para las pruebas de daño causado por factores bióticos (insectos y hongos) se empleó el uso de lupas y lámparas para poder examinar cada una de las semillas de las muestras.

Además se utilizó una balanza de precisión para determinar el peso de las semillas dañadas. Como en otras pruebas realizadas también se hizo uso de las reglas internacionales para ensayos de semillas por 10 que se utilizó un peso de 250 gramos en las muestras de maíz y frijón, y de 50 gramos en semillas de sorgo.

### **3.10 MONITOREO DE TEMPERATURAS Y HUMEDADES RELATIVAS.**

Se determinó la utilización de un higrotermógrafo en el interior de la bodega donde se encuentran almacenadas las semillas que están listas para la venta para llevar un registro de las condiciones que imperan en el interior de la misma sujeta a los cambios climatológicos, y que se consideran factores que influyen de manera directa en la calidad física de las semillas y en la viabilidad de las mismas durante el tiempo que permanecen almacenadas. Además se empleó un psicrómetro para conocer las condiciones ambientales fuera de la bodega durante el período de duración del estudio con la finalidad de determinar la magnitud del efecto de las temperaturas y humedades relativas del ambiente circundante.

### **3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Se utilizó 3 tratamientos que son maíz, frijón y sorgo, las variables dependientes a medir son: porcentaje germinación, contenido de humedad, pureza física, vigor, daños por hongos e insectos. Se tomó el tiempo y el tratamiento con el funguicida Busán 30-A como variables independientes a medir. Se empleó un análisis de regresión como diseño experimental en el estudio. Se utilizó un total de 60 unidades experimentales. Se empleó 2 repeticiones en cada análisis de pureza física, daño por hongos, insectos y contenido de humedad, en pruebas de germinación y vigor se realizó 4 repeticiones en cada prueba realizada mensualmente para conocer los efectos de las covariables temperatura y humedad relativa sobre las variables dependientes, así mismo se realizó un ANCOV A, siendo las covariables: temperatura y humedad relativa, se realizó una separación de medias por la prueba Tukey con un nivel de significancia de 0.05. Se realizó un análisis de varianza (ANDEV A) para las temperaturas y humedades relativas obtenidas durante los 10 meses de estudio. En este análisis se procedió a tomar el promedio diario de cada una de las lecturas de temperatura y humedad relativa con base a los datos diarios de cada quincena en condiciones de almacenamiento interior con el higrotermógrafo, y temperatura externa al almacén con el psicrómetro para conocer la influencia del medio ambiente sobre las condiciones de almacenamiento. Se realizó un análisis de Medidas Repetidas en el Tiempo para conocer si se presentaban efectos significativos en el tiempo, pero no se pudo realizar la prueba de esfericidad que indica si el efecto del tiempo es significativo o no debido a que no se contaba con suficientes repeticiones para su realización.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EXTERNA.

Se encontró que el comportamiento de la temperatura y humedad relativa varían dependiendo de las condiciones ambientales del lugar. Se encontró que los meses más calurosos fueron: abril, mayo y junio con temperaturas promedio de 26.50, 27.06 Y 26.35°C respectivamente, los meses de noviembre y diciembre reportaron las temperaturas promedio mas bajas con 23.50 y 22.90oC respectivamente. Ver anexo 43.

marzo y abril registraron los valores más bajos de humedad relativa con 56.77% Y 55.45% respectivamente en contraste a octubre y noviembre cuyas humedades relativas fueron las más altas durante el tiempo de estudio con 69.23% y 69.82%, se asume que cuando las condiciones de temperatura son las mas altas, la humedad relativa tiende a bajar a sus niveles más bajos durante el tiempo en estudio. Ver Anexo 44

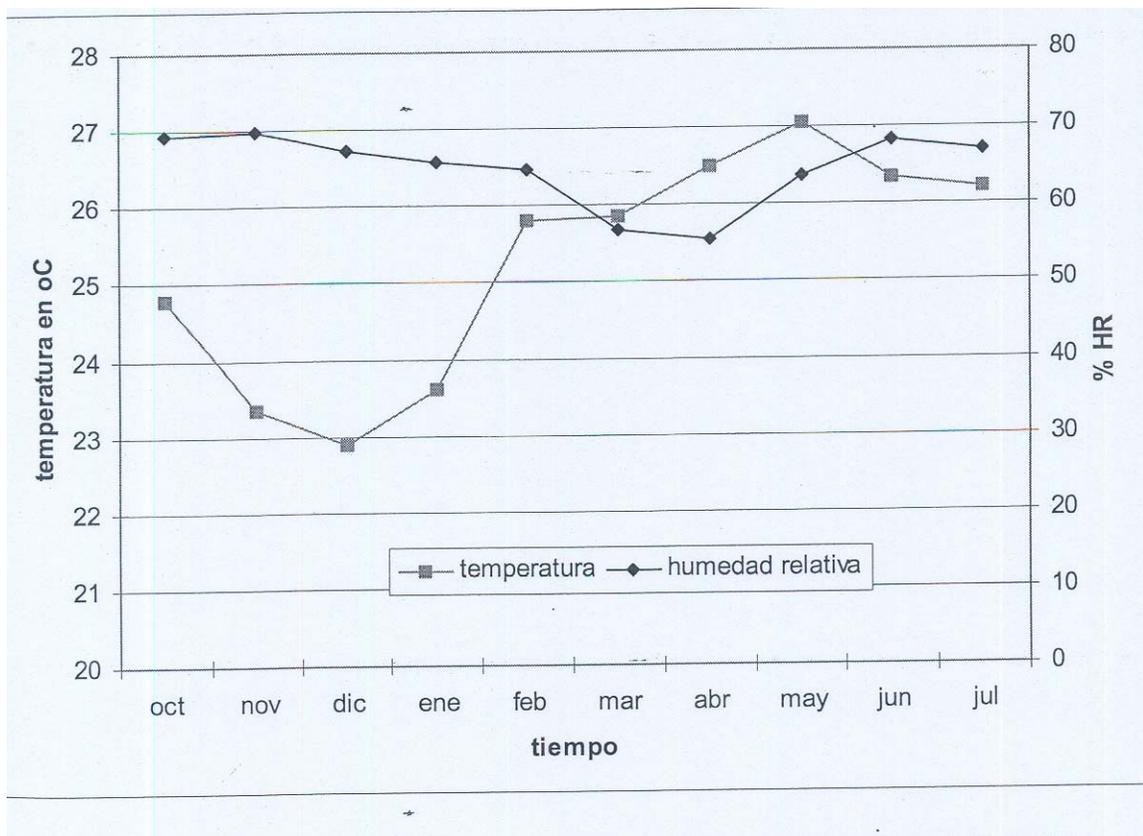


Figura. Comportamiento de temperatura y humedad relativa octubre/2003-julio/2004

#### 4.1.1 Temperatura y Humedad Relativa Interna del almacén.

La temperatura y humedad relativa varían dependiendo de las condiciones ambientales del lugar. Los meses más calurosos fueron: abril, mayo y junio con temperaturas promedio de 30.04°C, 28.83°C y 28.35°C respectivamente, los meses de diciembre y enero reportaron las temperaturas promedio más bajas con 24.46°C y 25.54°C respectivamente. Ver anexo 8.

marzo y abril registraron los valores más bajos de humedad relativa con 55.86% y 54.39% respectivamente en contraste a octubre y noviembre cuyas humedades relativas fueron las más altas durante el tiempo de estudio con 68.83% y 69.20%, se asume que durante los meses de mayor temperatura promedio, la humedad relativa del lugar de almacenamiento disminuye por efectos de temperatura. Ver Anexo 9

Se determinó que la temperatura en el interior de la bodega es ligeramente superior que la temperatura fuera del lugar durante el estudio.

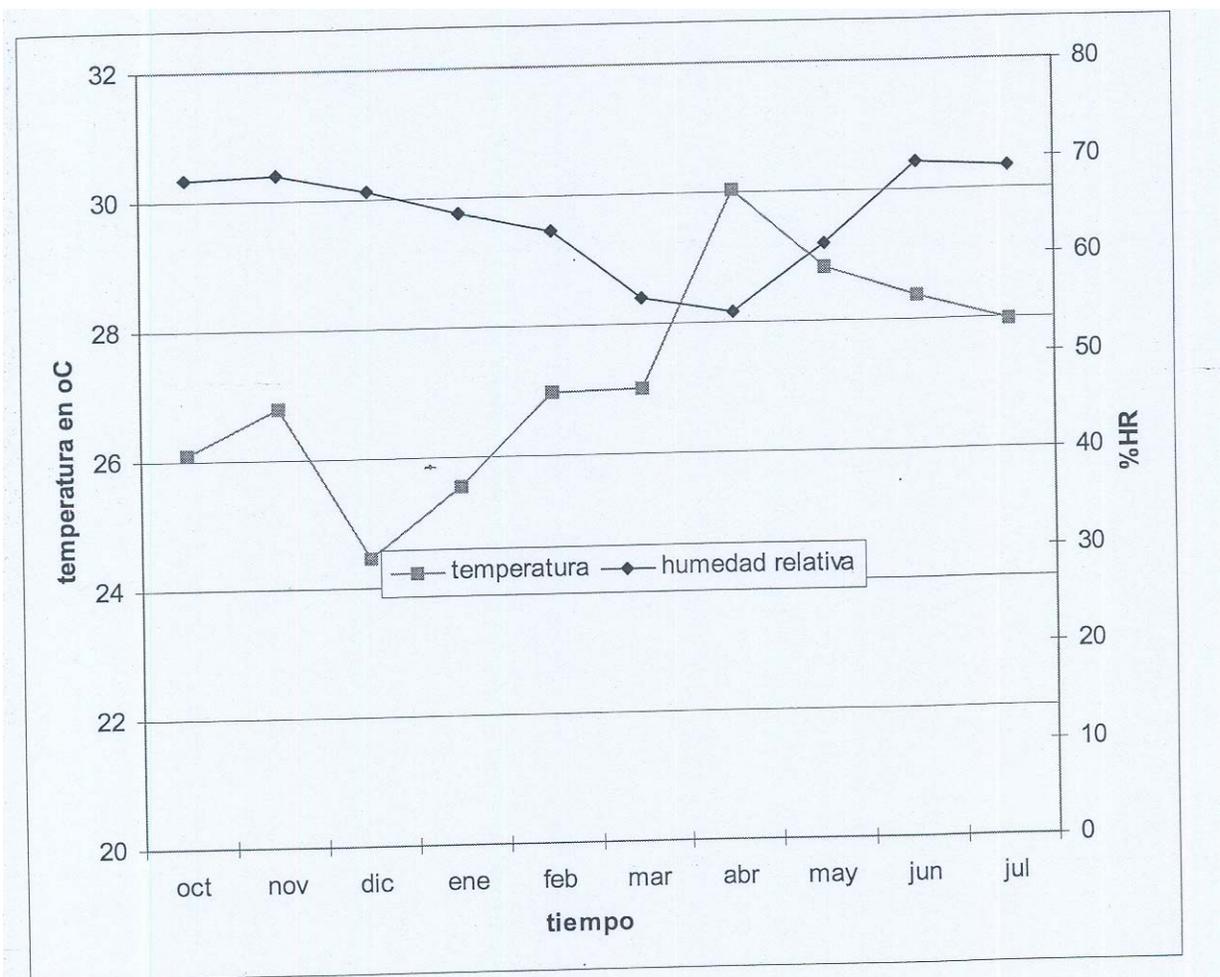


Figura 2. Comportamiento de Temperatura y Humedad Relativa en el interior del almacén Octubre/2003 -Julio/2004.

## 4.2 RESULTADOS EN SEMILLAS DE MAÍZ.

### 4.2.1 Germinación.

Se encontraron pérdidas en el poder germinativo de las semillas de maíz sin tratamiento y con tratamiento durante el período de evaluación (octubre/2003-julio 2004), a nivel estadístico en análisis de regresión se determinó que las condiciones de temperatura del lugar tienen efectos significativos ( $Pr>T= 0.018$ ) en el poder de germinación de las semillas. Ver anexo 15.

Se observó que la germinación de las semillas disminuye a medida que éstas se mantienen almacenadas en condiciones donde la temperatura y humedad relativa del lugar varían según la época del año (verano e invierno). En semillas de maíz sin tratamiento se encontró una disminución en la germinación de 95% a 91% durante el tiempo de duración del estudio. En semillas de maíz con tratamiento se observó disminución en la germinación de 92% a 88%, por lo que se asume que el poder germinativo de las semillas de maíz sin y con tratamiento tiende a bajar al prolongarse el tiempo de almacenamiento con las condiciones ambientales actuales. En la separación de medias por la prueba Tukey se encontraron diferencias significativas en germinación de semillas sin y con tratamiento con medias de 93.70% y 87.70% respectivamente. Ver anexo 22.

Valor HSD = máxima diferencia significativa = 0.8996

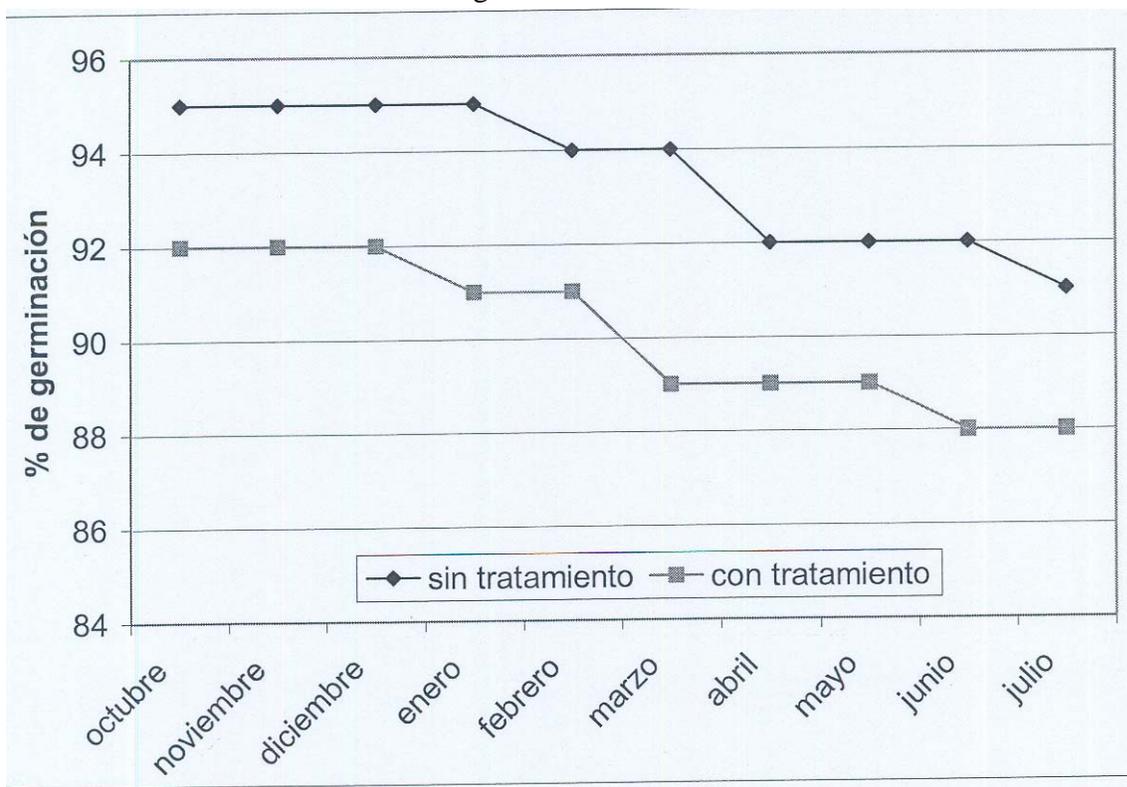


Figura 3. Comportamiento de germinación en semillas de maíz octubre/2003-julio 2004

#### 4.2.2 Vigor.

En los análisis de envejecimiento acelerado realizados durante el período octubre/2003-julio 2004 se encontró que el vigor de las semillas de maíz sin tratamiento y con tratamiento presenta una tendencia descendente, debido a que las condiciones de almacenamiento no son favorables para su adecuado almacenamiento. En el análisis de regresión se encontraron efectos significativos por la covariable temperatura ( $Pr > F = 0.001$ ), Y en el ANCOV A se encontró efectos significativos en la covarianza entre temperatura y la interacción tratamiento\*tiempo ( $Pr > F = 0.0121$ ). En la separación de media por la prueba Tukey se encontraron diferencias significativas en el vigor de semillas sin tratamiento y con tratamiento con valores promedio de 76.60% y 72.60% respectivamente. Ver anexos 15 y 22

En semillas sin tratamiento se registró una disminución de 86% a 68%, y en semillas con tratamiento se encontró una disminución de 82% a 61% durante 10 meses de almacenamiento en estudio. Por lo que se asume que las condiciones actuales de almacenamiento no son adecuadas para lograr mantener la viabilidad de las semillas almacenadas.

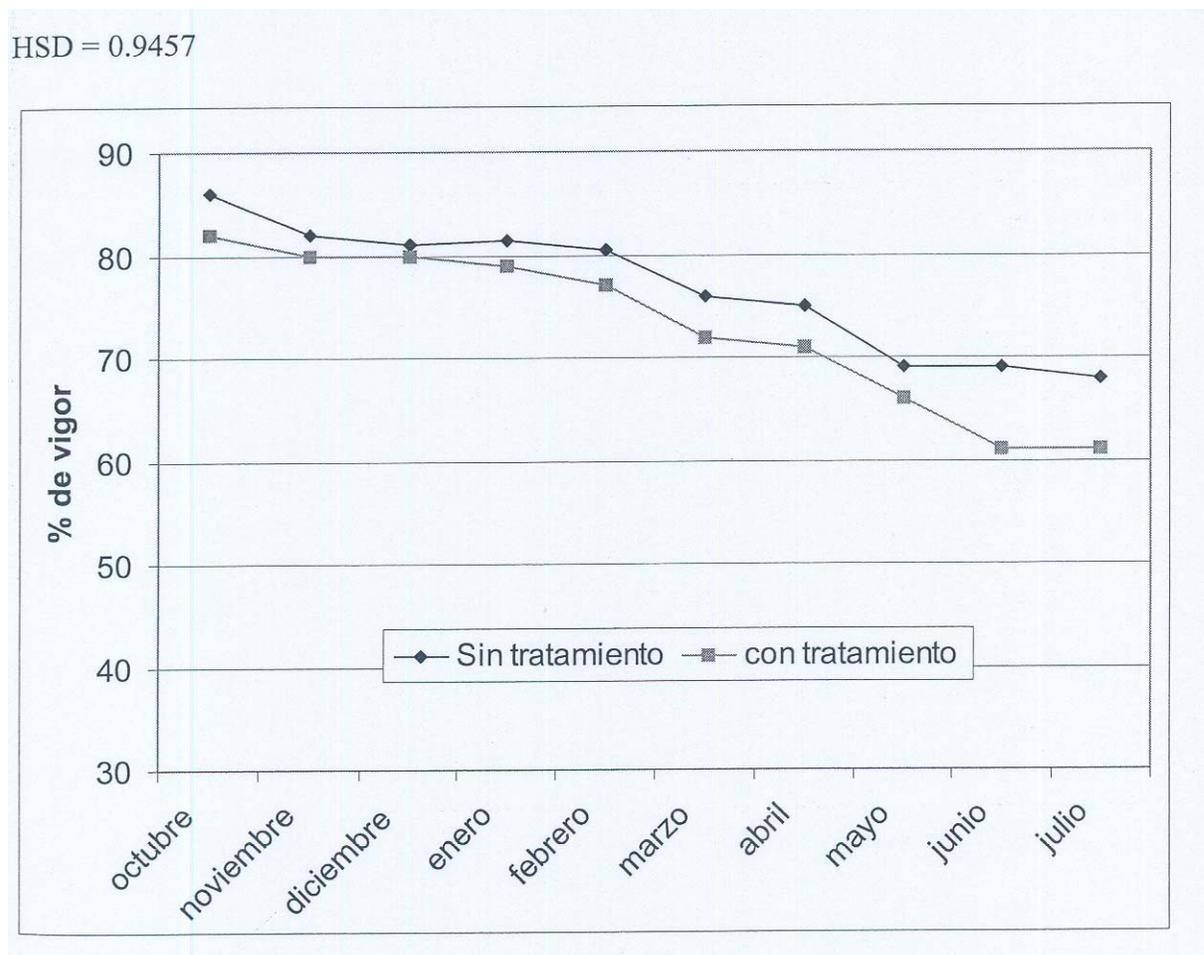


Figura 4. Comportamiento del Vigor en Semillas de Maíz.

### 4.2.3 Humedad.

Se puede observar en la figura 5 que el porcentaje de humedad de las semillas sin y con tratamiento varía a lo largo del tiempo de estudio, debido a su higroscopicidad de ganar o perder humedad, donde las condiciones ambientales de temperaturas y humedades relativas son variables. En el análisis de regresión realizado se encontraron efectos significativos por parte de la covariable temperatura ( $P > T = 0.001$ ), y en el ANCOVA (análisis de covarianza), se encontraron efectos significativos de la covariable temperatura y la interacción TRT\*MES ( $P > F = 0.001$ ). Ver anexos 15 y 19.

Se observó que en el mes de abril se registraron los porcentajes de humedad más bajos para las semillas sin tratamiento y con tratamiento como resultado de que en abril se registró una temperatura promedio de  $30.04^{\circ}\text{C}$  por lo que se asume que la covariable temperatura sí tiene efectos significativos en el contenido de humedad en semillas de maíz. En separación de medias por la prueba Tukey si se encontraron diferencias significativas en el contenido de humedad de semillas sin y con tratamiento con valores promedio de 12.70% y 12.19% respectivamente. Ver anexo 23

Se observó que el contenido de humedad de la semilla no excede el límite de humedad adecuado de almacenamiento de 14% durante el tiempo de almacenamiento en estudio.

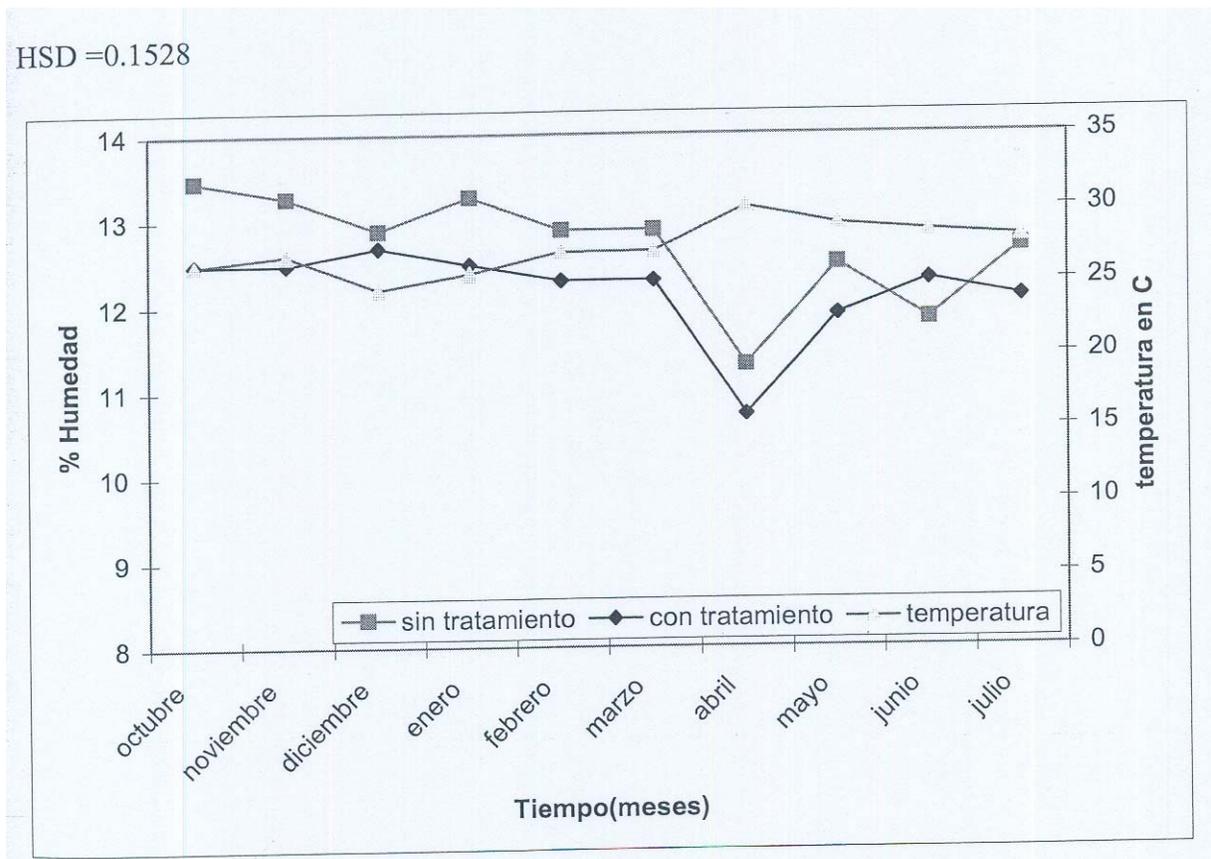


Figura 5. Comportamiento del % de Humedad en Semillas de Maíz.

#### 4.2.4 Pureza Física.

En la figura 6 se encontró que la pureza física de semillas de maíz no presentó variaciones significativas durante el tiempo de duración del estudio. No se encontraron efectos significativos por las covariables temperatura y humedad relativa. En el ANCOV A se encontró efectos significativos en la interacción TRTIMES ( $pr > F = 0.0003$ ). En separación de medias por la prueba Tukey no se encontraron diferencias significativas en pureza física de semillas sin y con tratamiento con valores promedios de 99.98% y 99.98% respectivamente. Ver anexos 20 y 23.

Se asume que la calidad de las semillas de maíz sin tratamiento y con tratamiento en pureza física es satisfactoria, ya que el rango de pureza física es alto (99.95%-100%), considerando que es superior al límite mínimo permitido (98%), en certificación de semillas.

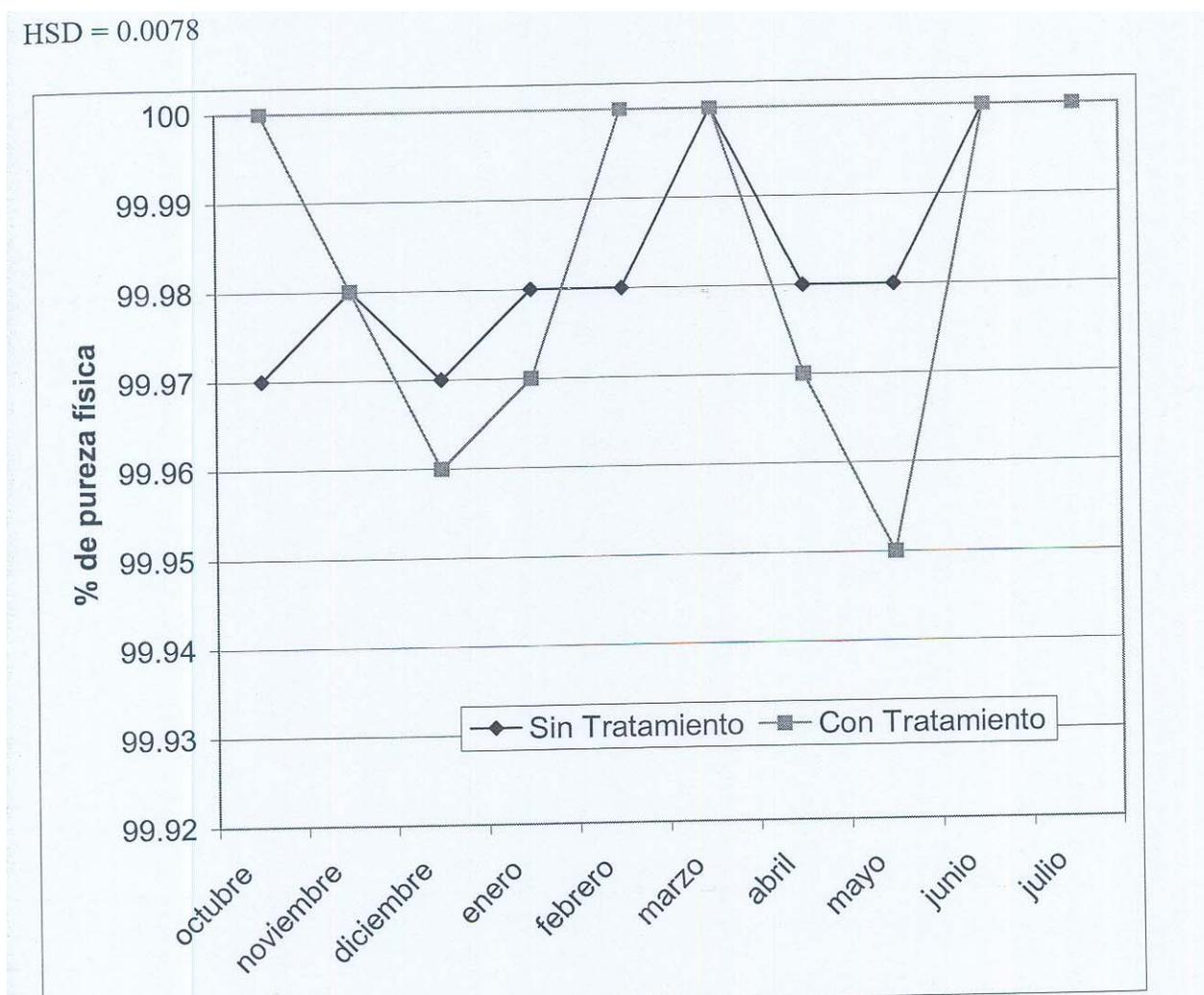


Figura 6. Comportamiento de Pureza Física en Semillas de Maíz.

#### 4.2.5 Daños por insectos

Durante el período de estudio, no se presentaron daños considerables provocados por ataques de insectos, no se encontró presencia de insectos vivos en las muestras evaluadas. En el análisis de regresión no se encontró efectos significativos por parte de las covariables temperaturas y humedad relativa, y en el ANCOVA si se encontró efectos significativos en la interacción TRT\*MES (Tratamiento\*mes). Ver anexo 20

En la separación de medias por la prueba Tukey se encontró diferencias significativas de daños por insectos en semillas sin tratamiento y semillas con tratamiento con valores promedio de 0.47% y 0.16% respectivamente. Se determinó que el porcentaje de daños provocados por insectos durante el tiempo de duración del estudio fueron significativos, debido que se reportaron porcentajes mínimos de daños. En semilla sin tratamiento, se reportó un porcentaje máximo de 0.62%, y en semillas con tratamiento 0.35%, considerando que el porcentaje máximo de daños por insectos permitió en semillas para la certificación es de 2%. Por lo que se asume que no hay daños significativos por insectos en semillas de maíz almacenadas bajo las condiciones actuales de almacenamiento en Zamorano. Ver figura 7.

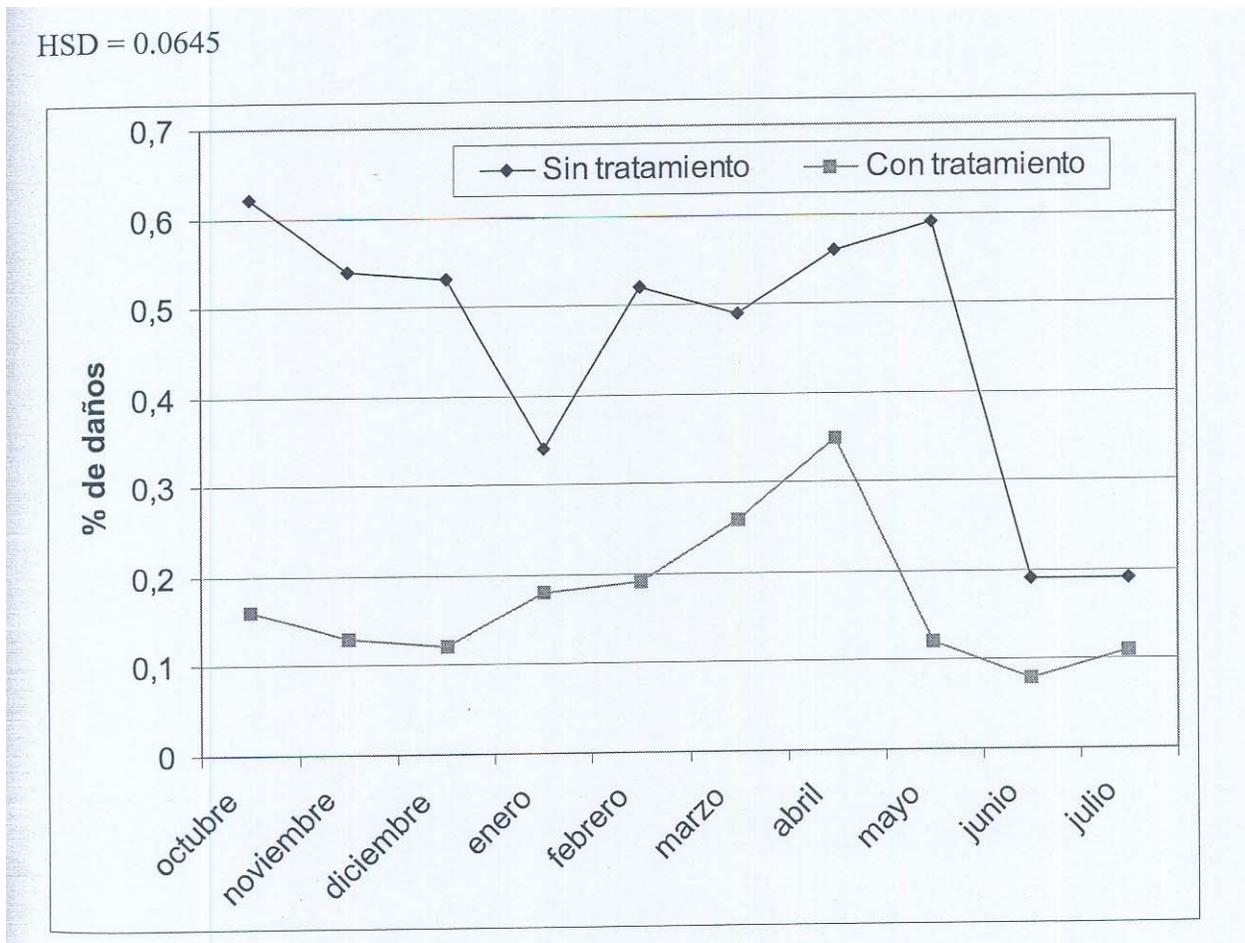


Figura 7. Daños por insectos en semillas de maíz

#### 4.2.6 Daños por Hongos

En la figura 8, se puede observar que en semillas sin tratamiento se registró un porcentaje máximo de 0.57% de daños por hongos en el mes de abril, y en semillas con tratamiento de 1.81 % durante los meses de diciembre y enero. En el análisis de regresión no se encontraron efectos significativos de las covariables temperatura y humedad relativa. En el ANCOV A se encontró efectos significativos en las interacciones TRT\*MES ( $Pr>F = 0.001$ ), y TRT ( $Pr>F = 0.0435$ ). Ver anexo 21.

En la separación de medias por la prueba Tukey, se encontró diferencias significativas en semillas sin tratamiento y semillas con tratamiento cuyos valores promedio fueron de 1.45% y 0.25% respectivamente durante el tiempo de realización del estudio en Zamorano. Ver anexo 24.

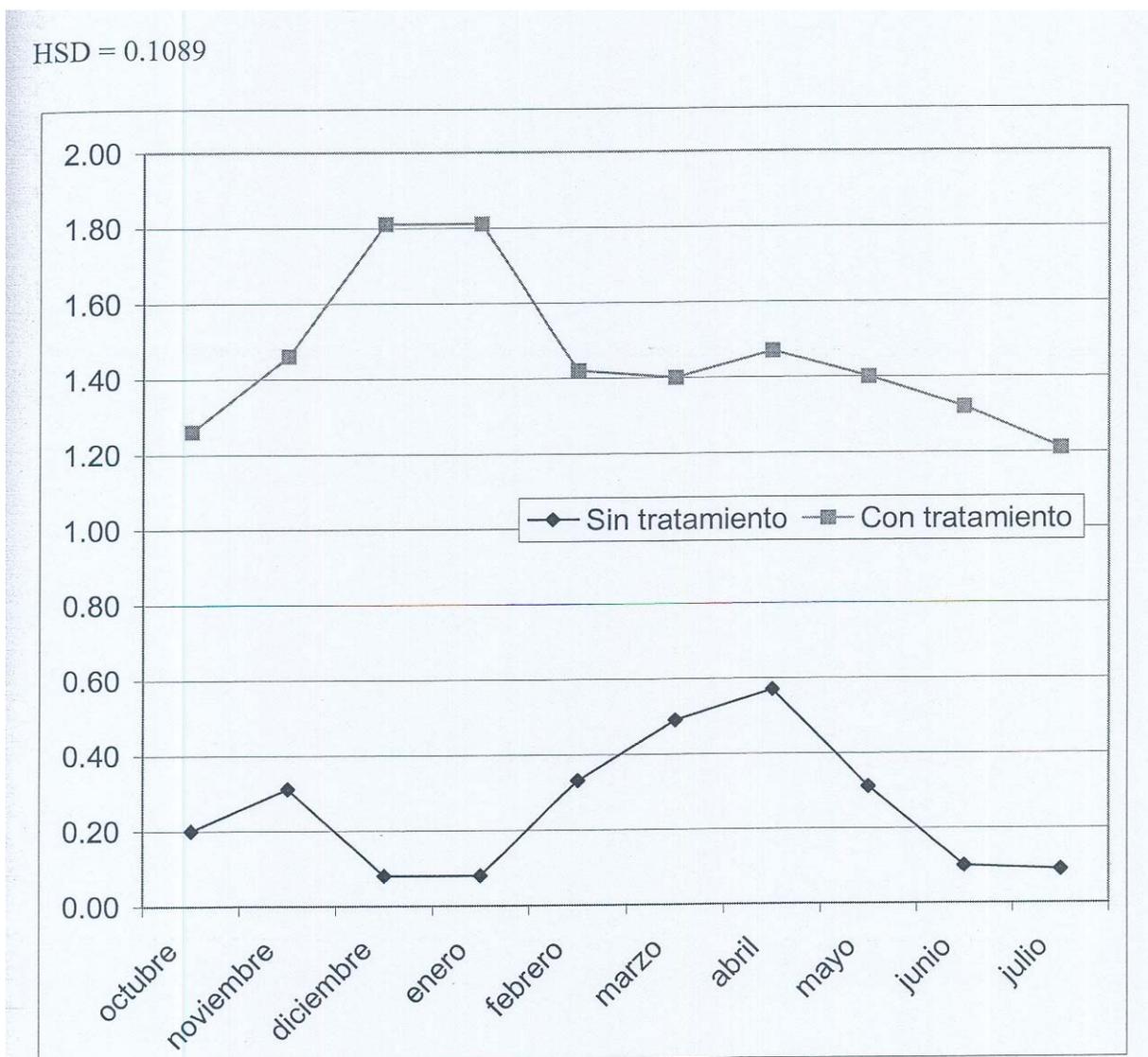


Figura 8. Daños por Hongos en Semillas de Maíz octubre/2003-julio 2004.

### 4.3 RESULTADOS EN SEMILLAS DE FRIJOL.

#### 4.3.1 Germinación

En la germinación de semillas de frijol se determinó pérdidas en el poder germinativo en semillas sin tratamiento y con tratamiento. En el caso de semillas sin tratamiento se encontró una disminución de 95% a 91.50% durante el tiempo de almacenamiento evaluado. En semillas con tratamiento al igual que las semillas sin tratamiento se encontró que el poder de germinación bajó de 89.50% a 86%. En el análisis de regresión no se encontraron efectos significativos por las covariables temperatura y humedad relativa, y en el análisis de covarianza no se encontraron efectos significativos en la germinación de semillas de frijol. Ver anexos 25 y 26.

Se asume que la germinación disminuye a medida el tiempo de almacenamiento se prolonga. No se descarta que las condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa y sus constantes variaciones a lo largo del almacenamiento hayan tenido influencias negativas en la germinación de semillas de frijol aunque estadísticamente no se encontraron efectos significativos. Las variaciones de temperatura y humedad relativa registradas durante 10 meses de almacenamiento pudieron haber provocado que se iniciara un rápido proceso de respiración de las semillas causando su deterioro. Se encontró diferencias significativas de germinación en semillas sin tratamiento y con tratamiento en la prueba Tukey con valores promedio de 93.50% y 90.20% respectivamente. Ver anexo 31.

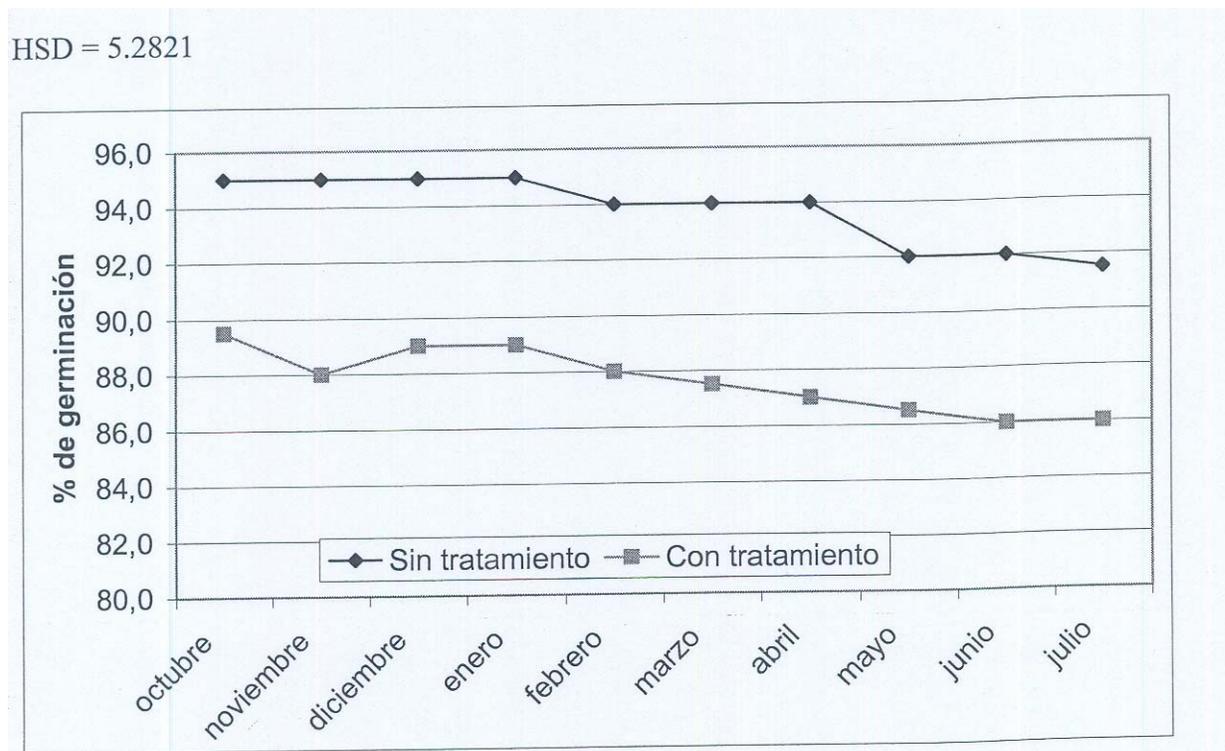


Figura 9. Comportamiento de Germinación en Semillas de Frijol octubre/2003-julio/2004

### 4.3.2 Vigor

En vigor se encontró que hay pérdidas considerables tanto en semillas sin tratamiento como en aquellas con tratamiento en el período octubre/2003-julio/2004. En el análisis estadístico de los resultados se encontró por medio del análisis de regresión efectos significativos por la covariable temperatura ( $Pr>F = 0.0021$ ). No se encontraron efectos significativos en el ANCOV A. Ver anexos 25 y 27.

En semillas sin tratamiento la viabilidad de la semilla bajó de 82% a 70.50% en 10 meses de almacenamiento. En semillas con tratamiento la viabilidad bajó de 81 % a 68%. Ver figura 10.

Se encontraron diferencias significativas en la separación de medias por la prueba Tukey en semillas sin tratamiento y con tratamiento con valores promedio de 75.20% y 72.55% respectivamente. Ver anexo 31.

Se puede asumir que las condiciones de temperatura en el almacén tienen efectos significativos en la viabilidad, por lo que de prolongarse el tiempo de almacenamiento con las condiciones actuales, la viabilidad continuará descendiendo de manera significativa afectando la calidad de las semillas de la Empresa Universitaria de Procesamiento de Semillas de Zamorano.

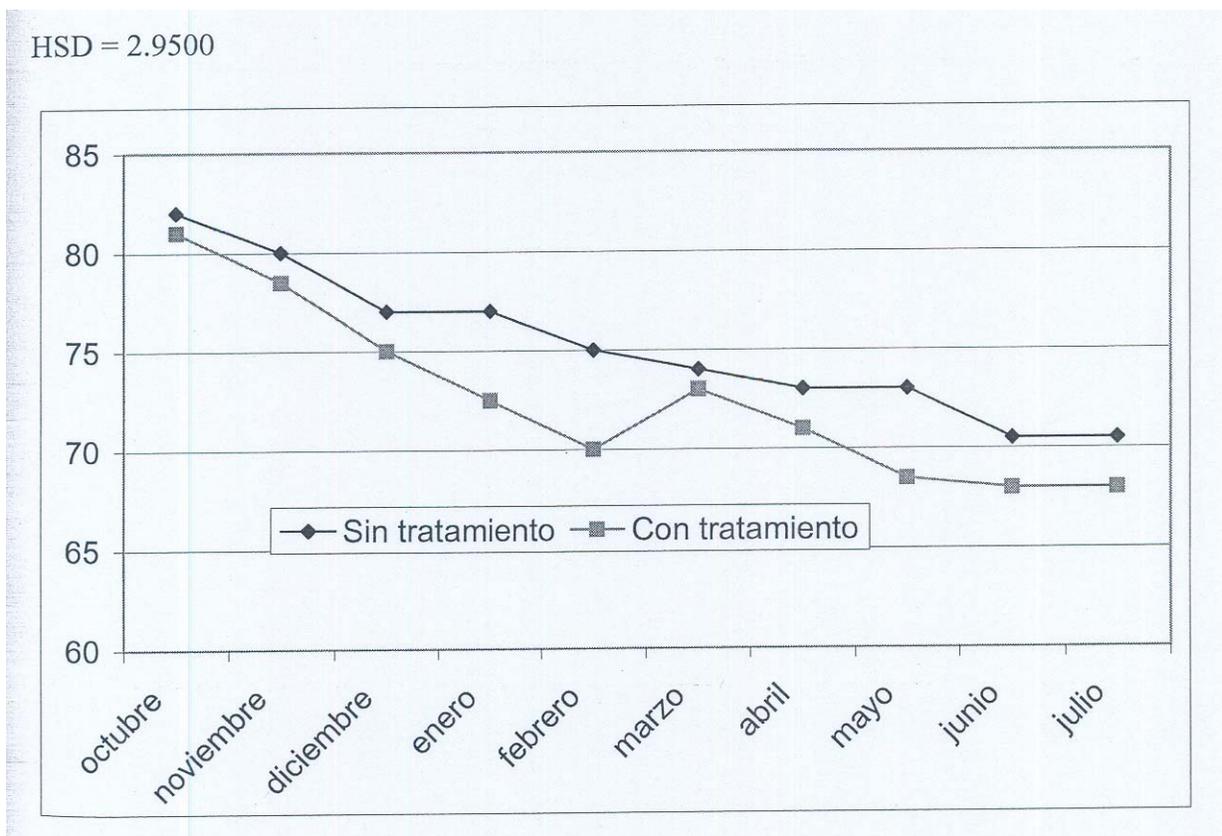


Figura 10. Comportamiento del Vigor en Semillas de Frijol

### 3.3 Humedad.

En la figura 11 se observó que el contenido de humedad de las semillas de frijol sin tratamiento y con tratamiento varía en el tiempo, debido a las variaciones de temperatura. Se observa que en los meses de menor temperatura promedio (noviembre, diciembre y enero) las semillas registran los valores más altos en contenido de humedad, ya que por su naturaleza higroscópica las semillas buscan el equilibrio con el medio ambiente. En los meses de mayores temperatura promedio (abril y mayo), se registraron los porcentajes de humedad más bajos en semillas con tratamiento. En semillas sin tratamiento el valor más bajo se registró en el mes de abril. En los análisis estadísticos, en el análisis de regresión se encontró efectos significativos por la covariable temperatura ( $Pr > F = 0.0094$ ), Y en el ANCOV A se encontró efectos significativos entre la covariable temperatura y la interacción TRT\*MES ( $Pr > F = 0.0003$ ). Ver anexos 25 y 29.

Se encontró en la separación de medias por la prueba Tukey, que las semillas de frijol sin tratamiento son significativamente diferentes con respecto a las semillas con tratamiento con contenidos de humedad promedio de 12.38% y 11.73% respectivamente. Ver anexo 32.

Se asume que el contenido de humedad es muy variable durante el tiempo en que éstas permanecen almacenadas en las condiciones actuales de almacenamiento en Zamorano.

HSD = 0.0644

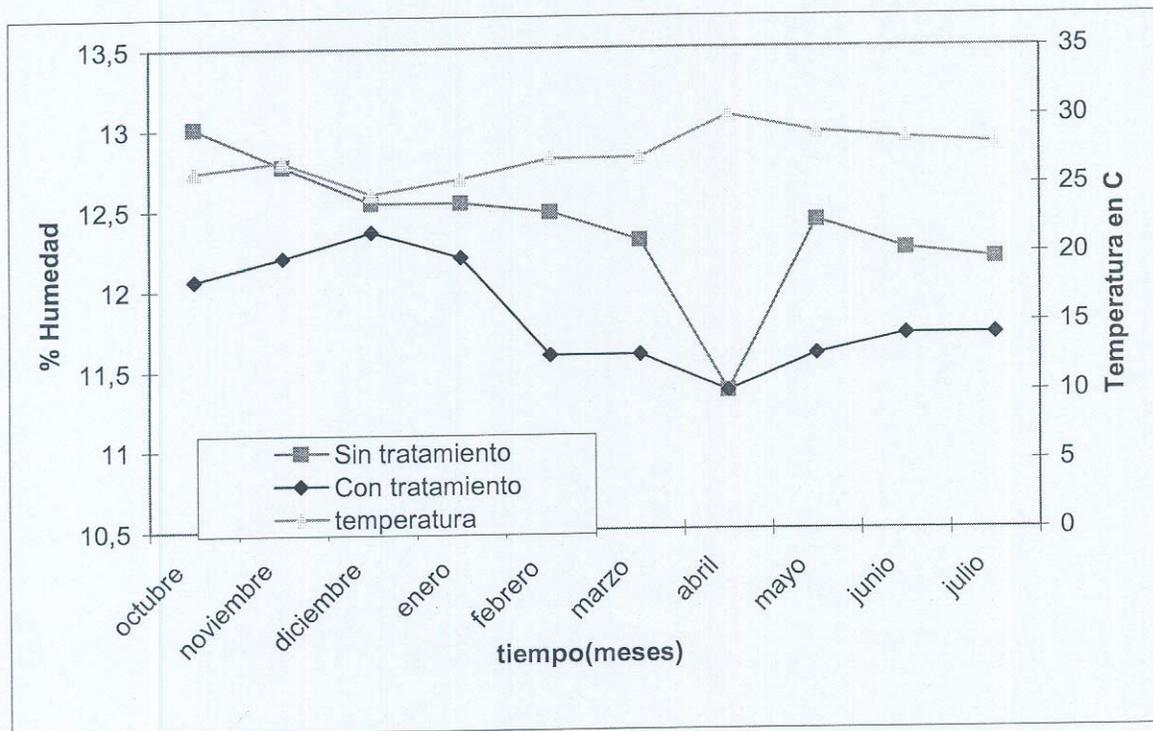


Figura 11. Comportamiento % Humedad en Semillas de Frijol octubre/2003-julio/2004

#### 4.3.4 Pureza física

En pureza física en la figura 12, no se encontraron variaciones considerables durante el estudio. Al igual que en semillas de maíz, en los análisis estadísticos no se encontraron efectos significativos de las covariables temperatura y humedad relativa, en el ANCOVA si se encontró efectos significativos en el interacción TRT\*MES ( $Pr > F = 0.0001$ ), y en TRT ( $Pr > f = 0.00110$ ). Ver anexos 28

En calidad de semilla, se puede asumir que está en óptimas condiciones de pureza, ya que el rango de pureza física en semillas sin tratamiento (99.95%-100%), y con tratamiento (99.81%-100%), es superior al límite mínimo requerido para certificación de semillas de calidad (98%). En la separación de medias por la prueba Tukey no se encontraron diferencias significativas en semillas sin tratamiento con respecto a semillas con tratamiento cuyos valores promedio fueron de 99.96 % y 99.90 % respectivamente.

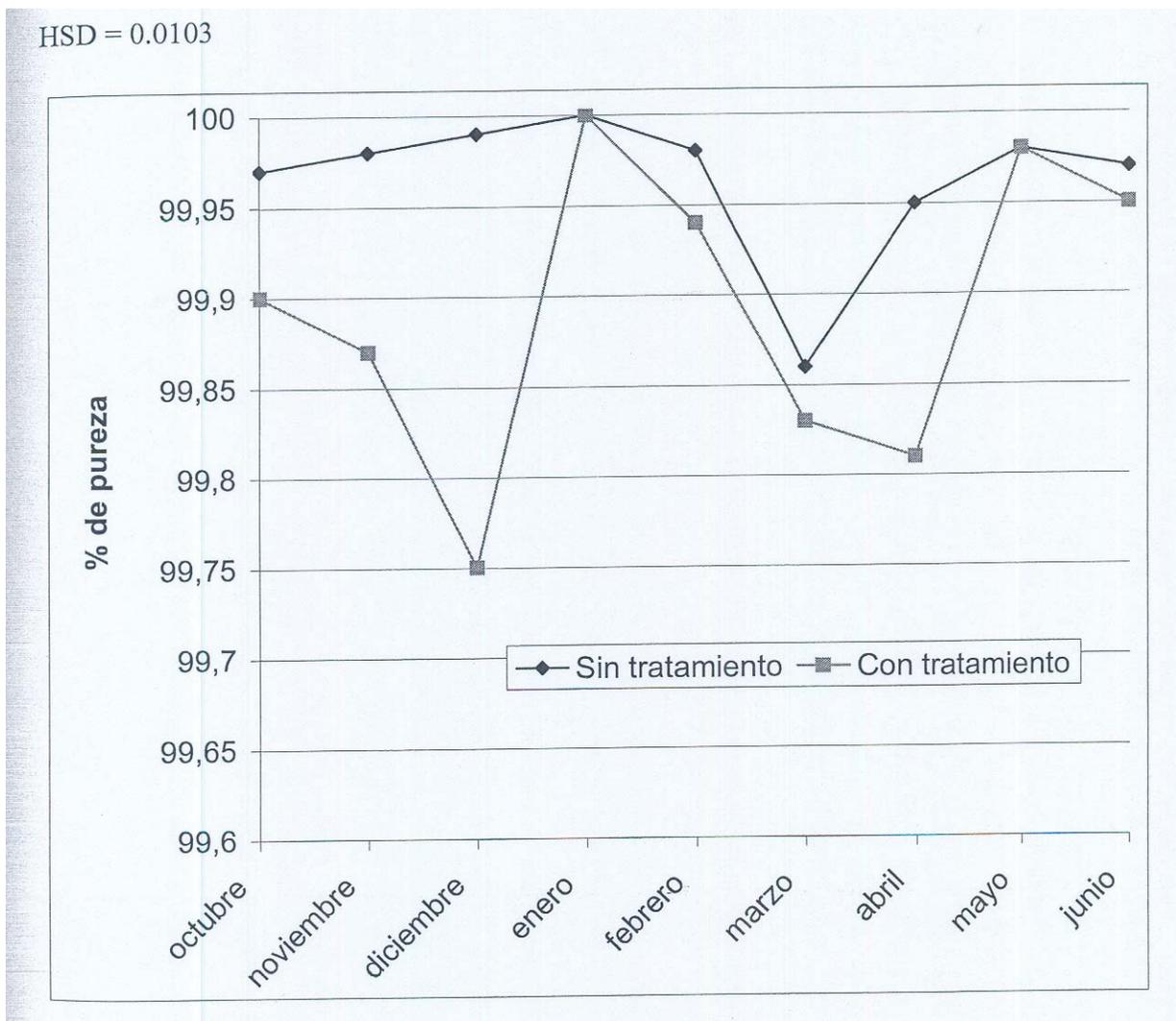


Figura 12. Comportamiento de Pureza Física en Semillas de Frijol

### 3.5 Daños por Insectos

No se reportaron daños por insectos en las muestras estudiadas, con excepción de semillas sin tratamiento. Solo se encontró un porcentaje mínimo de daño de 0.17% en el mes de marzo. En los análisis estadísticos no se encontraron efectos significativos por parte de las covariables temperatura y humedad relativa. Ver anexo 25.

Se encontró que hay diferencias significativas en semillas de fríjol sin tratamiento y con tratamiento en la prueba Tukey con valores promedio de 0.17% y 0.00% respectivamente. Ver anexo 33.

Considerando lo anterior se puede asumir que la cantidad de daños ocurridos durante 10 meses de almacenamiento en semillas de fríjol no es considerable, considerando que el límite máximo de daños permitido en certificación de semillas es de 2%.

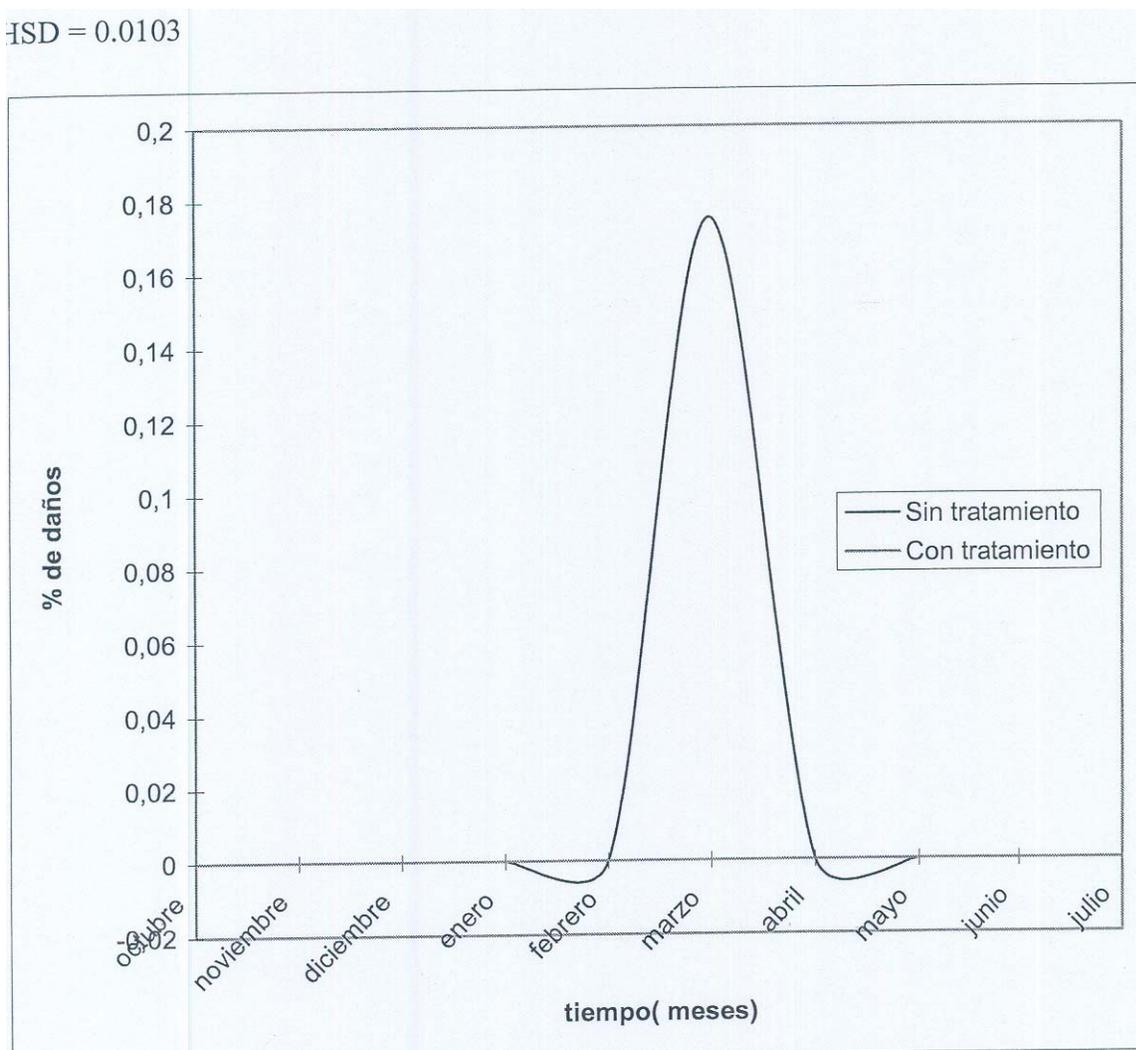


Figura 13. Comportamiento de Daños por Insectos en Semillas de Frijol.

### **3.6 Daños por Hongos.**

No se encontraron daños causados por hongos en el período octubre/2003-julio/2004, a nivel estadístico no se encontraron efectos significativos y en la separación de medias no se encontraron diferencias significativas. Ver anexos 25 y 33.

Se puede asumir que las semillas de frijol tratadas y no tratadas se encuentran libres de ataques por hongos en las condiciones actuales de almacenamiento.

## 4. RESULTADOS EN SEMILLAS DE SORGO.

### 4.4.1 Germinación.

La germinación de semillas de sorgo sin tratamiento bajó de 99% en el mes de octubre/2003 a 94.50% en el mes de julio. En semillas con tratamiento, la germinación bajó de 80% a 65%. En los análisis estadísticos de regresión no se encontró efectos significativos de las covariables temperatura y humedad relativa. En el ANCOV A se encontró que la interacción TRT\*MES, tiene efectos significativos ( $Pr > F = 0.0062$ ). Ver anexos 34 y 35.

En la separación de medias por la prueba Tukey se encontró que las semillas de sorgo sin tratamiento son significativamente diferentes en germinación que las semillas con tratamiento con valores promedio de 96.85% y 72.40% respectivamente. Ver anexo 40.

Se asume que las condiciones actuales de almacenamiento deterioran la calidad de germinación en semillas de sorgo, es necesario tomar medidas que permitan mejorar las condiciones de almacenamiento para evitar su deterioro, en el caso de semillas con tratamiento su deterioro es considerable.

HSD = 1.0058

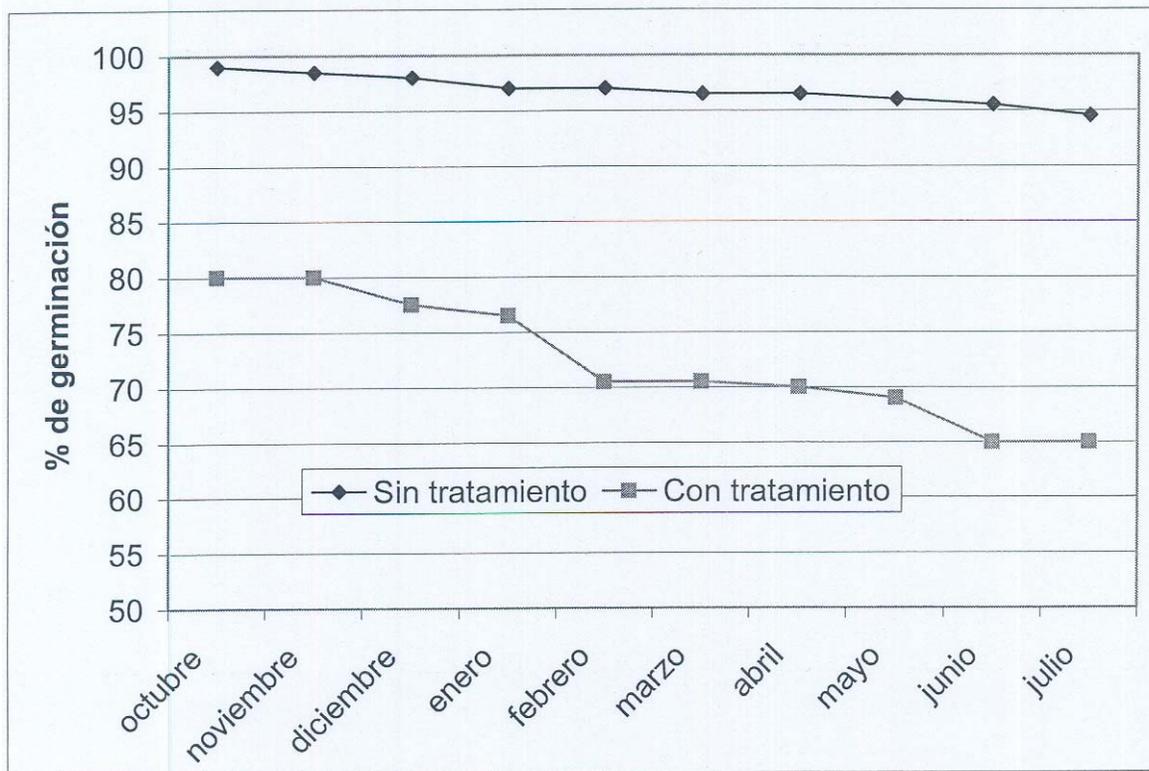


Figura 14. Comportamiento de la Germinación en Semillas de Sorgo octubre/2003 julio/2004.

#### 4.4.2 Vigor.

Se encontró que la viabilidad en semillas de sorgo sin tratamiento bajó de 96% a 91% durante 10 meses de almacenamiento, en semillas con tratamiento se encontró una mayor pérdida de viabilidad, ya que bajó de 64.50% a 46%. En el análisis de regresión no se encontraron efectos significativos por las covariables temperatura y humedad relativa. En el ANCOVA se encontraron efectos significativos en MES ( $pr>F=0.0319$ ), y en las interacciones TRT\*MES y TEMP\*MES con  $Pr>F = 0.0019$  y  $Pr>F= 0.0286$  respectivamente. Ver anexos 34 y 36.

En la separación de medias por la prueba Tukey se encontró que las semillas de sorgo sin tratamiento son significativamente diferentes en vigor que las semillas con tratamiento con valores promedio de 92.75% y 54.85% respectivamente. Ver anexo 40.

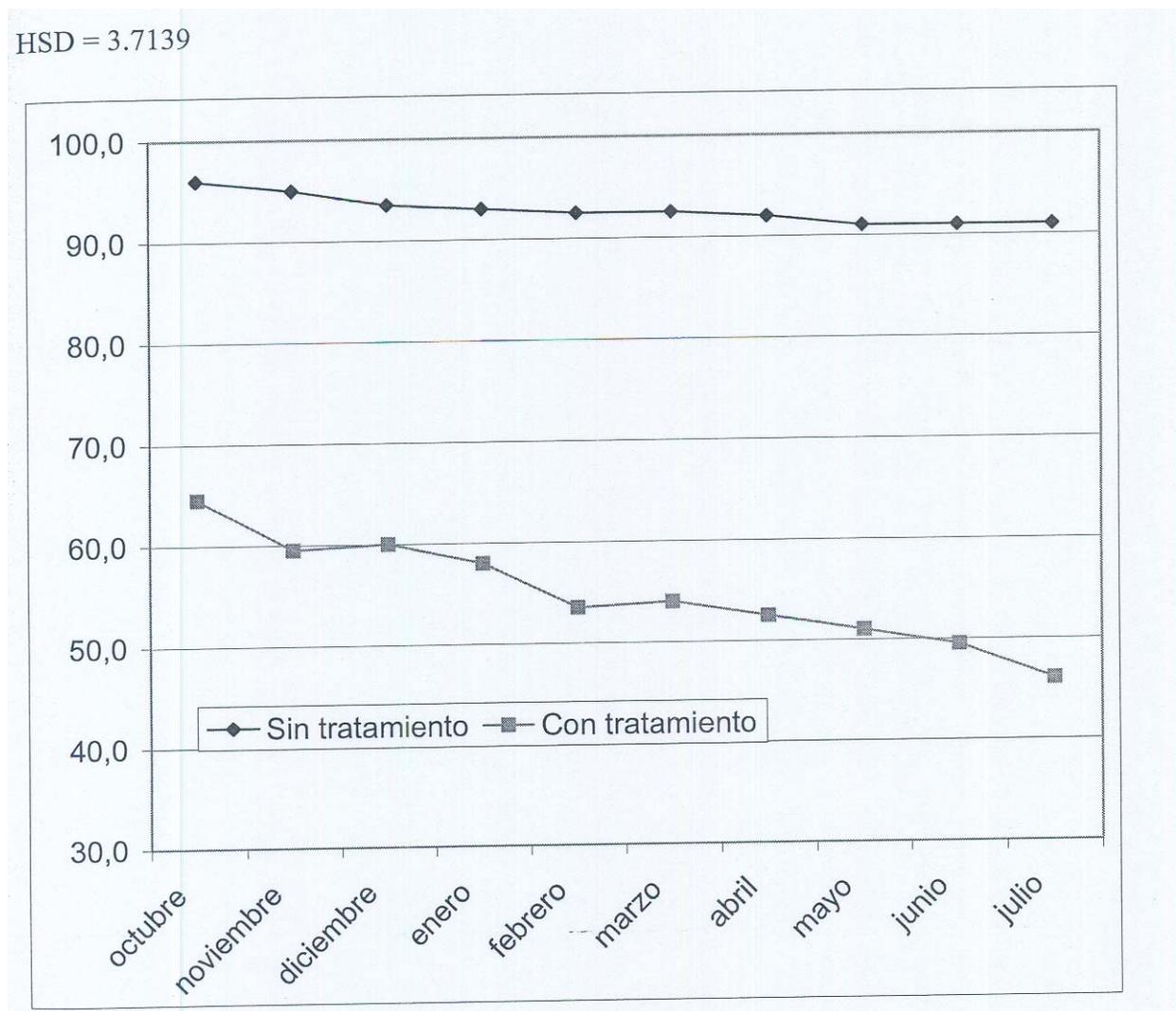


Figura 15. Comportamiento del Vigor en Semillas de Sorgo

### 4.3 Humedad.

Al igual que en semillas de maíz y frijol, el contenido de humedad en semillas de sorgo siguen el mismo patrón, durante los meses de mayor temperatura promedio (abril y mayo), se registraron los porcentajes de humedad más bajos, caso contrario en noviembre, diciembre y enero donde las temperaturas promedio son bajas, y el porcentaje de humedad son los valores más altos.

En el análisis de regresión se encontraron efectos significativos por las covariables temperatura y humedad relativa  $Pr>F= 0.0024$  y  $Pr>F= 0.0026$  respectivamente. En el ANCOV A se encontró efectos significativos en la interacción TRT\*MES con  $Pr>F= 0.0027$ . Ver anexos 34 y 38.

Se encontró que las semillas sin tratamiento son significativamente diferentes en humedad en la separación de medias que las semillas con tratamiento con contenidos de humedad promedio de 12.58% y 12.27% respectivamente. Ver anexo 41.

HSD = 0.0644

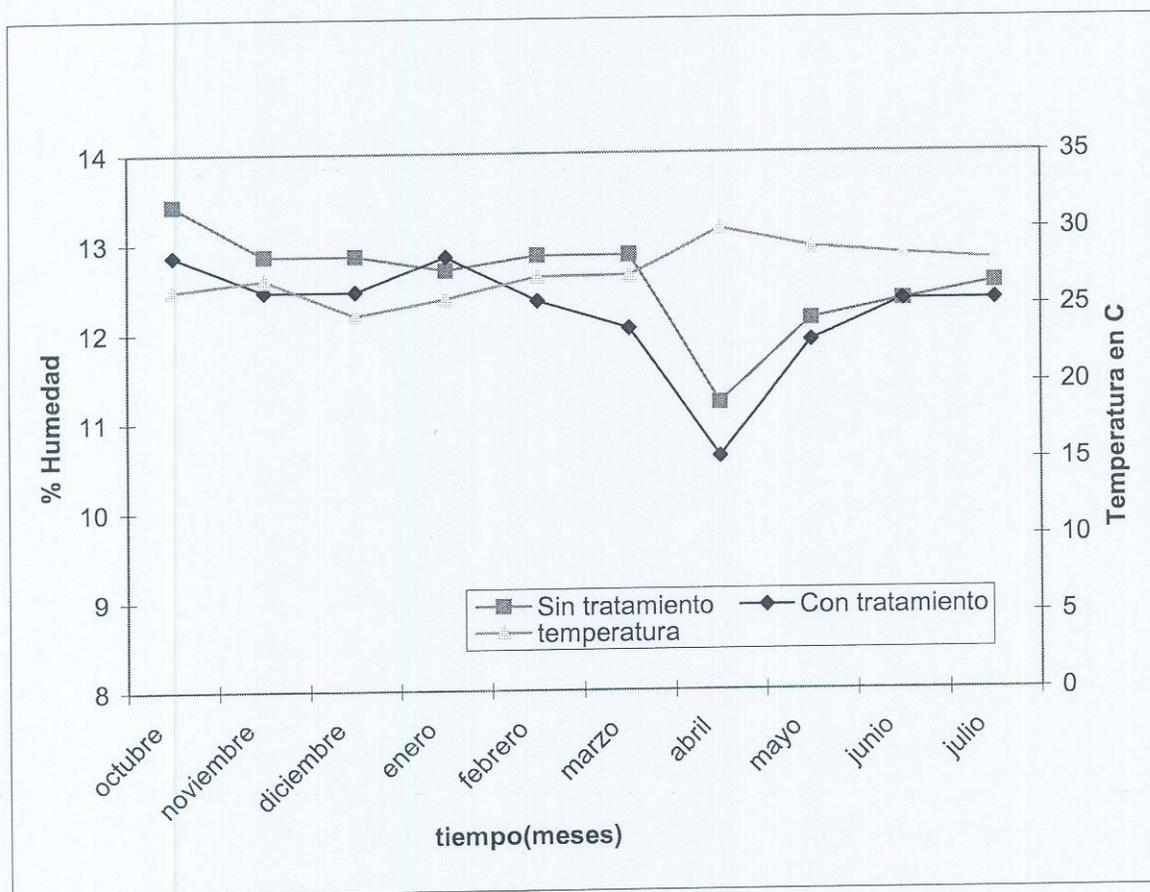


Figura 16. Comportamiento del % Humedad en Semillas de Sorgo octubre/2003julio /2004.

#### 4.4.4 Pureza Física.

En la figura 17 se observó que la pureza física en semillas de sorgo no sufre cambios considerables durante su almacenamiento. El rango de variación de pureza física en semillas sin tratamiento es mínimo (0.15%), y en semillas con tratamiento la variación es de (0.11 %). En la separación de medias no se encontró diferencias significativas en pureza física tanto en semillas de sorgo sin tratamiento con un valor promedio de 99.93% como en semillas con tratamiento con un valor promedio de 99.93%. No se encontraron efectos significativos de las covariables temperatura y humedad relativa. En el ANCOV A se encontró efectos significativos en la interacción TRT\*MES con  $Pr > F \sim 0.0001$ . Ver anexo 37.

Se asume que la calidad de pureza física en semillas de sorgo sin tratamiento y con tratamiento es satisfactoria, debido a que se encuentra por encima del límite mínimo permitido en certificación de semillas (98%). El almacenamiento no afecta la calidad de pureza física de las semillas de sorgo.

SD = 0.0103

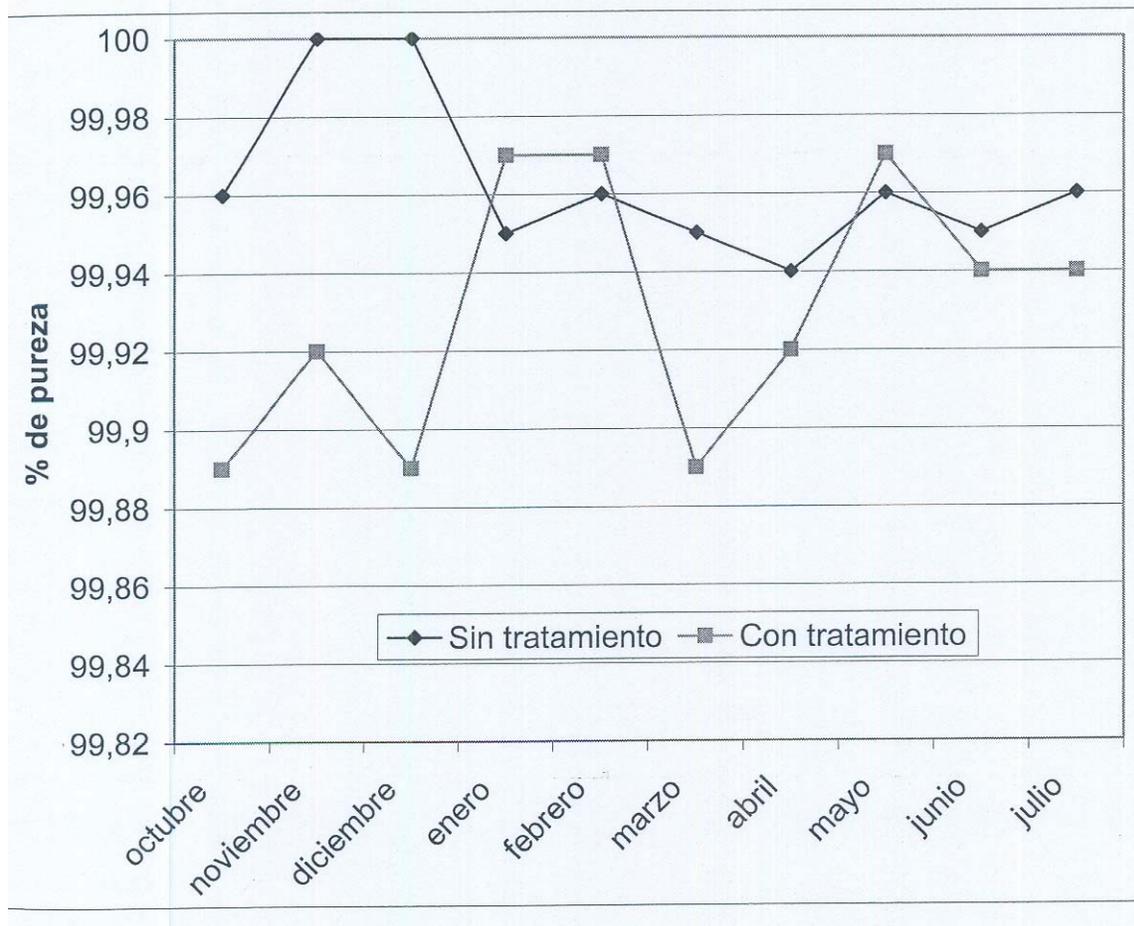


Figura 17. Pureza Física en Semillas de Sorgo octubre/2003-julio/2004.

#### 4.4.5 Daños por Insectos.

En daños por insectos en semillas de sorgo se encontró efectos significativos por parte de la covariable temperatura con  $Pr > F = 0.0313$ . En la figura 18 se observa que a medida que sube la temperatura promedio mensual el daño por insectos incrementa en semillas con tratamiento, mientras que sin tratamiento permanecen constantes los daños. En los meses de noviembre, diciembre y enero se encontró que son los meses de mayor daño por insectos, cuyas temperaturas promedio mensuales son las más bajas registradas durante el período de estudio. En los meses de abril, mayo y junio donde las temperaturas promedio mensuales representan los valores más altos, ocurre una reducción considerable de daños en semillas con tratamiento. Se observa que el porcentaje de daños en semillas sin tratamiento no es considerable (0.06-0.14%). En semillas con tratamiento se encontró mayor presencia de daños por insectos (0.26-1.53%). Ver anexo 34.

En semillas con tratamiento se encontró daños en el embrión de la semilla causado por el ataque de "palomilla". En la figura 17 se observó que el porcentaje de daños decrece a medida que aumenta la temperatura y aumenta el tiempo de almacenamiento. El porcentaje de daños es moderado (0.26-1.53%). Se asume que la cantidad de daños registrados no es suficiente ( $< 2\%$ ) para tomar medidas preventivas como: fumigación, limpieza etc., durante el almacenamiento. En la separación de medias se encontró que las semillas sin tratamiento son significativamente diferentes con respecto a semillas con tratamiento siendo éstas últimas las más afectadas con un valor promedio de 0.89% en contraste a 0.09% de daños por insectos en semillas sin tratamiento. Ver anexo 42.

HSD=0.0329

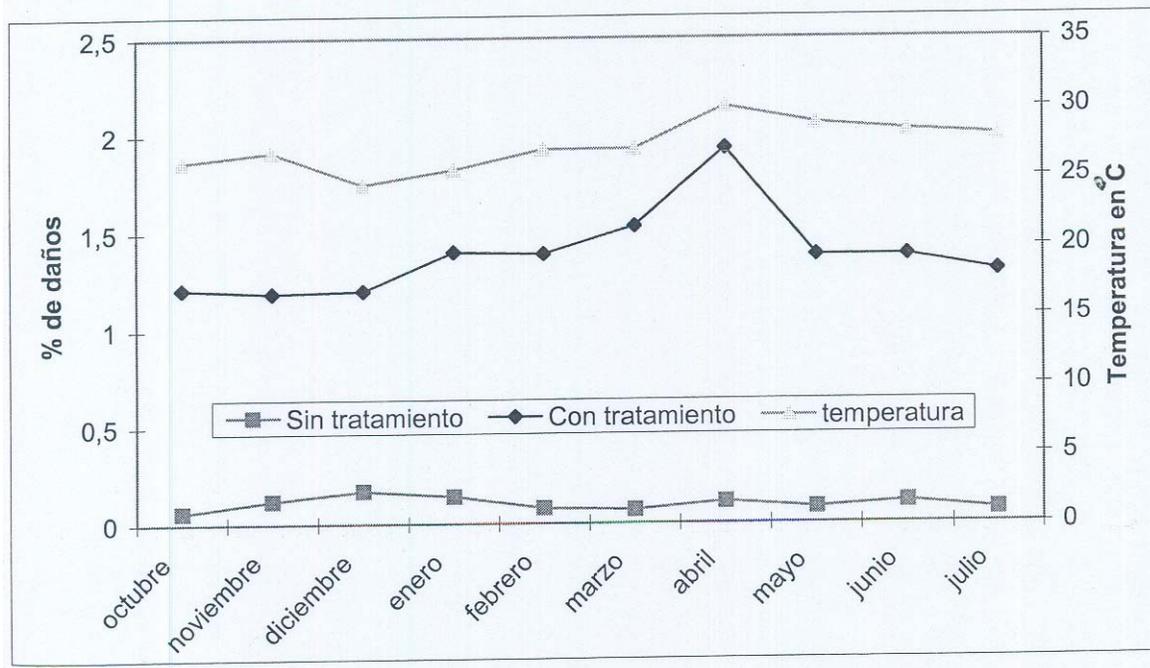


Figura 18. Daños por Insectos en Semillas de Sorgo octubre/2003-julio/2004

#### 4.4.6 Daños por Hongos

En el análisis de regresión se encontraron efectos significativos de la covariable humedad relativa ( $Pr > F = 0.0280$ ), y en el ANCOV A hubo efectos significativos en la interacción TRT\*MES con  $Pr > F = 0.0018$ . Ver anexo 34.

En la figura 19 se observó que el comportamiento de la humedad relativa durante el período octubre 2003-julio/2004 es similar al de daños en semillas de sorgo. Durante los meses de febrero, marzo y abril donde se reportaron los valores más bajos de humedad relativa se encontró los porcentajes de daños más bajos. En la separación de medias se encontró que hay diferencia significativa entre las semillas sin tratamiento y con tratamiento con 0.04% y 0.06% respectivamente. Ver anexo 42.

HSD=0.0069

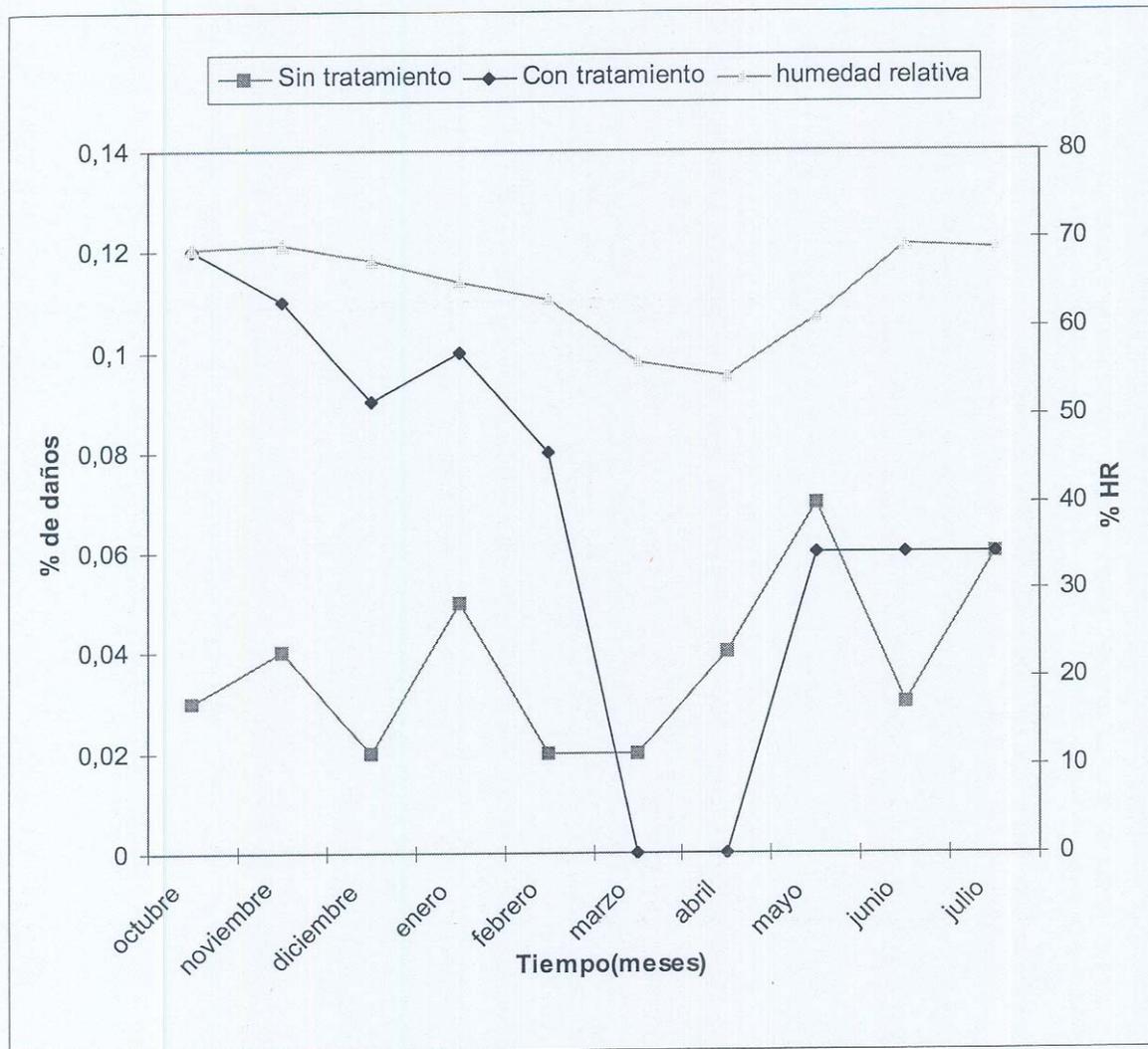


Figura 19. Daños por Hongos en Semillas de Sorgo octubre 2003-julio/2004.

## **5. CONCLUSIONES**

La calidad física y viabilidad de las semillas evaluadas se deterioran a medida que se prolonga el tiempo de almacenamiento.

La bodega de almacenamiento de semillas de Zamorano no cumple con las condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa para el almacenamiento de semillas de alta calidad.

Las condiciones actuales de temperatura y humedad relativa de almacenamiento son la causa principal de deterioro de la calidad física y viabilidad de la semilla almacenada.

Las variaciones de temperatura y humedad relativa causan deterioro en: germinación, vigor y cambios bruscos de humedad en las semillas almacenadas, debido a que se acelera el proceso de respiración de la semilla almacenada, causando su deterioro y posterior descomposición.

La temperatura y humedad relativa determinan el deterioro causado por insectos y hongos en semillas de sorgo, debido a que la reproducción de insectos y hongos de almacén están condicionados por estos dos factores ambientales.

No hay deterioro considerable causado por hongos e insectos de almacén en las semillas evaluadas en el presente estudio.

## **6. RECOMENDACIONES**

Establecer un sistema de registros de condiciones ambientales que permitan prevenir pérdidas económicas por el deterioro en la calidad de las semillas almacenadas.

Implementar un programa de monitoreo continuo de la calidad física y viabilidad de las semillas almacenadas, para recopilar información que permita conocer sus condiciones, y evaluar las condiciones de almacenamiento.

Implementar un extractor de aire caliente con el propósito de mantener un ambiente adecuado de almacenamiento especialmente en los meses donde se registran las mayores temperaturas del lugar de almacenamiento.

## 7. BIBLIOGRAFIA

Christensen y Kaufmann, 1976. Contaminación por hongos en, granos almacenados. México, Pax-México. 199 p.

Hernández, M. 2004. Ciencia. El frijol: Leguminosa Básica en la Dieta. Disponible en: <http://www.cuautitlan2.unam.mx/comunidad/2003/num20/uc2.20.htm>

Luz.ML, 2002. Recubrimiento de Semillas. Medidores de Humedad: Importancia económica del contenido de humedad en semillas. Disponible en: [http://www.seednews.inf.br/espanhollseed61/artigocapa61\\_a\\_esp.shtml](http://www.seednews.inf.br/espanhollseed61/artigocapa61_a_esp.shtml)

Manejo de la Producción de Frijol, 2000. Frijol Común. Curso Corto para la Capacitación de Técnicos. Proyecto Zamorano/ USAID-Frijol.

Postcosecha, 1995. Recomendaciones para el Almacenamiento. Manejo y Cuidados del Almacén. Litográficos Editores.

Postcosecha, 1995. Estructura de los Cereales y Leguminosas. Estructura del Maíz. Litográficos Editores.

Ramírez 1990. Almacenamiento y conservación de granos y Semillas. Importancia del almacenamiento de Semillas. México D.F. 2 Edición. Editorial Continental.

Revista Nuestro Agro, 1994. Como evitar la contaminación por hongos. Pág. 13-17. Disponible en: <http://www.nuestroagro.com.ar/nagro/revista/noticia.asp?id=622>

SAS Institute. INC. 1998. SAS/STAT. CarryNC. E.U.A.

Silmar.B, 2004. Prueba Tetrazolium: Maíz. Disponible en: <http://www.mejoravegetal.criba.edu.ar/semillap/viabilid/maizviab.htm>

Willian, 0.1991. Comportamiento de la Viabilidad en Semillas de Cereales durante el Almacenamiento. Manejo en silos y almacenes de semillas. Sevilla. 3ra edición. Editorial Sevillana.