

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Evaluación de factores abióticos que afectan
la germinación del sorgo Sureño**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de Licenciatura.

presentado por

María Alexandra Rivera Martínez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

María Alexandra Rivera Martínez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

Evaluación de factores abióticos que afectan la germinación del sorgo Sureño

Presentado por:

María Alexandra Rivera Martínez

Aprobada:

Pablo Paz, Ph.D.
Asesor Principal

Alfredo Rueda, Ph.D.
Coordinador de Area Temática

Edward Moncada, M.B.A .
Asesor

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

David Moreira, M.B.A.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Ana Margoth de Andrews, Ph.D.
Coordinador PIA

Keith L. Andrews, Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María que me han guiado a lo largo de toda mi vida.

A mi padre Alejandro Reynaldo Rivera Leclair que desde el cielo me ha protegido.

A mi madre María de las Candelas Martínez Martínez de Pinillos por ser siempre mi apoyo incondicional.

A mi hermano Oscar por todo el apoyo brindado en estos años tan lejos de casa.

A mi hermano Hugo por ser el que día a día me animó a ser su mejor ejemplo.

A mis hermanas Dora y Jimena por que siempre fueron las que me incentivaron a seguir adelante en todo.

A mi abuelito Vicente por ser la alegría de mis días.

A mi abuelita Dora por todos sus consejos.

A mi tío Juanjo por su apoyo incondicional.

A mis bellos sobrinos, Carmen y Diego, por ser mi tesoro.

A Jorge Meléndez por ser el mayor apoyo que tuve en esta escuela.

AGRADECIMIENTOS

A la Virgencita por ser siempre mi luz.

A mi madre María de las Candelas por ayudarme a llegar a ser quien soy, por siempre tener confianza en mí y por darme ese espíritu de fuerza para seguir adelante, gracias por ser mi maestra de la vida.

A mis hermanos, mis sobrinos y toda mi familia por motivarme a realizar tantas metas.

A Jorge Meléndez por estar ahí siempre que lo necesite, por alegrar mis días y por quererme de esa forma tan especial.

A Gabriela Díaz por escucharme siempre.

A Dolores por animarme a ser una mejor mujer.

A Roberto Rodríguez por ser el amigo que nunca te abandona.

Al Ing. Edward Moncada por todo el tiempo invertido, por su comprensión y por estar siempre pendiente de la realización de este trabajo.

Al Dr. Pablo Paz y al Ing. Moreira por sus consejos.

A Camilo Valerio por su apoyo y sugerencias en las pruebas de laboratorio.

A David, Rodrigo, Polo y Cesar por su apoyo en la Planta de Semillas.

Y a todas las personas que creyeron en mí y que de una forma u otra hicieron posible la realización de este trabajo.

Gracias.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco al Ministerio de Agricultura y Ganadería-Forestal de Nicaragua por brindarme financiamiento parcial para realizar mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco al programa USAID-Zamorano Componente Frijol por contribuir con parte del financiamiento para continuar mis estudios en el Programa de Ingeniería Agronómica.

Agradezco a la Fundación W. K. Kellogg por el financiamiento parcial de todos mis estudios en el Programa Agrónomo.

RESUMEN

Rivera, María 2000. Evaluación de factores abióticos que afectan la germinación del sorgo Sureño. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, 38 p.

La obtención de una buena semilla depende del manejo que se le da desde la cosecha hasta el almacenamiento. La etapa más crítica es la cosecha ya que afecta la germinación. La producción de semilla de sorgo en Zamorano debe cumplir con ciertos estándares de calidad para ser certificada y puesta a la venta. Se ha presentado reducción de la germinación y vigor en la semilla de sorgo debido a que el secado intermitente no proporcionaba igual tratamiento a la semilla por los altos volúmenes procesados. El objetivo del estudio fue evaluar los factores que afectan la germinación del sorgo sureño en Zamorano, desde la madurez fisiológica de la semilla. Se evaluaron los porcentajes de humedad de la semilla, porcentajes de germinación y vigor, impurezas, daño por hongos e insectos y daño mecánico. En todos los procesos, se midió la temperatura y humedad relativa en el almacenamiento y también se evaluó el efecto del tipo de cosecha (mecánica o manual). En el análisis de datos se utilizaron correlaciones y regresiones para determinar posibles tendencias que expliquen la disminución en germinación debido a las variables evaluadas, y se realizó una prueba de diferencia de medias para conocer si existen diferencias entre cosechar manual o mecánicamente. Los resultados del estudio indicaron que la humedad óptima de cosecha (13-19%) no afecta el porcentaje de germinación, una mayor humedad de la semilla reduce la germinación. El daño mecánico no visible reduce la germinación. La semilla cosechada mecánicamente tiene más daño mecánico, lo que disminuye la germinación. Las temperaturas de almacenamiento arriba de 25°C disminuyen la germinación de la semilla. Los factores que afectaron mayormente el porcentaje de germinación de sorgo fueron: daño mecánico, humedad de la semilla y temperatura de almacenamiento.

Palabras claves: Cereales, latencia, madurez fisiológica, semilla, vigor.

NOTA DE PRENSA

UNA ADECUADA COSECHA Y UNA DISMINUCION EN EL DAÑO MECANICO GARANTIZAN LA GERMINACION DEL SORGO SUREÑO.

Obtener una semilla de sorgo de óptima calidad es un factor clave para los productores. La calidad de la semilla es regulada por la Oficina de Certificación de Semillas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de Honduras.

La calidad de la semilla está dada por su porcentaje de germinación y vigor. La humedad de cosecha y el manejo que se de en la planta de semillas afecta enormemente el proceso de germinación. Otro factor importante que afecta la germinación de la semilla es el daño mecánico producido durante la cosecha.

Recientemente se realizó un estudio en Zamorano sobre los factores que afectan la germinación de sorgo variedad Sureño. El estudio se realizó desde Marzo hasta Octubre del año 2000, con el objetivo de evaluar los factores abióticos que afectan la germinación del sorgo Sureño desde su madurez fisiológica hasta su almacenamiento. Se realizaron muestreos donde se midió el contenido de humedad, el porcentaje de germinación, el porcentaje de vigor, el daño mecánico, el daño por hongos y la temperatura y humedad a la que se almacenó la semilla.

Los resultados demostraron que la humedad óptima de cosecha se encuentra en un rango de 13 a 19%, en este punto el porcentaje de germinación es elevado, demostrando que a menor humedad de cosecha, se obtiene mayores germinaciones.

El daño mecánico afecta enormemente la germinación y el vigor de la semilla, pero sobre todo el daño mecánico no visible. La temperatura adecuada a la cual se debe almacenar la semilla de sorgo para evitar disminución en la germinación debe ser menor a 15°C, y la humedad relativa menor a 25%.

Es importante realizar la cosecha entre 13 y 19 % de humedad del grano, siempre y cuando no existan factores ambientales adversos que nos puedan provocar pérdidas por un ataque de hongos.

El estudio concluye que los factores que más afectan la germinación del sorgo Sureño son: la humedad de cosecha y el daño mecánico.

Licda. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de Firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a Patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de Prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Indice de Cuadros.....	xi
	Indice de Figuras.....	xii
	Indice de Anexos.....	xiii
1.	INTRODUCCION.....	1
1.1	DEFINICION DEL PROBLEMA.....	2
1.2	ANTECEDENTES.....	2
1.3	LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	3
1.4	OBJETIVOS.....	3
1.4.1	Objetivo general.....	3
1.4.2	Objetivos específicos.....	3
2.	REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1	IMPORTANCIA DE LA SEMILLA.....	4
2.2	IMPORTANCIA DEL SORGO.....	4
2.3	GERMINACION.....	5
2.4	MADUREZ FISIOLÓGICA.....	6
2.5	CONTENIDO DE HUMEDAD.....	6
2.6	DETERIORO.....	7
2.7	COSECHA MECANIZADA Y MANUAL.....	7
2.8	SECADO.....	8
2.9	ALMACENAMIENTO.....	9
2.10	LATENCIA.....	11
3.	MATERIALES Y METODOS.....	12
3.1	LOCALIZACION DEL ESTUDIO.....	12
3.2	MANEJO DE LOS LOTES EN LA PLANTA DE ACONDICIONAMIENTO.....	12
3.3	VARIABLES TOMADAS.....	13
3.4	ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	13

3.4.1	Preparación de la muestra.....	13
3.4.2	Determinación del porcentaje de humedad de la semilla.....	13
3.4.3	Análisis de germinación.....	14
3.4.4	Daño por hongos.....	14
3.4.5	Daño mecánico.....	14
3.4.6	Análisis de vigor.....	15
3.4.7	Humedad relativa y temperatura de almacenamiento.....	15
3.5	METODOLOGIA DE ANALISIS.....	15
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	16
4.1	DATOS DE CAMPO.....	16
4.2	DATOS DE RECIBO.....	18
4.3	DATOS DE SECADO Y ACONDICIONAMIENTO.....	19
4.4	DATOS DE ALMACENAMIENTO.....	20
4.5	COSECHA MECANICA Y MANUAL.....	24
4.6	REGRESIONES MULTIPLES.....	24
5.	CONCLUSIONES.....	25
6.	RECOMENDACIONES.....	26
7.	BIBLIOGRAFIA.....	27
8.	ANEXOS.	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Humedad de campo y la germinación en tierra y kimpack para diez lotes de semilla de sorgo Sureño en tres rangos de humedad, Zamorano, Honduras, 2000.....	16
2.	Datos al recibo de diez lotes diferentes de semilla de sorgo Sureño, Zamorano, Honduras, 2000.....	18
3.	Efectos de la humedad de la semilla y el daño mecánico sobre la germinación y vigor en sorgo Sureño al momento del secado, Zamorano, Honduras, 2000.....	19
4.	Efectos de la humedad de la semilla y el daño mecánico sobre la germinación y vigor al momento del acondicionamiento, Zamorano, Honduras, 2000.....	20
5.	Efectos de la humedad de la semilla y las condiciones de almacén en la bodega sobre la germinación de ocho lotes de semilla de sorgo Sureño en un período de 14 semanas, Zamorano, Honduras, 2000.....	21
6.	Efectos de la humedad de la semilla y las condiciones de almacén en el cuarto frío sobre la germinación de ocho lotes de semilla de sorgo Sureño en un período de 14 semanas, Zamorano, Honduras, 2000.....	21
7.	Datos de germinación y daño mecánico de los diferentes sistemas de cosecha (mecánica y manual), Zamorano, Honduras, 2000.....	24

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Correlación entre la humedad de campo y la germinación en tierra de sorgo Sureño ,Zamorano, Honduras, 2000.....	17
2.	Correlación entre la humedad de campo y la germinación en tierra de sorgo Sureño ,Zamorano, Honduras, 2000.....	17
3.	Correlación entre vigor y daño mecánico al recibo en sorgo Sureño, Zamorano, Honduras, 2000.....	19
4.	Correlación entre la humedad de la semilla de sorgo Sureño y la germinación en el almacenamiento en el cuarto frío, Zamorano, Honduras, 2000.....	22
5.	Correlación entre la humedad de la semilla y la germinación en sorgo Sureño en el almacenamiento en la bodega, Zamorano, Honduras, 2000.....	22
6.	Correlación entre la humedad de la semilla y el vigor en sorgo Sureño en el almacenamiento en la bodega, Zamorano, Honduras, 2000.....	23
7.	Correlación entre la humedad de la semilla y la germinación en sorgo Sureño en el almacenamiento en la bodega Zamorano, Honduras, 2000.....	23

INDICE DE ANEXOS

Anexos

1.	Cuadro para toma de datos.....	29
2.	Cuadro para toma de datos de almacenamiento.....	30
3.	Promedios de germinación y vigor en almacenamiento.....	31
4.	Promedios de humedad de la semilla en almacenamiento.....	32
5.	Datos de humedad relativa y temperatura en almacenamiento en la bodega.....	33
6.	Datos de humedad relativa y temperatura en almacenamiento en el cuarto frío.....	34

1. INTRODUCCIÓN

Los cereales a nivel mundial son de gran importancia tanto para alimentación humana como animal, por su cantidad de carbohidratos que son fuente de energía. Alrededor del 75 % del sorgo granífero sirve como alimento humano. La alta cantidad de almidón (68 a 73 %) y proteínas (9 a 14%) en el sorgo, no son usadas al mismo grado como en los otros cereales de igual valor nutritivo. La disponibilidad de proteína y energía esta limitada por los taninos que se ligan a las proteínas almacenadas (prolaminas) haciéndolas insolubles e indigeribles. Debido a su baja palatabilidad y digestibilidad se necesita combinar el sorgo con leguminosas u otras fuentes de proteína de buena calidad (Compton,1990).

El sorgo (*Sorghum bicolor*) es el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo después del trigo (*Triticum aestivum*), el maíz (*Zea mays*), el arroz (*Oriza sativa*) y la cebada (*Hordeum vulgare*). Los países productores de sorgo más importantes son: Estados Unidos, India, Argentina, China, México, Nigeria y Sudán. En Norteamérica, Sudamérica, Europa y Australia la producción se destina para alimento animal pero en Asia, Africa, China y América Central se destina para consumo humano (Compton,1990).

A su vez al grano de sorgo se le atribuye solamente una eficiencia alimenticia de entre 85 a 90 % en relación con la del maíz, en cuanto a animales se refiere. Pero cuando se quiebra y se prensa con vapor el grano de sorgo en la preparación de alimento para ganado, este grano puede reemplazar completamente cualquier otro cereal usado como alimento animal, sin efectos nocivos como el de los taninos condensados (Bennett,1990).

La disponibilidad de semilla en el mercado está muy ligada a la producción de la misma, la cual se encuentra en manos de grandes productores ya que requiere de mucha tecnología para evitar el daño o disminución de la calidad de la semilla.

De la cosecha, el secamiento, acondicionamiento y almacenamiento depende la obtención de una semilla de buena calidad, pero no es solo en estos momentos sino desde que se escoge la semilla que se utilizará en la siembra. La etapa más crítica es la cosecha de la semilla ya que la época en que se coseche tendrá efectos significativos en la calidad fisiológica de la semilla obtenida que afectará nuestros rendimientos por efecto de los problemas ocasionados en la misma (Rodríguez,1994).

Durante el período de almacenamiento no se puede mejorar la calidad de la semilla, y generalmente se almacena a 12 % de humedad en la semilla y 70 % de humedad relativa en el ambiente, a una temperatura de 25 a 30 grados centígrados. La semilla deberá ser cosechada libre de insectos y secada lentamente a una temperatura adecuada, no más de

32-35 grados centígrados ya que a una temperatura más alta se daña el embrión (Compton,1990).

La obtención de una semilla de sorgo de óptima calidad es necesaria para alcanzar altos rendimientos y beneficios económicos. La calidad fisiológica de la semilla esta determinada por la capacidad de germinación y de vigor (Puerto,1999).

En Honduras las normas actuales de certificación de semilla de sorgo con las cuales, debe cumplir Zamorano son: ¹

- Germinación de 80%
- Semilla de otras variedades 0.05%
- Semilla pura 98%
- Materia inerte 2%
- Semilla de malezas 0.1%¹
- Semilla de malezas nocivas 0%
- Semilla de otros cultivos 0.08%
- Vigor de 80%
- Humedad de 12%
- Semilla con enfermedades 2%

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El problema que ha existido en Zamorano respecto a la semilla de sorgo es que debe cumplir con ciertos estándares de calidad para poder obtener la categoría de semilla certificada y poder realizar ventas al mercado, evitando de ésta forma sanciones o descartes de lotes destinados para semilla por parte de los organismos certificadores. La semilla producida en Zamorano ha mostrado problemas en la germinación por razones hasta ahora desconocidas, por lo que se deben tomar medidas correctivas y preventivas, buscando la máxima germinación de la semilla para su comercialización.

1.2 ANTECEDENTES

Uno de los mayores problemas que existía en Zamorano era el secado intermitente, ya que la semilla por los altos volúmenes no recibía un tratamiento uniforme, lo que incurría en una baja germinación de la misma

Cabe mencionar que la cosecha en años anteriores se realizaba después de madurez fisiológica (22 %), lo que junto al mal manejo incurría en un aumento de costos, ya que provocaba pérdidas de hasta un 15 %; debido al daño severo ocasionado con la cosechadora mecánica y el manipuleo que se le daba en la planta durante su secado y procesamiento.

¹ Comunicación personal. Carlos Almendares. 2000. Normas actuales de certificación de semilla de sorgo.

Actualmente la cosecha se realiza entre 14–15 % de humedad de la semilla lo que disminuye los costos de secamiento, pero produce daño mecánico severo que disminuye el porcentaje de germinación.

1.3 LIMITANTES DEL ESTUDIO

- El estudio evaluó solamente los factores que afectan el poder germinativo desde pocos días después de que el cultivo alcance madurez fisiológica.
- El espacio de la cámara de germinación y la mano de obra para realizar las pruebas fueron insuficientes en los momentos de recibo y secado de la semilla.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar los factores abióticos que afectan la germinación de la semilla de sorgo Sureño en Zamorano partiendo desde madurez fisiológica.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar los factores ambientales y de manejo que afectan la germinación de la semilla de sorgo Sureño en Zamorano desde la madurez fisiológica hasta el almacenamiento.
- Definir la humedad óptima de cosecha para el cultivo de sorgo Sureño en Zamorano, y determinar el efecto de ésta sobre la disminución en las pérdidas económicas y de calidad.
- Identificar los factores causantes de daños en el poder germinativo de la semilla de sorgo Sureño durante los procesos de cosecha, desgrane, recepción, secado y almacenamiento.
- Dar recomendaciones iniciales para mejorar el manejo y aumentar la calidad de la semilla de sorgo Sureño.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA DE LA SEMILLA

La semilla es el resultado de la fertilización, desarrollo y maduración del óvulo; está formada por un embrión, que durante la germinación se desarrolla en plántula, un tejido nutritivo, llamado endospermo y la testa que es una cubierta protectora (Bekendan, 1979).

La semilla es un óvulo fecundado, que es independiente de la planta madre, que ha logrado madurar hasta adquirir la capacidad fisiológica para originar una nueva planta. En un sentido más amplio, la semilla es una unidad de dispersión, ya que después de madurar generalmente es liberada por la planta madre para que se disemine en el medio. Cuando el hombre colecta las semillas, generalmente antes de que se dispersen, forman poblaciones de semillas de una especie, que es cosechada en la misma localidad y estación del año (Camacho, 1994).

Según Turcios (1998), la importancia de la semilla radica en que además de dar origen a plantas cuyas partes sirven como fuente de alimento humano y animal, puede producir textiles y grasas. También tiene funciones como transferir las características genéticas de generación en generación. Además, es un sistema eficaz que provee nutrientes y productos biosintéticos para iniciar la germinación y el desarrollo de una nueva planta y es un medio de reproducción y dispersión.

Como se dijo anteriormente las semillas de todas las plantas tienen gran importancia, ya que de ellas depende obtener buenas producciones año con año. Dentro de las semillas, la importancia del sorgo está muy ligada a sus usos en los diferentes países.

2.2 IMPORTANCIA DEL SORGO

Durante siglos el grano de sorgo ha ocupado un lugar preponderante en la agricultura mundial. Como alimento humano constituyó la dieta de mantenimiento de millones de seres humanos en las zonas menos desarrolladas de Asia y Africa. En los últimos años se utiliza para la alimentación de animales en la producción de carne, leche y huevos (Wall y Ross, 1975).

Más de la mitad de la producción mundial de sorgo es consumida por la población. En general, en los países de mayor desarrollo económico, el grano se usa como alimento animal, y en los que están en vías de desarrollo, para consumo humano (Wall y Ross, 1975).

Las fallas de comercialización, en zonas de menor desarrollo, comprenden la falta de reglamentaciones comerciales, transporte insuficiente, almacenamiento e ineficiencias en el manipuleo de pequeños volúmenes en las fincas, en los comercios locales y aún en las estaciones de acopio. El mal pesaje y la dilución de la calidad mediante mezclas son prácticas comunes en el mercado; además, impuestos elevados y cargas incidentales que agobian a los productores que comercializan su cosecha. Estos son obstáculos que impiden transformar una producción de subsistencia en una producción de mercado (Wall y Ross, 1975).

La importancia del sorgo está muy ligada a su calidad fisiológica que está determinada por su capacidad de germinar, que se debe tomar muy en cuenta a la hora de decidir el uso posterior del sorgo, ya sea su uso como grano o semilla (Wall y Ross, 1975).

2.3 GERMINACIÓN

Existen varios conceptos sobre lo que es germinación dados por varios autores, citados por Almendares (1986), entre los cuales tenemos:

- “Es la reanudación del crecimiento del embrión y el desarrollo de una planta joven, partiendo de la semilla.”
- “Es la emergencia y desarrollo a partir del embrión de la semilla de aquellas estructuras esenciales que para la clase de semilla que está ensayando indica la capacidad para desarrollarse en planta normal bajo condiciones favorables en el suelo.”
- “Es la capacidad de una semilla de producir una plántula la cual muestra todas las estructuras necesarias para evolucionar y convertirse en una planta adulta.”
- “Es el proceso de reinicio del crecimiento activo por parte del embrión caracterizado por la ruptura de la cubierta seminal y la emergencia de la plántula.”

Según Camacho (1994), para que la germinación se realice, se necesita una semilla viable, o sea, que tenga un embrión vivo capaz de crecer, una temperatura, aereación y humedad adecuada para el proceso y que se eliminen los bloqueos fisiológicos (ácido absícico y otros) presentes en las semillas, que impiden la germinación.

La germinación termina cuando la plántula no depende ya, para su existencia, de los tejidos nutritivos, que es el momento en que sus reservas se agotan, generalmente cerca del momento en que las primeras hojas de la planta llegan a una fase en que el mecanismo fotosintético se desarrolla por completo y la plántula ha llegado a su autosuficiencia. A partir de este momento es capaz de producir sus propios alimentos. En términos prácticos se dice que la semilla ha germinado cuando en siembras de laboratorio emite la radícula, o cuando emerge del suelo en siembras realizadas en tierra. No todas las semillas que emiten la radícula, u otro órgano, a través de las cubiertas son capaces de producir una planta con posibilidades de llegar a ser adulta; por ello, en el laboratorio no se consideran como semillas germinadas aquellas que originan plántulas anormales, es decir, que presentan defectos que les impedirán su desarrollo posterior (Camacho, 1994).

Para que se produzca una adecuada germinación de las semillas, está debe haber llegado por lo menos a su estado de madurez fisiológica, donde ha alcanzado un contenido de humedad de 32% aproximadamente.

2.4 MADUREZ FISIOLÓGICA

La madurez de la semilla ocurre cuando hay cambios funcionales que ocurren desde la polinización hasta el desarrollo completo del óvulo (Debouck e Hidalgo, 1985).

Según Bidwell (1979), generalmente la madurez fisiológica ocurre antes de la cosecha. Algunos de los cambios que ocurren en la semilla a medida que se aproxima a la madurez fisiológica son:

a) Tamaño

Aumenta desde la fertilización, obteniéndose un máximo desarrollo antes de la madurez fisiológica; el tamaño comienza a decrecer a medida que la semilla pierde humedad al progresar hacia la maduración.

b) Peso seco

Aumenta al progresar la maduración de la semilla. El máximo incremento de peso seco define el punto de madurez fisiológica; en esta fase también la calidad fisiológica de la semilla está a su máximo nivel.

c) Contenido de humedad

Alcanza niveles mayores de 80% en el ovario no fertilizado, luego la humedad desciende gradualmente hasta llegar a un estado de equilibrio con el ambiente, lo cual define la madurez de cosecha para la mayoría de los cultivos.

El contenido de humedad en una semilla es importante para todos los procesos que se realizarán antes, durante y después de la cosecha, y tiene mucha importancia en su almacenamiento, ya que del contenido de humedad depende que se mantenga la calidad de la semilla.

2.5 CONTENIDO DE HUMEDAD

La humedad en la semilla es la cantidad de agua que contiene en su interior. La semilla tiene cierta humedad en su interior, aunque no parezca estar húmeda a simple vista, se puede saber si la semilla está húmeda al quebrarla con los dientes. La semilla húmeda nunca está dura porque el agua de su interior la mantiene húmeda y blanda (POSTCOSECHA, 1995).

Cuando la humedad de la semilla depende principalmente de las condiciones ambientales en que se recibe; como la semilla cosechada en la estación lluviosa, puede tener más humedad que la semilla cosechada en condiciones secas. La semilla se endurece si la humedad de la semilla disminuye durante el secado. Las semillas almacenadas no deben de tener más que 12% de humedad, aunque la cantidad de humedad que la semilla no

puede retener durante el almacenamiento cambia, dependiendo de las condiciones de éste (POSTCOSECHA, 1995).

El contenido de humedad de la semilla, está muy relacionado con todos los procesos de deterioro que está pueda tener, especialmente la disminución de su calidad.

2.6 DETERIORO

El deterioro de la semilla comprende todos los cambios progresivos detrimentales que ocurren en la semilla hasta su muerte. El proceso de deterioro de la semilla se caracteriza por ser un proceso inexorable e irreversible. Es menor, cuando la semilla llega a su madurez fisiológica y la tasa de deterioro varía entre especies, entre variedades dentro de la especie y entre lotes de semilla de la misma variedad. El grado de deterioro varía desde aquellas relativamente no deterioradas hasta aquellas en que todo su tejido está muerto (Camacho, 1994).

Un alto contenido de humedad en las semillas durante el almacenamiento es una de las razones principales por las que pierden su capacidad de germinar. La humedad afecta el grado de respiración de las semillas y los microorganismos, a grados de humedad superiores al 20% pueden producir calor con la rapidez suficiente para destruir la semilla o provocar autocombustión de la masa de semillas (Turcios, 1998).

El deterioro de una semilla dependerá mucho del sistema de cosecha que se utilizó, ya que el daño mecánico causado por la cosecha provocará condiciones favorables para ataques de microorganismos.

2.7 COSECHA MECANIZADA Y MANUAL

En el caso de semilla, la época de su cosecha y el modo como se le efectúa son más críticos que en el caso de cosecha para grano. Una cosecha rápida, en cuanto la semilla está madura reduce al mínimo su deterioro en el campo, la infestación de insectos y las pérdidas por estropeo. Es esencial una cosecha cuidadosa para reducir al mínimo los daños mecánicos que van en detrimento de su calidad (Delouche, 1969).

Según Delouche (1969) la cosecha en general, requiere de un trabajo intensivo, por lo que en algunos países donde su costo representa la mayor parte de los costos totales de producción y posiblemente donde la urbanización ha generado una escasez de mano de obra rural, se está prestando más atención a los métodos que permiten mecanizarla. La cosecha mecanizada puede acelerar grandemente la velocidad de esta operación y al mismo tiempo reducir la necesidad de trabajo, pero hay algunas consideraciones muy importantes que hacer antes de invertir en un equipo de esta naturaleza:

- La cosecha a mano es todavía la forma más delicada de cosecha, mientras que la mecanizada siempre producirá un mayor daño de la calidad del producto. Esto puede no constituir un problema si el producto se va a procesar inmediatamente.

- La cosecha mecanizada requiere de una considerable inversión de capital para la adquisición, operación y mantenimiento del equipo. Estos costos deben compararse con los costos de la mano de obra y los efectos sobre la calidad del producto y por lo tanto, de su valor de mercado.
- Frente a un cultivo carente de uniformidad y especialmente donde la tierra es accidentada y las distancias entre hileras no están estandarizadas, la cosecha mecanizada es prácticamente imposible. La maquina de gran tamaño a menudo no puede llegar a las esquinas estrechas y si el control de maleza no es eficiente, es probable que el follaje de la maleza atasque las partes movibles y contamine los lotes con semilla de maleza.

En los países en desarrollo, frecuentemente la cosecha mecanizada de productos frescos es utilizada exclusivamente por compañías multinacionales, o por grandes agricultores con acceso a fondos considerables. Para los demás agricultores, a menudo con pequeñas extensiones de tierras dispersas, los costos de la mano de obra son todavía y lo serán probablemente por algún tiempo, una fracción relativamente pequeña de los costos globales de producción. El trabajo manual no sólo es barato, también es abundante (Wall y Ross, 1975).

Grandes pérdidas en la cosecha ocurren cuando esta se hace con una humedad menor a 20%. Jugenheimer (1981) señala que realizar la cosecha temprana (semilla con 30% de humedad) se utiliza para evitar la pérdida excesiva de semilla en el campo ocasionada por combinadas o recogedoras mecánicas y reduce el riesgo de retrasos en la cosecha debido a un tiempo lluvioso. Además, reduce el riesgo de temperaturas anormalmente bajas antes de que se termine la cosecha de toda la semilla, previene el desarrollo adicional de hongos, detiene el daño por insectos y evita pérdidas severas en el manejo de la semilla con baja humedad. La rapidez de la cosecha depende de la capacidad de la secadora y de la humedad que se establezca para la cosecha..

2.8 SECADO

Los científicos dicen que el grano es higroscópico porque pierde o gana humedad del aire que lo rodea. Como todo lo que contiene humedad tiene presión, el aire y el grano también la tienen. Si hay mayor cantidad de humedad en el grano que en el aire del ambiente, la humedad del grano pasará al aire. La clave de los procesos de secado de grano es colocar el grano bajo los rayos del sol o en una máquina secadora para que las semillas estén en contacto con el aire caliente que tiene menos humedad que el grano. El calor del aire hará que la humedad del grano se evapore y se la lleve el aire. El grano que no está guardado en un recipiente hermético continuará intercambiando humedad con el aire. Durante la estación lluviosa, el grano tomará humedad si se deja en un recipiente abierto, y en la estación seca y cálida, el grano perderá humedad (POSTCOSECHA, 1995).

El secado es un proceso de gran importancia en la cadena de producción de alimentos ya que el contenido de humedad es, sin duda, la característica más importante para determinar si el grano corre el riesgo de deteriorarse durante el almacenamiento. El

secado se realiza para inhibir la germinación de las semillas, reduce el contenido de humedad hasta un nivel que impida el crecimiento de los hongos, y evita las reacciones de deterioración (POSTCOSECHA, 1995).

Una definición clara y completa de lo que es el secado puede ser la siguiente: " Es el método universal de acondicionar los granos por medio de la eliminación del agua hasta un nivel que permita su equilibrio con el aire ambiente, de tal forma que preserve su aspecto, sus características alimenticias, su calidad nutritiva y la viabilidad de la semilla" (POSTCOSECHA, 1995).

El secado de cultivos agrícolas se puede dividir en dos períodos: 1) De velocidad constante, y 2) de velocidad descendente. El primero ocurre mientras la cantidad de agua no es factor limitante de la velocidad de secado, siendo este último superficial y similar a la evaporación del agua libre. Este periodo prosigue hasta que la humedad libre desaparece de la superficie. El segundo período, de velocidad descendente se inicia cuando el ritmo de difusión de la humedad desde el interior del producto disminuye a causa de la necesidad de reemplazar a la de la superficie. En este lapso la velocidad de secado se vuelve progresivamente menor (Wall y Ross, 1975).

Se recomienda cosechar los granos húmedos tan pronto como sea posible y luego secarlos con los siguientes objetivos:

- 1) Obtención de un mayor porcentaje de materia seca.
- 2) Menores pérdidas debidas al ataque de depredadores.
- 3) Mayor porcentaje de vigor y germinación.
- 4) Menor contaminación e infestación de los productos en el campo, ya que se evita ataque de hongos.

Los granos tienen su máximo contenido de materia seca al llegar a la maduración por lo que es conveniente cosecharlos en ese momento para así obtener el máximo rendimiento de la producción, sin embargo y por varias razones, el contenido de humedad de los granos, limita su cosecha y hay que mantenerlos en el campo hasta que el contenido de humedad permita su cosecha o hasta que alcance un contenido de humedad apropiado para su almacenamiento (POSTCOSECHA, 1995).

Con los métodos tradicionales de producción de granos de los pequeños agricultores se producen considerables pérdidas antes y durante el almacenamiento. Una de las principales fuentes de pérdidas es la falta de un secado adecuado, ya que la mayoría de los agricultores deja secar sus productos en el campo, expuestos a la intemperie y sujetos al ataque de insectos. A pesar de las pérdidas los pequeños agricultores continúan empleando este método por su bajo costo y por el desconocimiento de otros sistemas (POSTCOSECHA, 1995).

2.9 ALMACENAMIENTO

Si el grano húmedo se almacena sin que el aire pase a través de éste se calentará, respirará más rápido y producirá más calor y humedad; por lo tanto el grano caliente se deteriorará

más rápido. Si el grano está húmedo el calor aumenta más rápido, los hongos se desarrollan más velozmente, puede germinar y existe la posibilidad de autocombustión. (POSTCOSECHA, 1995).

El objetivo del almacenamiento es mantener la durabilidad de los granos además de sus características biológicas, químicas y físicas que presentaban al instante de su cosecha. La operación de secado es una parte importante del procesamiento que antecede al almacenamiento. La calidad de los granos no puede ser mejorada durante el almacenamiento. Granos cosechados de manera inadecuada presentaran una baja calidad, independientemente de cómo se almacenen. Dos factores que afectan de modo especial la calidad de los granos son: su alto contenido de humedad y una cosecha inadecuada (por ejemplo, usar una cosechadora inadecuada o mal ajustada), que nos podría aumentar el daño mecánico considerablemente (Debouck e Hidalgo, 1985).

Los principales agentes que causan la reducción de la calidad y disminución de la cantidad de los productos almacenados son los roedores, insectos y hongos. La respiración puede, en menor nivel, contribuir para la pérdida de materia seca durante el almacenamiento (Debouck e Hidalgo, 1985).

Las condiciones principales que influyen en el desarrollo de hongos de productos almacenados son: su contenido de humedad, temperatura, tiempo de almacenamiento, el grado de infestación por hongos en el campo la presencia de material extraño y la actividad de los insectos (Debouck e Hidalgo, 1985).

Un alto contenido de humedad es el factor aislado más importante en el desarrollo del moho. En realidad, los hongos no son afectados directamente por el contenido de humedad de producto, pero sí por la humedad relativa del aire (Bekendan, 1979).

Durante la cosecha los grano están sujetos a impactos mecánicos, los que favorecen aperturas, que sirven de puerta de entrada para la invasión de hongos e insectos. Bajo condiciones desfavorables de cosecha y almacenamiento, el contenido de humedad puede ser lo suficientemente alto para permitir además del desarrollo de hongos el calentamiento y otros tipos de daños a la masa almacenada. Estos daños se caracterizan por la pérdida de color, pérdida de ácidos grasos y el deterioro de las cualidades nutritivas (Bekendan, 1979).

Aunque ignorado en el pasado como causa del calentamiento de los productos almacenados, la actividad de los microorganismos es ahora reconocida como una importante causa del fenómeno. Son los microorganismos los causantes de la mayor parte del calentamiento por encima de los 20°C, o de todo él. El desarrollo de hongo disminuye cuando la humedad relativa es menor que 70% o la temperatura es alrededor de 0°C. Por tanto, es importante secar el producto hasta un contenido de humedad seguro y mantenerlo bajo lo mismo. Se suele aceptar el rango del 10 al 13 % de contenido de humedad en el grano almacenado por largos periodos bajo temperaturas hasta de 25 °C (Bekendan, 1979).

El período de almacenamiento tiene relación con la latencia de la semilla, ya que ésta presenta un período donde no germina, debido a diversos factores. El ambiente que se maneje en el almacenamiento tiene mucha relación con la ruptura de la latencia.

2.10 LATENCIA

Según la FAO (1990), la latencia de las semillas se puede definir como “la capacidad de las semillas de no germinar por un cierto período de tiempo, aunque se encuentren bajo condiciones favorables para hacerlo.”

La latencia de la semilla es una de las características presente en muchas de las especies gramíneas. El grado y persistencia de la latencia parece estar relacionado con la historia de las especies. Especies que no han sido muy explotadas agronómicamente a través del tiempo, presentan un grado de latencia mayor que las que han estado bajo un uso intensivo (Alvarez, 1993).

La latencia de las semillas se puede deber a la suspensión de cualquier factor externo, por ejemplo el agua, o por limitaciones internas, como por ejemplo: inhibidores en la envoltura interna de la semilla, lo cual se demuestra debido a que se puede romper removiendo la cáscara de la semilla. El pericarpio puede tener cierta cantidad de estas sustancias pero es mucho menor su efecto debido a que las cantidades son menores (FAO, 1990).

Las características de la latencia son: la duración y la intensidad. La duración es el período que va desde que la semilla está madura hasta cuando germina el 80% de ellas, por lo cual el momento de cosecha tiene gran importancia. Así, las semillas cosechadas en una etapa temprana (antes de que estén totalmente maduras) tienen una duración de latencia menor a las que se cosechan tardíamente. Las condiciones ambientales que se den a la cosecha tienen su influencia en la duración de la latencia, así las semillas cosechadas durante una estación seca tienen un menor porcentaje de semillas en latencia si se comparan con las cosechadas en una estación húmeda. Las categorías de la duración de la latencia son: corta, las que son latentes de 2 a 3 semanas; media, las que su duración de latencia es de 3 a 7 semanas, y las tardías, que son las que están en latencia por un período de 7 semanas o más. (FAO, 1990)

Las categorías de las variedades con latencia según la intensidad son: fuertes, aquellas semillas cuya latencia no puede romperse al cabo de 4 a 5 días de tratamiento térmico 50 °C; moderada, son las semillas cuya latencia no puede romperse al cabo de 4 a 5 días de tratamiento térmico a 50 °C en el 50% de las semillas; y las de intensidad débil, las que rompen su latencia fácilmente y en un 100% a los 4 a 5 días de ser tratadas térmicamente a 50 °C (FAO, 1990).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en El Zamorano, ubicado en el Valle del Yeguaré, a 30 km al este de Tegucigalpa, Honduras, a 14° latitud norte y 88° 2' longitud oeste, con una temperatura media anual de 23°C y una precipitación media anual de 1100mm, a una altitud aproximada de 800 msnm. Se usaron los terrenos sembrados en 1999 de las terrazas 2,3,4 y 5 de Zavala y las terrazas 2 y 3 de Santa Inés.

3.2 MANEJO DE LOS LOTES EN LA PLANTA DE ACONDICIONAMIENTO

La mayoría de los lotes fueron cosechados mecánicamente en el campo y se escogieron dos lotes al azar para cosecharse y desgranarse a mano, para de esta forma comparar los efectos de la cosecha en la calidad final de la semilla.

Después de recibidos los lotes en la planta se trataron uniformemente, secándose en silos metálicos y pasando luego a la etapa de acondicionamiento, con la diferencia de que los lotes que fueron cosechados a mano se desgranaron manualmente (Anexos 1 y 2).

Después de clasificada la semilla se trató con un producto químico contra hongos, bacterias y otras plagas (Busán 30A) y se procedió a embolsarla en sacos de 50 libras, hasta que la Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras evaluó y aprobó la semilla para comercializarse como semilla certificada.

Después del tratamiento, la semilla se almacenó previamente identificada, donde se monitoreo la humedad relativa y temperatura (higrotermógrafo) durante su almacenamiento. También se almacenaron muestras de ocho lotes en el cuarto frío con una humedad relativa promedio de 25 % y temperatura constante de 15 °C.

Se tomó una muestra de 100 libras de todos los sacos de los ocho lotes que se usaron en el estudio, colocando 50 libras en el cuarto frío y 50 libras en la bodega, de cada lote.

3.3 VARIABLES EVALUADAS

Se fijaron tres rangos de humedad de campo en los diferentes lotes, de acuerdo a muestreos preliminares de la humedad del material de campo, para comparar el efecto de la humedad de cosecha en la germinación, estos fueron 13-19, 20-26 y 27-32 %.

Estos rangos fueron escogidos conociendo el material que se encontraba en el campo a la fecha del 24 de Marzo del 2000, el cual se encontraba en madurez fisiológica o muy cerca de ésta. Se evaluó el efecto de las épocas de cosecha en las variables: porcentaje de humedad y germinación. Se tomaron 10 sub-muestras del campo evitando el efecto de borde, usando una longitud de 2.5 metros en cada hilera escogida, tomando un promedio de 15 panojas por cada hilera elegida

Al recibo, luego de secado, luego del acondicionamiento y al almacenamiento se midieron las siguientes variables:

ETAPA	Humedad	Germinación	Daño hongo	Daño mecánico	Vigor	Humedad Relativa	Temperatura
Campo	X	X					
Recibo	X	X	X	X	X		
Secado	X	X	X	X	X		
Acondicionamiento	X	X	X	X	X		
Almacenamiento	X	X	X	X	X	X	X

3.4 ANÁLISIS DE LABORATORIO

Los análisis de humedad, germinación, vigor, daño por hongos y daño mecánico se realizaron en el Laboratorio de Semillas del Centro Internacional de Tecnología de Semillas y Granos (CITESGRAN), Zamorano.

3.4.1 Preparación de la muestra

Las muestras de semillas que se utilizaron en el laboratorio fueron de 2 kg, éstas se limpiaron, y luego se homogenizaron utilizando el separador GAMET, hasta obtener sub-muestras de 1 kg, las que se utilizaron para realizar los análisis de laboratorio.

3.4.2 Determinación del porcentaje de humedad de la semilla

El medidor de humedad más usado fue el STEINLITE, pero en los casos de muestra de campo se usó el método indirecto (dieléctrico) llamado MOTOMCO, ya que el STEINLITE no mide humedad mayor a 22.80%. El porcentaje de humedad se tomó en cada fase, tomando cuatro repeticiones de 150 gramos cada una.

3.4.3 Análisis de germinación

Para las pruebas de germinación se tomó un porcentaje de germinación que indica la proporción en número de las semillas que han producido plántulas clasificadas como normales. La medición se realizó tomando al azar 400 semillas de cada muestra repartidas en cuatro repeticiones, colocando cantidades determinadas de grano (100 semillas) en kimpack y tierra esterilizada (en el caso de campo), separándolas las unas de las otras con tableros contadores de semillas para evitar el contacto entre ellas antes de que se cuenten. Se colocaron las semillas en el germinador a 27 centígrados y 95% de humedad relativa o en la caseta de germinación que mantiene una humedad de 80% y una temperatura de 25 °C. Se contabilizó diferenciando entre semillas germinadas y no germinadas o anormales a los 7 y 9 días de haber sido colocadas en los diferentes germinadores y con su respectiva identificación (lote, fecha del análisis, número de repetición). Para los datos generales se utilizó un promedio de las cuatro repeticiones de cada lote.

Se consideraron plántulas germinadas aquellas que cumplieron con las siguientes características:

- a) Un sistema radicular bien desarrollado.
- b) Un tallo bien desarrollado y sin anomalías.

Se consideraron plántulas no germinadas o anormales aquellas que no manifestaron capacidad para continuar su desarrollo hacia plantas normales cuando crecen en suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de agua, temperatura y luz. Se clasificaron anormales las que presentaron los siguientes defectos:

- a) Plántulas con hendiduras, grietas o lesiones de las estructuras esenciales.
- b) Plántulas con un desarrollo de las estructuras esenciales débil, tales como raíces atrofiadas y hipocotilo atrofiado.
- c) Plántulas con alguna de las estructuras esenciales afectada por enfermedades o podrida hasta tal punto que se impida su desarrollo normal.
- d) Semillas que no produjeron plántulas a finalizar el período del ensayo.

3.4.4 Daño por hongos

El daño por hongos se midió mediante pruebas visuales, no se encontró una cantidad considerable de daño por hongos por lo que no se analizó para saber que hongo atacaba fuertemente

3.4.5 Daño mecánico

El daño mecánico se evaluó colocando los granos sobre una mesa para ver el daño mecánico visible y luego colocándolos durante 3 minutos en oxalato verde de malaquita al 0.1%, que deja contabilizar el daño mecánico no visible, coloreando de verde las fisuras y daños que el grano pueda tener y que son difíciles de observar a simple vista. Se realizaron repeticiones de 100 semillas cada una. Se sumaron ambos y se tomó como un

solo daño mecánico. La prueba de verde rápido se utiliza para revelar la extensión del daño del pericarpio en las semillas. Es un método simple y rápido, y se puede reutilizar siempre que no haya mucho residuo proveniente de las semillas.

3.4.6 Análisis de vigor

El vigor se calculó colocando dos repeticiones de 200 semillas tomadas al azar de cada muestra, en un recipiente de plástico para introducirlo al horno a 42 °C y una humedad relativa de 90% , de esta forma fueron sometidas a estrés durante tres días. Luego se realizó una prueba de germinación (descrita anteriormente) para contabilizar las semillas que son capaces de germinar bajo condiciones adversas.

3.4.7 Humedad relativa y temperatura de almacenamiento

La humedad relativa y la temperatura fueron medidas utilizando un higrómetro, que mide la temperatura y humedad diaria. Se colocaron hojas de marcación cada semana tanto en el cuarto frío como en la bodega y se obtuvieron promedios, máximos y mínimos de humedad relativa y temperatura cada semana durante los tres meses que estuvo almacenado.

3.5 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Para medir el efecto que tuvieron sobre la germinación y vigor, las variables de humedad del grano, temperatura de almacenamiento, humedad relativa de almacenamiento, daño mecánico y tipo de cosecha (manual o mecánica), se realizaron correlaciones y regresiones múltiples entre estas variables para determinar tendencias posibles que puedan explicar el fenómeno, utilizando el programa Microsoft Excel 97 y "Statistical Analysis System" (SAS® 6.12). Y para ver si existían diferencias entre la cosecha mecánica y manual se utilizó una diferencia de medias.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 DATOS DE CAMPO

Los análisis obtenidos en los primeros muestreos que se realizaron en el campo mostraron diferentes rangos de humedad, que produjeron cambios en los porcentajes de germinación en cada uno de los diez lotes que se analizaron.

Se encontró que tres rangos de humedad serían representativos para los rangos obtenidos en el campo: el número uno fue el que estaba en el rango de humedad de 13-19%, el número dos entre 20-26% y el número tres entre 27-32% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Humedad de campo y la germinación en tierra y kimpack para diez lotes de semilla de sorgo Sureño en tres rangos de humedad, Zamorano, Honduras. 2000.

Terraza Y lote	Humedad		Germinación (%)	
		De campo (%)	Tierra	Kimpack
Zavala 2 Lote 1	* R 2	23.40	85	88
Zavala 2 Lote 2	* R 2	23.40	85	88
Zavala 3 Lote 1	* R 3	28.52	66	45
Zavala 3 Lote 2	* R 3	28.52	66	45
Zavala 3 Lote 3	* R 3	28.52	66	45
Zavala 4 Lote 1	* R 2	26.60	73	22
Zavala 5 Lote 1	* R 3	28.59	40	55
Zavala 5 Lote 2	* R 3	28.59	40	55
Santa Ines 2 Lote 1	* R 1	15.82	92	91
Santa Ines 3 Lote 1	* R 2	25.00	85	73

* R 1= Humedad de 13 a 19 %

* R 2= Humedad de 20 a 26 %

* R 3= Humedad de 27 a 32 %

Es clara la tendencia que a un rango menor de humedad se obtienen germinaciones mayores en tierra y kimpack, esto insinúa que la humedad óptima de cosecha para preservar el poder germinativo de la semilla de sorgo se encuentra entre 13 y 19%.

Las correlaciones entre los rangos de humedad de campo y las germinaciones tanto en kimpack como en tierra, reiteran nuevamente que a mayor humedad se presenta una menor germinación. La correlación entre la germinación en tierra y la humedad de campo

arroja un $r = -0.71$ el cual es significativo a $P < 0.03$ (Figura 1), mientras que la germinación en tierra arroja un $r = -0.74$ que también es significativo a $P < 0.01$ (Figura 2).

Lo anterior indica que existe evidencia estadísticamente significativa de que la humedad de cosecha está muy relacionada con la germinación, ya que al disminuir el porcentaje de humedad aumentó el porcentaje de germinación y esto provee la información necesaria para confirmar que la humedad de cosecha óptima está en el rango 13-19%, lo cual depende de los factores ambientales, ya que estos podrían provocar un ataque de hongos cuando la semilla permanece en el campo hasta alcanzar este rango de humedad, que obligaría a cosechar a un contenido mayor de humedad.

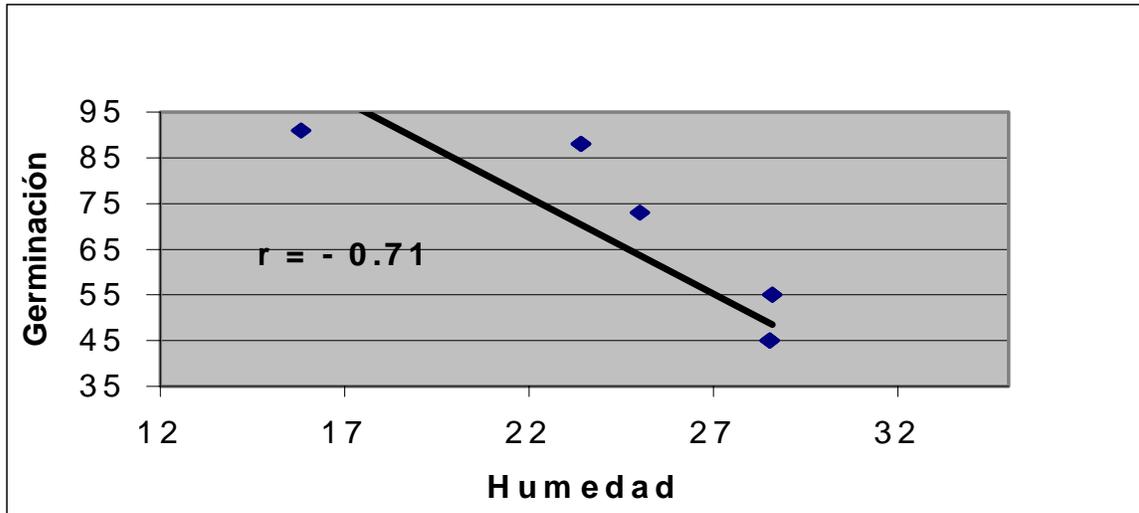


Figura 1. Correlación entre la humedad de campo y la germinación en tierra de sorgo Sureño, Zamorano, Honduras, 2000.

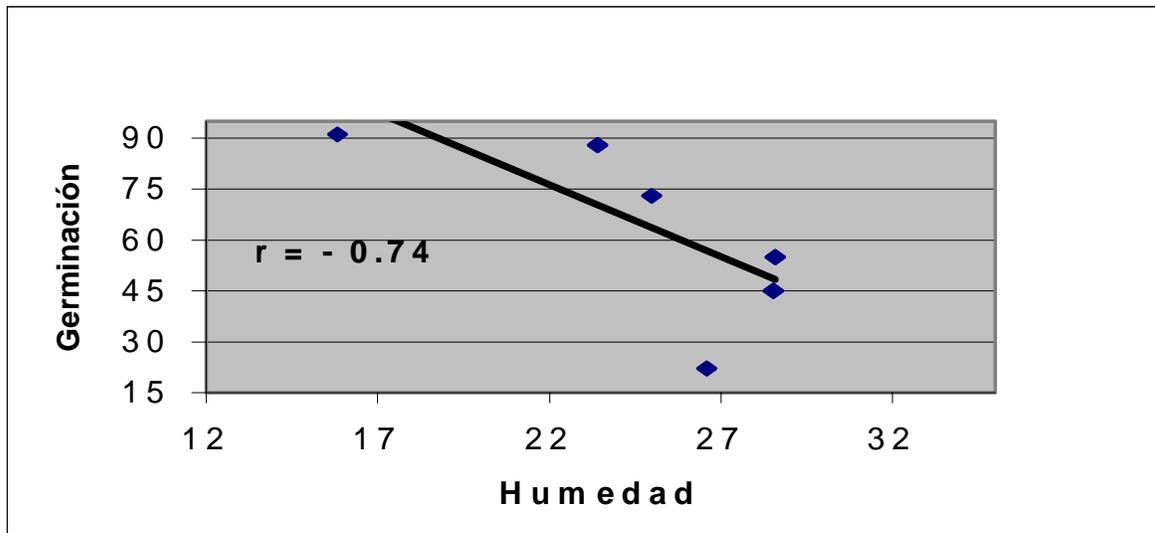


Figura 2. Correlación entre la humedad de campo y la germinación en kimpack de sorgo Sureño, Zamorano, Honduras, 2000.

4.2 DATOS DE RECIBO

En el recibo se midieron diversas variables que mostraron las diferencias entre lotes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Datos al recibo (%) de diez lotes diferentes de semilla de sorgo Sureño, Zamorano, Honduras, 2000.

Terraza y lote	Humedad al recibo	Daño Mecánico	Germinación	Vigor
Zavala 2 Lote 1	13.67	9.0	78	82
Zavala 2 Lote 2	12.68	8.3	76	84
Zavala 3 Lote 1	18.65	18.0	67	82
Zavala 3 Lote 2	14.36	7.5	81	83
Zavala 3 Lote 3	14.36	16.0	71	88
Zavala 4 Lote 1	13.56	12.5	76	75
Zavala 5 Lote 1	15.34	9.7	70	87
Zavala 5 Lote 2	14.36	11.3	81	85
Santa Ines 2 Lote 1	15.02	11.8	82	80
Santa Ines 3 Lote 1	15.02	12.0	82	78

La correlación entre germinación y humedad de recibo, muestra un $r = -0.34$, el cual es muy bajo y no significativo a $P < 0.05$ para reafirmar la conclusión, pero tomando en cuenta los análisis de campo y la tendencia en los cuadros, es una base para seguir apoyando la hipótesis de que a menor humedad se obtiene una mayor germinación.

El análisis de correlación de daño mecánico al recibo no muestra evidencia estadística significativa de que este factor afecte la germinación, ya que el coeficiente de correlación 0.14 no es significativo.

La correlación vigor y humedad de recibo muestra un valor de $r = 0.03$, demasiado bajo para decir que se afecta o no el vigor con la humedad. Pero en el caso de la correlación entre daño mecánico y vigor se explica que a mayor daño mecánico se afecta el vigor ($r = -0.67$), comprobando que el disminuir el daño mecánico al máximo es beneficioso para la obtención de una semilla con porcentaje de vigor alto (Figura 3).

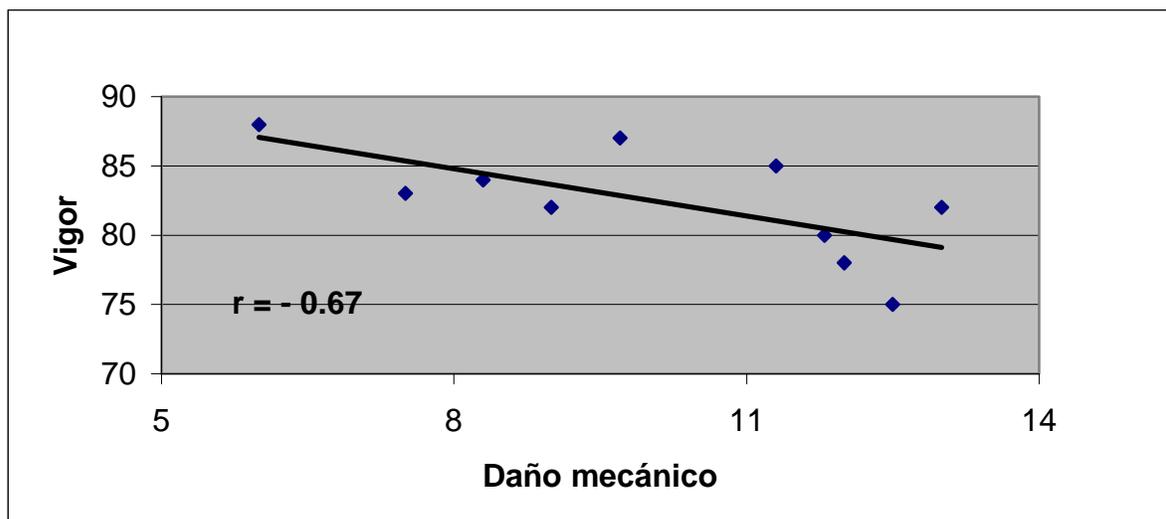


Figura 3. Correlación entre vigor y daño mecánico al recibo en sorgo Sureño, Zamorano, Honduras, 2000.

4.3 DATOS DE SECADO Y ACONDICIONAMIENTO

Al momento del secado y acondicionamiento se midieron las mismas variables que al recibo para comprobar como afectan los procesos de secamiento y acondicionamiento en la germinación y vigor (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Efectos de la humedad de la semilla (%) y el daño mecánico (%) sobre la germinación (%) y vigor (%) en sorgo Sureño al momento del secado, Zamorano, Honduras, 2000.

Terraza y lote	Humedad al secado	Daño mecánico	Germinación	Vigor
Zavala 2 Lote 1	12.46	14.0	82	85
Zavala 2 Lote 2	12.35	12.0	84	87
Zavala 3 Lote 1	12.24	19.3	79	82
Zavala 3 Lote 2	11.58	10.0	85	79
Zavala 3 Lote 3	11.91	9.8	81	88
Zavala 4 Lote 1	13.67	13.9	85	80
Zavala 5 Lote 1	11.80	9.7	82	80
Zavala 5 Lote 2	12.35	13.8	85	88
Santa Ines 2 Lote 1	12.13	14.8	82	80
Santa Ines 3 Lote1	11.69	7.3	90	86

Cuadro 4. Efecto de humedad de la semilla (%) y el daño mecánico (%) sobre germinación (%) y vigor (%) en sorgo Sureño al momento del acondicionamiento, Zamorano, Honduras, 2000

Terraza y lote	Humedad al acondicionado	Daño mecánico	Vigor	Germinación
Zavala 2 Lote 1	12.35	23.0	86	95
Zavala 2 Lote 2	11.34	17.6	88	92
Zavala 3 Lote 1	11.69	32.0	80	74
Zavala 3 Lote 2	11.91	39.0	78	71
Zavala 3 Lote 3	11.58	29.7	79	71
Zavala 4 Lote 1	12.35	20.0	92	95
Zavala 5 Lote 1	12.90	41.0	83	74
Zavala 5 Lote 2	11.91	33.0	82	78
Santa Ines 2 Lote 1	12.68	22.0	85	82
Santa Ines 3 Lote 1	11.91	45.0	78	75

En los cuadros anteriores se muestra una clara tendencia tanto luego de secado como al acondicionamiento del efecto negativo que tiene el daño mecánico y la alta humedad sobre la germinación y vigor, pero esto no se puede corroborar estadísticamente ya que las correlaciones no muestran datos estadísticos significativos (coeficientes de correlación no exceden de 0.28) que permitan llegar a una conclusión en base estadística. Pero se sabe que las semillas con una humedad baja son muy susceptibles al daño mecánico, lo que indica que la tendencia observada en los cuadros se puede tomar en cuenta para decir que existe un efecto entre daño mecánico y humedad.

4.4 DATOS DE ALMACENAMIENTO

Los datos en el almacenamiento se tomaron solamente para ocho lotes de los diez evaluados al inicio del estudio (Anexos 3 y 4). Las variables se tomaron en dos sitios, uno la bodega de la Zamoempresa de Cultivos Extensivos donde se colocó un higrotermógrafo para medir semanalmente humedad y temperatura a que estuvo sujeta la semilla, las cuales no se podían controlar; y el segundo en el Cuarto Frío, donde de igual forma se colocó un higrotermógrafo para corroborar que la humedad y temperatura se mantienen constantes (Anexos 5 y 6). Las muestras se tomaron cada semana durante un período de 14 semanas para comparar el efecto del almacenamiento en la germinación de la semilla (Cuadros 5 y 6).

Cuadro 5. Efectos de la humedad de la semilla (%) y las condiciones de almacén en la bodega sobre la germinación (%) de ocho lotes de semilla de sorgo Sureño en un período de 14 semanas, Zamorano, Honduras, 2000.

Terraza y lote	Humedad inicial	Germinación inicial	Humedad final en Bodega	Germinación final en Bodega
Santa Inés Terraza 3 Lote 1	13.45	80.25	12.35	93.25
Zavala Terraza 3 Lote 3	10.73	80.00	12.57	88.00
Zavala Terraza 3 Lote 2	11.58	79.50	12.35	86.50
Zavala Terraza 5 Lote 1	15.42	81.00	12.02	81.25
Zavala Terraza 4 Lote 1	13.89	97.50	12.79	98.00
Zavala Terraza 3 Lote 1	13.78	76.75	12.46	78.25
Zavala Terraza 2 Lote 2	14.54	77.25	12.13	79.00
Santa Inés Terraza 2 Lote 1	14.27	78.75	12.46	86.50

Cuadro 6. Efectos de la humedad de la semilla (%) y las condiciones de almacén en el cuarto frío sobre la germinación (%) de ocho lotes de semilla de sorgo Sureño en un período de 14 semanas, Zamorano, Honduras, 2000.

TERRAZA Y LOTE	Humedad inicial	Germinación inicial	Humedad final en Cuarto Frío	Germinación final en Cuarto Frío
Santa Inés Terraza 3 Lote 1	13.45	80.25	12.68	86.50
Zavala Terraza 3 Lote 3	10.73	80.00	13.01	76.25
Zavala Terraza 3 Lote 2	11.58	79.50	12.90	79.00
Zavala Terraza 5 Lote 1	15.42	81.00	13.01	77.25
Zavala Terraza 4 Lote 1	13.89	97.50	13.01	98.50
Zavala Terraza 3 Lote 1	13.78	76.75	13.23	72.00
Zavala Terraza 2 Lote 2	14.54	77.25	12.79	74.00
Santa Inés Terraza 2 Lote 1	14.27	78.75	13.01	73.50

El análisis de correlación de la humedad y germinación en el cuarto frío nos muestra que hubo una disminución en la humedad y un aumento en la germinación ($r = -0.62$) a las 14 semanas de almacenamiento, donde se manejó un ambiente controlado (Figura 4). En la bodega se observó una disminución en la humedad y un aumento en la germinación y vigor. La correlación entre humedad y germinación y vigor en la bodega, muestra un coeficiente medio y negativo $r = -0.60$ y -0.66 , respectivamente, que confirma que a bajas humedades se consigue mayor porcentaje de germinación y vigor (Figura 5 y 6).

Los coeficientes de correlación de temperatura y humedad relativa con la germinación y vigor en el cuarto frío y la bodega, no nos permiten inferir si hubo un efecto de éstas variables sobre la germinación y vigor, ya que nos arrojan coeficientes no mayores a -0.53 y no significativos, excepto la correlación entre vigor y temperatura de almacenamiento en la bodega que muestra un coeficiente de -0.61 , que insinúa un aumento en la temperatura de almacén provoca una disminución en el porcentaje de vigor (Figura 7).

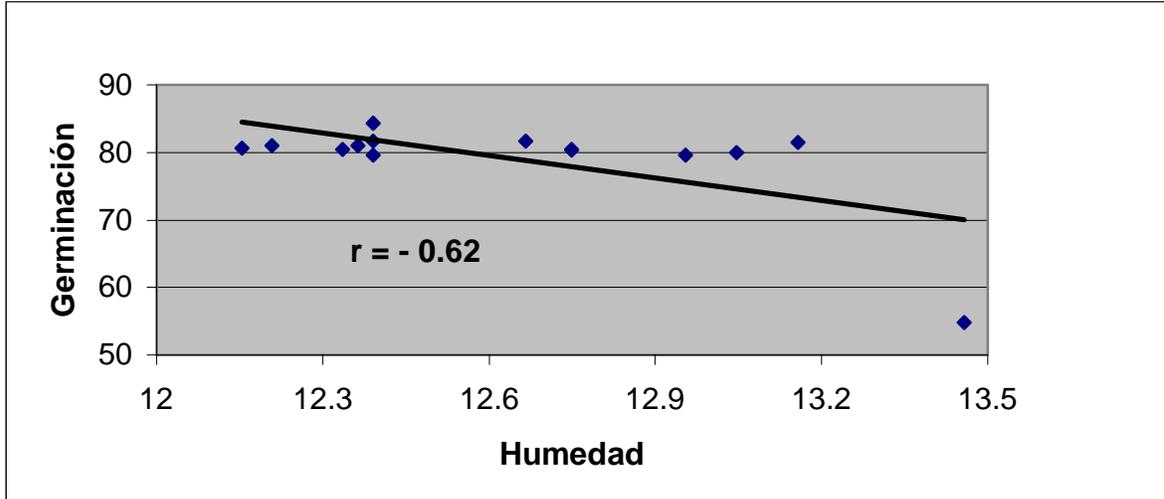


Figura 4. Correlación entre la humedad de la semilla de sorgo Sureño y la germinación en el almacenamiento en el cuarto frío, Zamorano, Honduras, 2000.

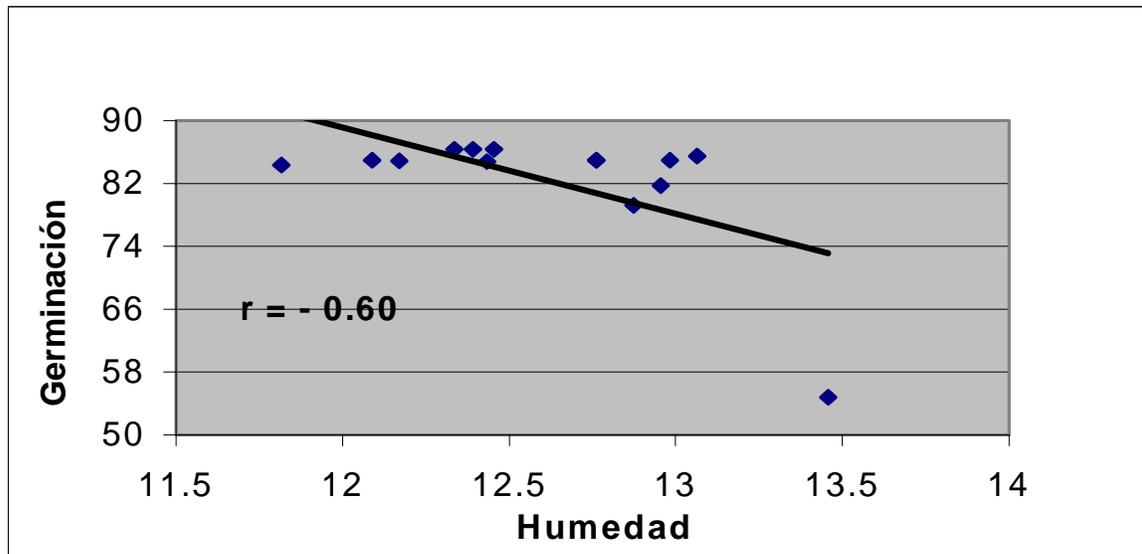


Figura 5. Correlación entre la humedad de la semilla y la germinación en sorgo Sureño en el almacenamiento en la bodega, Zamorano, Honduras, 2000.

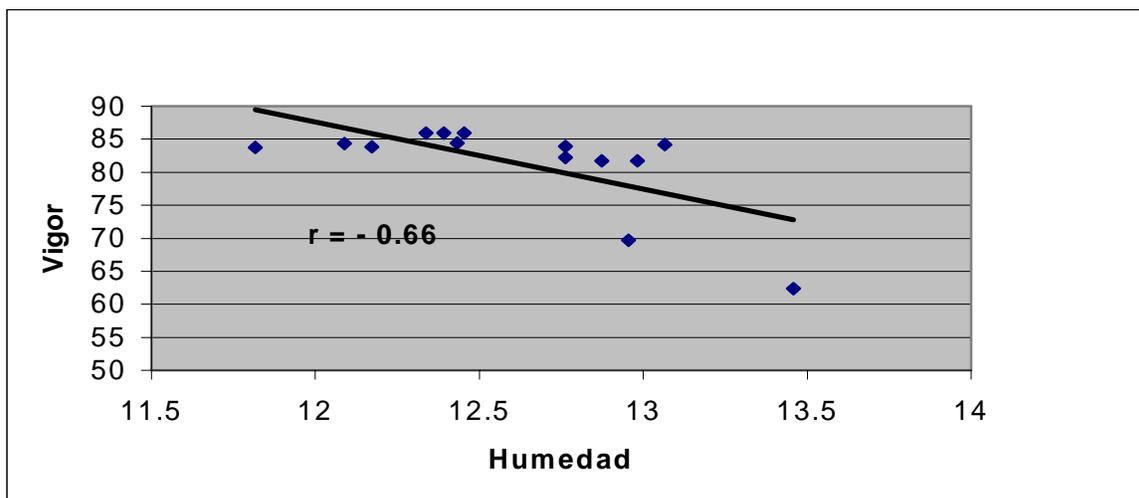


Figura 6. Correlación entre la humedad de la semilla y el vigor en sorgo Sureño en el almacenamiento en la bodega, Zamorano, Honduras, 2000.

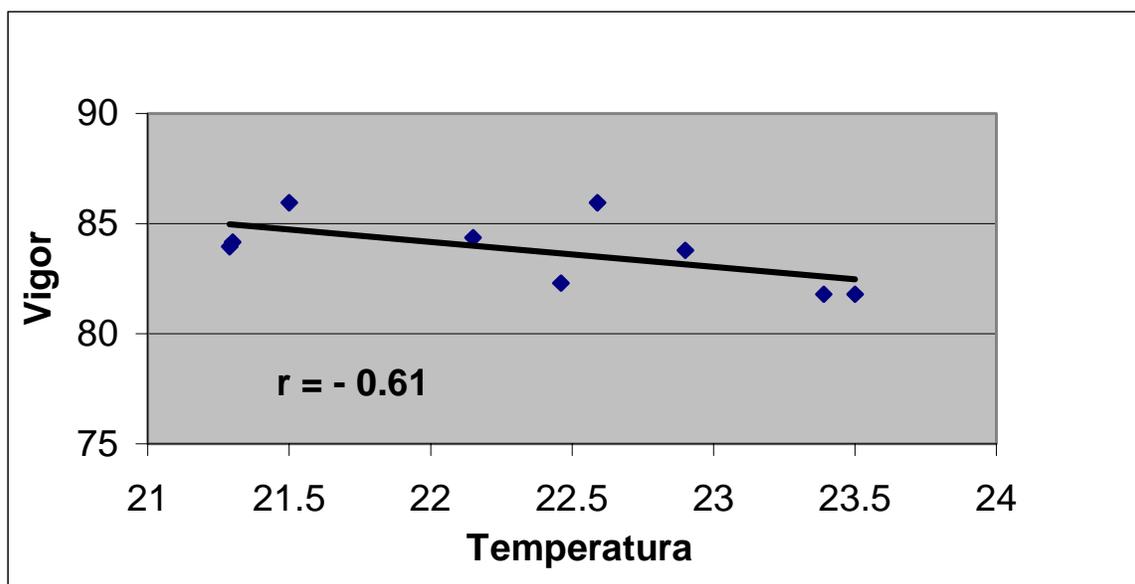


Figura 7. Correlación entre la humedad de la semilla y la germinación en sorgo Sureño en el almacenamiento en la bodega, Zamorano, Honduras, 2000.

4.5 COSECHA MECÁNICA Y MANUAL

El análisis de diferencias de medias entre la germinación de la semilla cosechada mecánica o manualmente muestra que no existe diferencia estadística significativa en la germinación de semilla cosechada manual o mecánicamente. ($P < 0.05$), mientras que el mismo análisis pero para daño mecánico muestra que si hay diferencias en el daño mecánico cosechando manual o mecánicamente, o sea que existe un mayor daño mecánico cosechando mecánicamente con una $P < 0.0165$. Este daño probablemente se deba a aspectos de la cosecha mecánica (cosechadora) que deben de ser tomados muy en cuenta antes de entrar al campo: humedad de cosecha y calibración de la cosechadora mecánica (Cuadro 7).

Cuadro 7. Datos de germinación y daño mecánico de los diferentes sistemas de cosecha (mecánica y manual), Zamorano, Honduras, 2000.

Sistema	Daño mecánico (%)	Germinación (%)	ETAPA
Mecánica	7.7	77	Recibo
Manual	9.3	75	Recibo
Mecánica	17.2	81	Secado
Manual	13.3	84	Secado
Mecánica	37.0	72	Acondicionado
Manual	26.0	94	Acondicionado
Mecánica	-	79	Almacenado
Manual	-	88	Almacenado

El daño mecánico observado en la cosecha manual se debe al aporreo que se le da al grano de sorgo para separarlo de la panoja, y a los efectos del secado y acondicionamiento que se le dan al grano en la planta de semillas.

4.6 REGRESIONES MÚLTIPLES

Se realizaron análisis de regresiones múltiples para:

- Vigor y germinación - daño mecánico y humedad de grano (recibo)
- Vigor y germinación - daño mecánico y humedad de grano (secado)
- Vigor y germinación - daño mecánico y humedad de grano (acondicionamiento)
- Vigor y germinación - humedad de grano, temperatura y humedad relativa (almacén en bodega y cuarto frío)

Estas regresiones no mostraron ser significativas, ni se ajustaron al modelo, por lo que no explican si existe efecto sobre el porcentaje de germinación y vigor de las diferentes variables analizadas. Sin embargo, existen correlaciones significativas individuales.

5. CONCLUSIONES

- La humedad óptima de cosecha del sorgo Sureño se encuentra en un rango de 13 a 19 % de humedad de la semilla, siempre y cuando no existan factores ambientales inadecuados que coadyuven un ataque de hongos y se este utilizando una cosechadora de cilindro y cóncavo.
- A mayor humedad de la semilla se presenta menores germinaciones en el recibo, probablemente debido a la presencia de sustancias inhibidoras.
- El daño mecánico tiene un efecto negativo sobre el vigor, al momento del recibo de la semilla en la planta.
- Las semillas que presentan una baja humedad (13%) son muy susceptibles al daño mecánico en la etapa de recibo.
- La semilla almacenada a bajas temperaturas (15°C) y humedades relativas bajas (26%) disminuyen su contenido de humedad y aumentan su germinación y vigor.
- La semilla cosechada manual o mecánicamente no mostró que existan diferencias en la germinación al cosechar con uno u otro sistema, ya que al momento del acondicionamiento en la planta de semillas se elimina gran cantidad de semilla con daño mecánico; pero existe un porcentaje de daño mecánico no visible en la semilla cosechada mecánicamente que no se puede eliminar y esto disminuye los porcentajes de germinación.
- Se encontró que los factores que afectan mayormente la germinación de sorgo Sureño son: daño mecánico y humedad de grano, para todos los procesos.
- El aumento en la temperatura de almacenamiento en la bodega disminuye el vigor de la semilla de sorgo Sureño.

6. RECOMENDACIONES

- Cosechar el sorgo Sureño cuando se encuentre en un rango de humedad de 13 a 19 %, tomando en cuenta las condiciones climáticas de este estudio y el equipo utilizado.
- Tomar decisiones de cosecha en base a factores ambientales y ataque de plagas.
- Mantener una supervisión en todos los procesos para disminuir al máximo el daño mecánico.
- Continuar con un proceso de capacitación a los trabajadores de la planta, sobre la importancia del tiempo de secado y el monitoreo constante de todos los procesos.
- Establecer un sistema de control de calidad que permita monitorear los sitios donde se ocasiona mayor daño mecánico durante el proceso y establecer un ritmo de mejora continua en la Planta de Semillas.
- Realizar un estudio exclusivo de los efectos de la cosecha mecánica y manual, para analizar sus desventajas y ventajas en cuanto a costos.
- Realizar un estudio de las sustancias inhibidoras de la germinación en sorgo.
- Analizar a fondo el efecto de la humedad ambiental sobre la latencia de la semilla de sorgo Sureño, para monitorear efectos en los materiales
- Cambiar el equipo de cosecha por uno que disminuya el daño mecánico.

7. BIBLIOGRAFÍA

ALMENDARES, C. 1986. Determinación de los períodos de latencia en arroz y evaluación de métodos para romperla. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. La Ceiba, Atlántida, Honduras. 36 p.

ALVAREZ, F. 1993. Evaluación agronómica de variedades y líneas de arroz de distintas procedencias. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 78 p.

BEKENDAM, J. 1979. Handbook for seedling evaluation. New York, EEUU. Editorial Marcel Dekker. 112 p.

BENNETT, W. 1990. Modern grain sorghum production. Iowa, EEUU. Editorial Iowa State University Press. 169 p.

BIDWELL, R.G.S. 1979. Fisiología vegetal. Trad. por Manuel Rojas y Guadalupe Cano y Cano. Ed. por A.G.T. 2da. edición. México D.F., México. Editorial Calypso. 784 p.

CAMACHO, F. 1994. Dormición de semillas, causas y tratamientos. México D.F., México. Editorial Continental. 83 p.

COMPTON, P. 1990. Agronomía del sorgo. Trad. por Guadalupe López y Paul Compton. Hyderabad, India. Editorial Centro de Tecnología Agrícola de El Salvador. 301 p.

DEBOUCK, D.G.; HIDALGO, R. 1985. Morfología de la planta de frijol común. Traducido al inglés por M. López, F. Fernández, A.V. Shoonhoven (ed.). Frijol: Investigación y producción. Cali, Colombia, CIAT. P. 61-78.

DELOUCHE, J.C. 1969. Prueba de germinación. En memoria sobre Tecnología de Semillas realizados en América Latina. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. p. 247-263.

FAO. 1990. Anuario FAO de producción 1989 Vol 43. Roma, Italia. 346 p.

JUGENHEIMER, R.W. 1981. Maíz. Variedades Mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Trad. del inglés por Rodolfo Piña. México, D.F., Limusa. p. 607-639.

POSCOSECHA. 1995. Secamiento de granos. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). P. 5-9.

PUERTO CABALLERO, D.M. 1999. Evaluación de la calidad fisiológica de la semilla de maíz y frijol en Zamorano. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 33 p.

RODRIGUEZ QUINTANA, J. C. 1994. Evaluación de los caracteres agronómicos y de calidad de la semilla y el grano de siete genotipos de arroz en el Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 58 p.

TURCIOS, C. 1998. Determinación de calidad en semilla de maíz (Zea mays L.) y su efecto en el comportamiento de variedades de Centroamérica y El Caribe. Tesis Ing. Agr. La Ceiba, Honduras. 57p.

WALL, J.S.; ROSS, W.M. 1975. Producción y Usos del sorgo. Traducido por Andrés Bottaro. Argentina, Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur. 391p.

ANEXO 1

CUADRO PARA TOMA DE DATOS					
CAMPO	SITIO	repetición 1	repetición 2	repetición 3	repetición 4
Humedad					
Germinación tierra					
Germinación kimpack					
RECIBO					
Humedad					
Germinación					
Daño por hongos					
Daño mecánico					
Vigor					
SECADO					
Humedad					
Germinación					
Daño por hongos					
Daño mecánico					
Vigor					
ACONDICIONAMIENTO					
Humedad					
Germinación					
Daño por hongos					
Daño mecánico					
Vigor					

ANEXO 3

COMEDIOS DE GERMINACION Y VIGOR EN ALMACENAMIENTO**GERMINACION EN EL CUARTO FRIO**

o/Semana	inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
.1SI	80.25	80.50	80.50	80.50	83.50	82.50	79.25	81.50	80.50	89.00	86.50	80.50	85.50	86.50
.3Z	63.00	80.25	79.00	82.25	81.25	82.25	83.25	79.75	81.50	83.00	76.25	82.25	82.25	76.25
.2Z	69.50	79.75	78.00	78.00	81.00	77.25	80.25	78.50	78.00	82.00	79.00	78.00	80.00	79.00
.1Z	56.00	81.50	79.75	79.75	80.50	81.25	79.50	81.25	79.75	84.50	77.25	79.75	82.50	77.25
.1Z	64.50	97.50	95.75	95.75	95.25	92.50	90.75	96.25	95.75	97.25	98.50	95.75	97.25	98.50
.1Z	31.00	76.75	74.00	74.00	76.50	76.25	75.00	75.75	74.00	76.00	72.00	74.00	75.25	72.00
.2Z	31.25	77.50	75.50	75.50	77.00	75.50	78.50	77.00	75.50	80.25	74.00	75.50	73.00	74.00
.1SI	42.75	78.50	77.50	77.50	78.50	80.75	78.50	78.00	77.50	82.50	73.50	77.50	77.50	73.50

GERMINACION EN LA BODEGA

o/Semana	inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
.1SI	80.25	93.25	91.25	91.25	91.50	86.50	90.00	94.25	86.50	93.00	80.00	91.25	93.25	93.25
.3Z	63.00	88.00	88.25	88.25	87.50	89.50	85.00	84.25	81.00	85.75	79.50	88.25	88.00	88.00
.2Z	69.50	86.50	84.75	84.75	85.50	84.25	81.75	82.50	81.00	82.75	89.25	84.75	86.50	86.50
.1Z	56.00	81.25	80.00	80.00	80.50	82.50	77.75	81.25	84.50	81.75	74.75	80.00	81.25	81.25
.1Z	64.50	98.00	96.25	96.25	93.00	93.50	94.00	96.25	97.50	96.25	96.25	96.25	98.00	98.00
.1Z	31.00	78.25	76.75	76.75	76.50	76.50	79.75	77.00	72.50	76.75	70.25	76.75	78.25	78.25
.2Z	31.25	79.00	77.25	77.25	81.25	80.75	81.00	80.50	75.25	83.50	74.00	77.25	79.00	79.00
.1SI	42.75	86.50	85.25	85.25	82.75	85.25	85.75	84.00	76.00	84.00	69.50	85.25	86.50	86.50

VIGOR EN EL CUARTO FRIO

o/Semana	inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
.1SI	69.50	81.25	80.25	72.00	79.25	80.75	76.50	80.75	75.25	90.25	84.75	74.00	77.00	72.00
.3Z	65.25	81.00	79.25	75.50	81.00	77.25	81.50	79.75	80.50	81.25	83.00	81.25	75.50	75.50
.2Z	66.75	80.50	80.00	70.50	77.75	81.00	71.50	80.25	73.50	81.50	76.75	72.25	72.00	70.50
.1Z	79.50	82.00	80.25	66.00	81.25	82.25	71.25	81.00	72.25	81.75	76.50	71.25	66.00	66.00
.1Z	62.25	95.25	92.00	87.00	92.50	87.25	88.50	93.25	88.00	94.25	93.25	89.50	87.00	87.00
.1Z	62.75	74.50	72.50	76.75	76.50	75.75	78.75	72.50	78.50	75.75	77.50	78.25	76.75	76.75
.2Z	49.75	82.25	81.00	56.25	80.75	82.00	65.00	82.25	62.75	80.75	70.50	65.25	56.25	56.25
.1SI	43.25	77.50	76.25	57.00	80.50	78.50	71.25	76.25	64.75	83.75	76.75	69.00	57.00	57.00

VIGOR EN LA BODEGA

o/Semana	inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
.1SI	69.50	93.25	90.00	86.50	90.50	89.25	87.75	93.25	72.00	93.75	86.50	83.75	93.25	93.25
.3Z	65.25	83.25	82.00	76.25	80.00	82.00	82.25	80.00	75.50	79.25	76.25	80.50	83.25	83.25
.2Z	66.75	86.25	83.75	81.00	85.25	82.00	81.50	82.50	70.50	82.75	81.00	81.25	86.25	86.25
.1Z	79.50	79.50	78.25	84.50	81.25	77.00	82.50	77.75	66.00	78.75	84.50	82.50	79.50	79.50
.1Z	62.25	96.25	93.50	97.50	91.50	90.25	96.50	91.75	87.00	91.25	97.50	97.00	96.25	96.25
.1Z	62.75	81.00	80.75	77.50	80.50	83.25	76.75	80.75	73.25	82.00	77.50	73.25	81.00	81.00
.2Z	49.75	79.50	79.00	79.00	79.75	80.25	82.50	78.50	56.25	78.50	75.00	75.75	79.50	79.50
.1SI	43.25	88.50	87.50	76.00	86.50	87.00	80.50	87.25	57.00	87.00	76.00	80.25	88.50	88.50

ANEXO 4

PROMEDIOS DE HUMEDAD DE LA SEMILLA EN ALMACENAMIENTO**CUARTO FRIO**

Sitio/Semana	inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T3L1SI	13.45	13.23	13.01	12.57	12.35	12.02	11.46	11.69	12.57	12.35	12.46	12.57	12.35	12.68
T3L3Z	10.73	9.65	9.56	13.01	13.23	13.01	12.68	12.68	13.01	12.57	12.68	12.79	12.57	13.01
T3L2Z	11.58	11.06	11.06	12.68	12.68	12.13	12.02	11.91	12.68	12.35	12.24	12.02	12.35	12.90
T5L1Z	15.42	15.02	15.02	12.24	12.02	12.02	11.80	12.02	12.24	12.02	11.91	11.69	12.02	13.01
T4L1Z	13.89	13.89	13.89	13.23	13.23	12.79	12.79	12.79	13.23	12.79	12.90	13.12	12.79	13.01
T3L1Z	13.78	13.78	13.56	12.57	12.13	11.91	11.34	11.22	12.57	12.46	12.13	11.80	12.46	13.23
T2L2Z	14.54	14.36	14.00	12.79	12.46	12.02	11.91	12.13	12.79	12.13	12.35	12.46	12.13	12.79
T2L1SI	14.27	14.27	14.27	12.90	13.23	13.01	13.23	13.23	12.90	12.46	12.46	12.24	12.46	13.01

BODEGA

Sitio/Semana	inicial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
T3L1SI	13.45	13.45	13.45	12.68	12.13	11.80	11.22	12.68	12.68	13.12	12.90	13.23	12.57	12.35
T3L3Z	10.73	10.58	10.34	12.90	12.68	12.46	12.24	12.90	13.01	13.23	13.01	13.12	12.79	12.57
T3L2Z	11.58	11.22	11.22	12.79	12.46	12.13	12.02	12.79	12.90	13.01	12.79	12.90	12.02	12.35
T5L1Z	15.42	13.67	12.90	12.68	12.24	11.69	11.06	12.68	13.01	13.12	12.68	12.35	11.69	12.02
T4L1Z	13.89	13.01	13.34	12.79	12.79	12.57	12.35	12.79	13.01	13.01	13.01	13.01	13.12	12.79
T3L1Z	13.78	11.46	10.56	12.79	12.35	12.35	12.13	12.79	13.23	13.12	13.01	13.34	11.80	12.46
T2L2Z	14.54	12.24	11.34	12.79	12.79	12.79	12.46	12.79	12.79	12.90	12.57	12.68	12.46	12.13
T2L1SI	14.27	14.00	13.56	12.68	12.02	11.58	11.06	12.68	13.01	13.01	13.01	13.23	12.24	12.46

ANEXO 5

DATOS DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA EN ALMACENAMIENTO EN LA BODEGA							
	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA			
FECHA	Promedio	Máxima	Mínima	Promedio	Máxima	Mínima	LUGAR
16 JULIO DEL 2000	22.59	28.00	17.50	73.50	86.50	56.00	bodega # 2
24 JULIO DEL 2000	22.15	33.00	18.00	69.28	85.00	53.00	bodega # 2
31 JULIO DEL 2000	22.46	28.50	17.00	68.38	80.00	55.00	bodega # 2
21 AGOSTO DEL 2000	22.90	28.00	19.00	68.59	81.00	54.00	bodega # 2
28 AGOSTO DEL 2000	21.29	29.00	10.00	66.41	84.00	48.00	bodega # 2
11 SEPTIEM DEL 2000	21.30	27.00	16.00	66.45	88.00	47.00	bodega # 2
18 SEPTIEM DEL 2000	23.39	31.00	17.50	73.17	87.00	59.00	bodega # 2
25 SEPTIEMBRE DEL 2000	23.50	30.50	16.50	71.00	87.00	55.00	bodega # 2
02 OCTUBRE DEL 2000							hoja mal puesta
09 OCTUBRE DEL 2000	21.50	27.00	16.00	75.00	91.00	59.00	bodega # 2

ANEXO 6

DATOS DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA EN ALMACENAMIENTO EN EL CUARTO FRIO.							
FECHA	TEMPERATURA			HUMEDAD RELATIVA			LUGAR
	Promedio	Máxima	Mínima	Promedio	Máxima	Mínima	
17 de Julio del 2000	11.50	13.00	10.00	55.00	62.00	48.00	cuarto frio
24 de Julio del 2000	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido
31 de Julio del 2000	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido
7 de Agosto del 2000	15.00	16.00	14.00	22.50	25.00	20.00	cuarto frio
14 de Agosto del 2000	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido
21 de Agosto del 2000	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido	perdido
28 de Agosto del 2000	16.50	20.00	13.00	22.50	28.00	17.00	cuarto frio
4 de Septiembre del 2000	12.00	12.50	11.50	24.00	27.00	21.00	cuarto frio
11 de Septiembre del 2000	10.50	12.00	9.00	27.00	30.00	23.00	cuarto frio
18 de Septiembre del 2000	15.00	16.00	14.00	27.50	30.00	25.00	cuarto frio
25 de Septiembre del 2000	14.00	15.00	13.00	23.00	25.00	21.00	cuarto frio
2 de Octubre del 2000	15.00	15.00	15.00	28.00	30.00	26.00	cuarto frio
9 de Octubre del 2000	12.50	13.00	12.00	24.00	28.00	20.00	cuarto frio