

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

**Trabajo de Graduación**

**Selección de líneas de sorgo (*Sorghum  
bicolor* [L.] Moench) fotosensibles en  
ambientes del corredor seco de la Región  
I, Nicaragua**

Autor

Ing. Agr. Marvin Felipe Jiménez Vílchez

Asesor

MSc. José Vidal Marín Fernández

Managua, Nicaragua

Septiembre del 2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**Trabajo de Graduación**



“Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible”

**Selección de líneas de sorgo (*Sorghum  
bicolor* [L.] Moench) fotosensibles en  
ambientes del corredor seco de la Región I,  
Nicaragua**

Autor

Ing. Agr. Marvin Felipe Jiménez Vílchez

Asesor

MSc. José Vidal Marín Fernández

Presentado a la consideración del honorable  
tribunal examinador como requisito final para optar  
al grado de Maestro en Ciencias en Mejoramiento  
Genético con especialidad vegetal

Managua, Nicaragua

Septiembre del 2018

## CONTENIDO

<b>Sección</b>	<b>Página</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Descripción de los experimentos	4
3.1.1. Localización	4
3.2. Diseño metodológico	6
3.3. Germoplasma	6
3.4. Variables evaluadas	8
3.5. Manejo de experimentos	12
3.6. Manejo de validaciones	12
3.7. Procesamiento de datos y análisis estadístico para ensayo (1 <sup>era</sup> fase)	13
3.8. Procesamiento de datos y análisis estadístico para validaciones (2 <sup>da</sup> fase)	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1. Primera Fase: Evaluación y Selección de líneas avanzadas	15
4.2. Análisis de conglomerado	24

4.3. Segunda Fase: Validación productiva de líneas de sorgo fotosensible	26
V. CONCLUSIONES	31
VI. RECOMENDACIONES	32
VII. LITERATURA CITADA	33
VIII. ANEXOS	35
Anexo 8.1. Plano de campo	35
Anexo 8.2. Análisis estadísticos	36

## DEDICATORIA

A mis queridos padres **Entimo Jiménez y María de Jesús Vílchez** a quienes conservo amor y cariño muy especial por darme el gen de la vida y a quien les debo lo que soy

A mis queridos hijos **Yilmar Abdel, Marvin Ricardo, Mariana Guadalupe y Nahomy Xiomara**, los cuales son mi fuente de inspiración, sacrificio y dedicación, para ellos este reconocimiento

A mis adorados nietos **Yilmara, Iyan, Ana y Lucia**, a quienes guardo un amor muy especial por ser los que dan alegría y felicidad a mi familia les dedico con mucho cariño este valioso esfuerzo para que les dé luz y sabiduría en sus vidas

A mí querida y apreciada abuela paterna: **Juana María Jiménez B (q.e.p.d)**, por ser una persona ejemplar y guía espiritual en mi familia, contribuyó de manera especial a crear las bases para mi formación, de ella aprendí a conocer un mundo de honestidad, honradez, respeto, trabajo y desarrollo humano-espiritual

A mis queridos hermanos, tíos y tías; primos y primas, quienes son mi sangre y mi raza, les dedico este esfuerzo con mucho cariño

**Ing. Marvin Felipe Jiménez Vílchez**

## AGRADECIMIENTOS

A mi tutor: Maestro en ciencias **Vidal Marín**, por su apoyo y asesoramiento, lo cual ha sido fundamental para lograr con éxito este proceso de formación académico y científico el que contribuirá de manera sustancial a la biodiversidad vegetal, a la seguridad alimentaria y nutricional de las familias rurales a través del mejoramiento genético del cultivos en zonas marginales y con vulnerabilidad climática en el corredor seco del norte de nuestro país.

A quienes me apoyaron en la fase de campo, en aportes de asesoría, información y comunicación relacionada a mi investigación, a compañeros de trabajo, a los productores que condujeron las parcelas, colegas que contribuyeron con su conocimiento y experiencia técnica-científica en este trabajo de tesis; mi agradecimiento especial a: **MSc. Rodolfo Valdivia, MSc. Julio César Molina, Ing. Rolando Rizo e Ing. Orlando Caballero; a los productores Sr. Leonardo Osorio, Sr. Florencio Pérez, Sr. Juan Alberto Soza, Sr. Orlando Gómez y Sr. Rosalío Chavarría.**

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (**INTA**) quien me dio la oportunidad de continuar cultivándome profesionalmente en las ciencias agropecuarias para beneficio y servicio del pueblo de Nicaragua.

A mis respetables maestros de la Universidad Nacional Agraria (**UNA**), por ser los promotores y orientadores de mi formación técnica-científica, a los cuales agradezco y admiro, por la calidad de su enseñanza.

Al Programa INTSORMIL y Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (**CENTA**) de la hermana república del Salvador por proporcionar el germoplasma que dio origen a esta investigación.

**Ing. Marvin Felipe Jiménez Vílchez**

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
<b>1.</b>	Ubicación de parcelas en la fase I, Experimentación y fase II de validación de genotipos de sorgo fotosensibles en la Región I, Nicaragua.	<b>5</b>
<b>2.</b>	Líneas y su procedencia en evaluación del comportamiento Agronómico y Productivo de líneas avanzadas de sorgo fotosensibles en ambientes del corredor seco de la región I	<b>7</b>
<b>3.</b>	Líneas de sorgos fotosensibles y variedad testigo seleccionados para la fase de validación.	<b>8</b>
<b>4.</b>	Escala utilizada para la evaluación de severidad de enfermedades, tomada de (CIAT, 1993).	<b>10</b>
<b>5.</b>	Escala utilizada para la evaluación de senescencia foliar, tomada de (CIAT, 1993).	<b>11</b>
<b>6.</b>	Valores para rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), altura de planta (cm), ejercer de panoja (cm), longitud de panoja (cm) y días a floración en líneas avanzadas sorgo fotosensibles.	<b>18</b>
<b>7.</b>	Valores para plantas cosechadas (unidad), incidencia de enfermedades, severidad de enfermedades (%), acame y senescencia foliar (2-5) de líneas avanzadas de sorgo fotosensibles y testigos en ambientes del corredor seco de la Región I.	<b>22</b>
<b>8.</b>	Valores promedios de variables agronómicas y productivas en análisis de conglomerados para líneas de sorgo fotosensibles en estudio.	<b>26</b>
<b>9.</b>	Rendimiento de grano en $\text{kg ha}^{-1}$ en validación productiva de líneas de sorgo fotosensible en el corredor seco de la región I.	<b>28</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
<b>1.</b>	Gráfico de precipitaciones en pentadas a partir del 01 de junio al 31 de diciembre 2015.	<b>4</b>
<b>2.</b>	Tipos de compactación de panoja.	<b>12</b>
<b>3.</b>	Dendograma agrupando líneas de sorgo fotosensibles de acuerdo a caracteres en común.	<b>25</b>
<b>4.</b>	Gráfico de dispersión en validación productiva de tres líneas de sorgo fotosensibles y testigo INTA Segovia.	<b>30</b>



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>		<b>Página</b>
<b>1.</b>	Plano de campo	<b>35</b>
<b>2.</b>	Análisis estadísticos	<b>36</b>

## RESUMEN

Selección de líneas de sorgo (*Sorghum bicolor* [L] Moench) fotosensibles en ambientes del corredor seco de la Región I, Nicaragua

M. Jiménez V.

Con el objetivo de seleccionar líneas de sorgo fotosensibles adaptadas a condiciones agroclimáticas vulnerables del corredor seco de la Región I de Nicaragua se ejecutó una investigación en mejoramiento genético de sorgo, en dos fases: La primera se ejecutó en época de primera, ciclo agrícola 2015-2016 con experimentos para evaluar el comportamiento agronómico de líneas avanzadas ( $f_6$ ) de sorgos, establecidos en dos ambientes utilizando el diseño experimental de bloques completos al azar. La segunda fase se ejecutó con la validación de tres líneas de sorgo seleccionadas de la primera fase y establecidas bajo un arreglo de parcelas pareadas, en doce ambientes, en la época de primera del ciclo agrícola 2016-2017. Se aplicaron los análisis de varianza y separación de medias de Tukey; la prueba para variables no paramétricas, Kruskal Wallis; análisis de conglomerados para respaldar el proceso de selección de líneas y el análisis de adaptabilidad para determinar la relación genotipo-ambiente. Hubo diferencias estadísticas en rendimiento de grano, altura de planta, exerción de panoja, longitud de panoja, días a flor e incidencia de enfermedades. En ninguno de los dos ambientes las líneas superaron en rendimiento a los testigos, que comparten los mayores resultados con ocho y once líneas respectivamente. En el Ambiente II, los rendimientos fueron superiores entre un 47% y 54% con relación al ambiente I. Se seleccionaron a las líneas M9Si3 y M1Si3 como potenciales variedades comerciales, por su adaptación en ambientes favorables y no favorables. Los rendimientos promedios fueron de  $1736.46 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $1660 \text{ kg ha}^{-1}$  superiores al testigo en 5.23 y 0.90% respectivamente y en un 13 y 9 % con relación a la media general de rendimiento en doce ambientes. Presentan excelente calidad de grano para consumo humano y animal.

Palabras Claves: fotosensibles, fitomejoramiento, seguridad alimentaria, análisis de conglomerados

## ABSTRACT

Selection of lines of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) photosensitive in environments of the dry corridor of Region I, Nicaragua

M. Jiménez V.

With the objective of selecting photosensitive sorghum lines adapted to vulnerable agro climatic conditions of the dry corridor of Region I of Nicaragua, a research on genetic improvement of sorghum was carried out, in two phases: The first was carried out in the first season, agricultural cycle 2015-2016 with experiments to evaluate the agronomic behavior of advanced lines ( $f_6$ ) of sorghums, these were established in two environments using the experimental design of randomized complete blocks. The second phase was carried out with the validation of three lines of sorghum selected from the first phase and established under an arrangement of paired plots, in twelve environments, in the first season of the 2016-2017 agricultural cycles. Tukey analysis of variance and separation of means were applied; the test for nonparametric variables, Kruskal Wallis; cluster analysis to support the line selection process and the adaptability analysis to determine the genotype-environment relationship. There were statistical differences in grain yield, plant height, panicle length, panicle length, days to flower and incidence of diseases. In none of the two environments the lines exceeded in performance the witnesses, who share the highest results with eight and eleven lines respectively. In ambient II, yields were higher between 47% and 54% in relation to environment I. The M9Si3 and M1Si3 lines were selected as potential commercial varieties, due to their adaptation in favorable and unfavorable environments. The average yields were 1736.46 kg ha<sup>-1</sup> and 1660 kg ha<sup>-1</sup> higher than the control in 5.23 and 0.90% respectively and in 13 and 9% in relation to the general average of performance in twelve environments. They present excellent grain quality for human and animal consumption.

Keywords: photosensitive, plant breeding, food safety, cluster analysis

## I. INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) es el tercer cereal de importancia después del maíz tanto en área como en volumen de producción. Ocupa el 16 % del área cultivada con granos básicos, que lo cataloga como un cultivo alimentario de gran importancia, principalmente en la demanda de elaboración de alimentos para la industria avícola, porcina y bovino, para el consumo humano el sorgo de grano blanco es un sustituto importante del maíz (Pineda, 1997).

A nivel nacional se siembran aproximadamente unas 34,663.5 ha bajo el sistema de monocultivo; 36,586.5 ha de sorgo en asocio con maíz o frijol o ambos; sumando un total de 71,250.13 ha de sorgo en los sistemas de producción de granos básicos (INEC, 2011).

En Nicaragua se siembran principalmente tres tipos de sorgo que son: - Sorgo millón de ciclo largo fotosensible, comúnmente cultivado en asocio con el maíz o el frijol, en sistemas manuales de bajos insumos; se utiliza para el consumo humano y animal.

Sorgo tortillero (o sorgo blanco o maicillo) de grano blanco, de ciclo corto e insensible al fotoperiodo. Se cultiva en diversas condiciones, desde los sistemas manuales de bajos insumos hasta los sistemas tecnificados. En las zonas más secas del país, los sorgos tortillero y millón se siembran principalmente para el consumo humano y por consiguiente juegan un papel importante en la seguridad alimentaria de los pequeños productores en estas regiones desfavorecidas (Trouche *et al.*, 2006).

Sorgo industrial, generalmente híbridos comerciales de ciclo corto y de grano rojo, cultivados en sistemas tecnificados mecanizados; los granos son utilizados en la fabricación de concentrados balanceados para la alimentación de los pollos y cerdos.

En la Región I de Nicaragua, se siembran aproximadamente 3,176.45 ha de sorgo en monocultivo con endospermo blanco, aproximadamente el 59% se siembra con sorgo sensible al fotoperiodo (Sorgo-millón), de porte alto y 10,939.8 ha bajo el sistema de asocio maíz-frijol- sorgo ó millón (INEC, 2011).

La mayor parte de la siembra de sorgos fotosensibles (millones) se efectúa intercalado y/o asociado con maíz y/o frijol en las áreas de laderas, en suelos de baja fertilidad y especialmente en aquellas localidades donde las precipitaciones pluviales son erráticas y mal distribuidas.

Una de las limitantes de este cultivo son los bajos rendimientos, debido al uso de variedades con bajo potencial genético, susceptibles a hongos de la panoja, de porte alto lo que facilita el daño por pájaros y dificulta la cosecha; así como el poco uso de tecnología avanzada. (Trouche *et al.*, 2006).

La preferencia de variedades de sorgos fotosensibles (millón) por los agricultores es por su producción, la cual es estable cada año, aunque no se obtienen altos rendimientos por unidad de superficie. Se adapta a una amplia gama de ambientes y produce grano bajo condiciones desfavorables y debido a su resistencia a la sequía se considera apto para las regiones áridas con lluvias erráticas (Purseglove, 1972).

El desarrollo de cultivares foto sensitivos de sorgo-millón en Nicaragua, se justifica por la necesidad del cambio tecnológico con cultivares de alto potencial productivo, y para contribuir a disminuir el déficit alimentario de la población. Dada la variabilidad genética existente en este cultivo para adaptación a zonas secas, es posible identificar genotipos superiores con algunas características deseables bajo condiciones desfavorables.

El propósito de la mayoría de programas de mejoramiento genético es aumentar y estabilizar el rendimiento a un costo de producción que maximice los retornos económicos a los agricultores; aun en ambientes desfavorables es posible aumentar el rendimiento en forma estable y con una reducción en los costos de producción mediante el mejoramiento genético de líneas de sorgo fotosensibles o millones (Gómez *et al.*, 1995).

En este estudio se lograron evaluar doce líneas de sorgos fotosensibles con el objetivo de conocer el comportamiento agronómico y repuesta productiva de estos genotipos, en ambientes del corredor seco de Nicaragua, logrando identificar al menos dos líneas potenciales para liberarlas como variedades comerciales para ese sector de la población que lucha por su seguridad alimentaria y nutricional.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Seleccionar líneas de sorgo fotosensibles adaptadas a condiciones agroclimáticas vulnerables del corredor seco de la Región I, Nicaragua

### **2.2 . Específicos**

- 2.2.1. Evaluar el comportamiento agronómico y productivo de líneas de sorgos fotosensibles, en el corredor seco de la Región I
- 2.2.2. Determinar la adaptabilidad y estabilidad productiva de líneas de sorgo fotosensibles en sistemas de producción en el corredor seco de la Región I
- 2.2.3. Identificar líneas fotosensibles con alto potencial productivo y alimentario en el corredor seco de la Región I

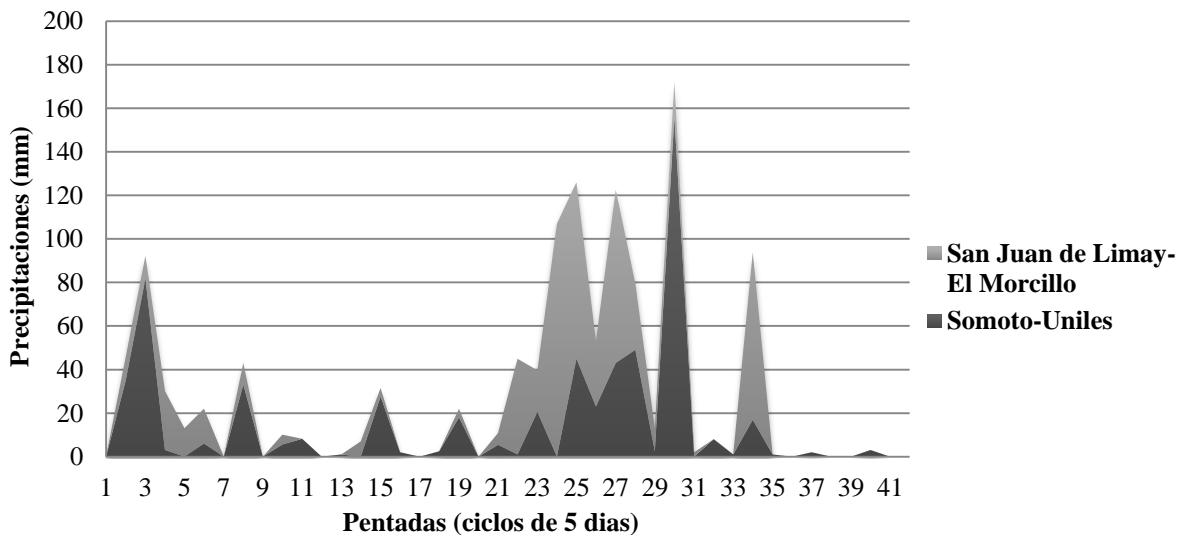
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción de los experimentos

##### 3.1.1. Localización

El estudio se condujo en dos fases: La primera fase consistió en el establecimiento de dos ensayos experimentales para evaluar el comportamiento agronómico y productivo de líneas avanzadas ( $f_6$ ) de sorgos fotosensibles en dos ambientes ubicados en dos localidades del corredor seco de la Región I de Nicaragua: Ambiente I, comunidad el Morcillo-San Juan de Limay del departamento de Estelí. Ambiente II, comunidad Úniles-Somoto departamento de Madriz. Se establecieron en la época de primera del ciclo agrícola 2015-2016.

La segunda fase consistió en la validación de líneas de sorgo seleccionadas de la primera fase y establecidas en la época de primera del ciclo agrícola 2016-2017 en doce ambientes ubicados en el corredor seco en los departamentos de Estelí, Madriz y Nueva Segovia de la región I (Cuadro 1).



**Figura 1.** Gráfico de precipitaciones expresadas en pentadas y registradas a partir del 01 de junio al 31 diciembre 2015 y correspondiente a dos ambientes de experimentación: San Juan de Limay- El Morcillo y Somoto- Uniles.

**Cuadro 1.** Ubicación de parcelas para fase I de experimentación y fase II de validación de líneas de sorgo fotosensibles en la Región I, Nicaragua.

	<b>Municipio</b>	<b>Comunidad</b>	<b>Nombre del agricultor</b>	<b>Tipo parcela</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Altitud</b>
1	Limay	El Morcillo	Florencio de Jesús Pérez Matute	AET	0544385-1454443	349
2	Somoto	Úniles	Orlando Gómez Vásquez	AET	0543118-1485866	800
3	Limay	El Morcillo	Florencio de Jesús Pérez Matute	AVT	0544642-1453807	331
4	Limay	El Morcillo	Rosalío Chavarría	AVT	0544385-1454443	324
5	Limay	San Lorenzo	Juan Alberto Sosa	AVT	0540729-1452454	344
6	San Lucas	Los Canales	Abelardo Félix Nolasco	AVT	0539693-1485963	703
7	Somoto	El Guayabo	Gustavo Joaquín Martínez	AVT	0536067-1488324	649
8	Palacagüina	La Concepción	Julio Cesar Meneses	AVT	0567725-1492253	683
9	Telpaneca	Amucayan	Teodocia Basilia Hernández	AVT	0570989-1500586	524
10	Mozonte	Las Cruces	Jesús Landero López	AVT	0564523-1506979	582
11	Mozonte	San Antonio	José Basilio Ruiz López	AVT	0568348-1502509	611
12	Mozonte	Apamiguel	Pedro Pablo Hernández	AVT	0568040-1502413	684
13	Mozonte	El Cuyal	José Marcelo López López	AVT	0566924-1502335	694
14	San Nicolás	Jocomico	Santos Pablo Rodríguez	AVT	0578612-1424689	902

AET= Área de Experimentación Tecnológica (ensayo) AVT= Área de Validación Tecnológica



### 3.2. Diseño metodológico

En la primera fase experimental se utilizó el diseño experimental Bloque Completo al Azar (BCA) en los dos ambientes estudiados. Ambos ensayos estuvieron conformados por catorce tratamientos (Cuadro 2) y cuatro repeticiones; la unidad experimental estuvo conformada por cuatro surcos de cinco metros de longitud, espaciado a 0.80 m cada surco y de 12-15 plantas por metro lineal. El modelo aditivo lineal utilizado fue:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + B_{j/k} + A_k + (GA)_{ik} + e_{ijk}$$

En donde:

$Y_{ijk}$  : Valor del carácter estudiado

$\mu$  : Media general

$G_i$  : Efecto del genotipo

$B_{j/k}$  : Efecto del bloque dentro de repetición

$A_k$  : Efecto del ambiente

$(GA)_{ik}$  : Efecto de la interacción genotipo ambiente

$e_{ijk}$  : Efecto aleatorio del error

En la fase de validación las parcelas se establecieron bajo un arreglo de parcelas pareadas, lo cual consiste en sembrar las parcelas de cada línea en estudio de forma continua una a la par de la otra, tomando en cuenta el gradiente de concentración. El tamaño de cada parcela fue de 300 m<sup>2</sup> (15 m x 20 m), para un total de 1,200 m<sup>2</sup> por localidad.

### 3.3. Germoplasma

En la primera fase experimental el material vegetal utilizado estuvo constituido por 12 líneas avanzadas F<sub>6</sub> de sorgos fotosensibles más dos testigos: una variedad local y una variedad comercial. Las líneas avanzadas F<sub>6</sub> fueron obtenidas a través de un proceso de selección sucesiva en 32 familias segregantes F<sub>2</sub> de sorgos fotosensibles introducidos y procedentes de la estación experimental del CENTA ubicada en Santa Cruz Porrillo en la república de El Salvador (Cuadro 2).

Las líneas evaluadas en la primera fase fueron seleccionadas tomando como base los siguientes criterios:

- 1) Panojas de tamaño regular, compactas con buen peso de grano
- 2) Granos color blanco a blanco crema sin testa pigmentada, que indican de buena calidad tortillera
- 3) Altura de planta de porte bajo a intermedio, indicador de tolerancia al acame y mejor índice de cosecha
- 4) Mayor porcentaje de hojas verdes al momento de la cosecha, indicadores de mejor calidad de forraje
- 5) Ejerción de panoja bien emergida (más de 5 cm), facilita la cosecha.

**Cuadro 2.** Líneas y su procedencia en evaluación del comportamiento agronómico y productivo de líneas avanzadas de sorgos fotosensibles en ambientes del corredor seco de la región I

Número	Genotipos	Procedencia	
1	M11Si1	Líneas avanzadas (f <sub>6</sub> ) de sorgo obtenidas de selecciones sucesivas sobre familias segregantes (f <sub>2</sub> ) procedente del CENTA- El Salvador	
2	M7Si1		
3	M13Si3		
4	M1Si3		
5	M11Si2		
6	M13Si2		
7	M12Si2		
8	M9Si3		
9	M4Si2		
10	M15Si2		
11	M12Si3		
12	M3Si1		
13	Testigo INTA Segovia		INTA
14	Testigo Local amarillo Norteño		Fitomejoramiento participativo

En la segunda fase del estudio correspondiente al proceso de validación, el germoplasma utilizado fueron tres líneas de sorgo fotosensibles identificadas y seleccionadas de la primera fase, evaluación del comportamiento agronómico y productivo de líneas avanzadas de sorgos fotosensibles en el corredor seco de la región I', ejecutada en el ciclo agrícola 2015- 2016 (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Líneas de sorgos fotosensibles y variedad testigo seleccionadas para la fase de validación

<b>Entrada</b>	<b>Nombre de líneas</b>	<b>Origen</b>
Cultivar 1	M1Si3	CENTA- El Salvador
Cultivar 2	M9Si3	CENTA- El Salvador
Cultivar 3	M12Si2	CENTA- El Salvador
Cultivar 4	Testigo INTA Segovia	INTA- Nicaragua

### 3.4. Variables evaluadas

El resultado de la evaluación de cada variable se realizó aplicando la escala de evaluación estándar para sorgo (CIAT, 1993). Se tomaron 10 muestras para evaluar caracteres cuantitativos de crecimiento, desarrollo y componentes de rendimiento, elegidas de forma aleatoria en los surcos de la parcela útil.

#### **Variables utilizadas como criterios de selección**

##### **Rendimiento de grano**

Primero se cosecharon y se trillaron todas las panojas de la parcela útil, luego se limpió y pesó el grano en  $\text{kg ha}^{-1}$ , ajustado al 14 % de humedad utilizando la siguiente fórmula:

$$P_f = P_i (100 - H_i) / 86 \times 0.8$$

Dónde:

P<sub>i</sub>= Peso inicial

Pf= Peso final

Hi= Humedad Inicial

0.8= Coeficiente de desgrane

86= (100-Hf); en este caso Hf es la humedad final que equivale a 14 %

Momento de evaluación, tres días después de la cosecha.

### **Floración (Fl)**

Se registró el número de días transcurrido desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de la parcela útil alcanzaron la fase de floración en un 50% de la panoja.

### **Altura de planta (cm)**

Se registró y promedió la altura de 10 plantas elegidas al azar, midiendo desde la base del tallo hasta el extremo superior de la panoja. Momento de evaluación, madurez fisiológica.

### **Color de grano**

Se observó el color del grano y se comparó con la tabla de colores para descriptores varietales del CIAT (Muñoz *et al.*, 1993). Momento de evaluación, madurez fisiológica.

### **Longitud de la panojas (cm)**

Se promedió la longitud de 10 panojas elegidas al azar, se midió desde la base o nudo ciliar al ápice de la panoja. Momento de evaluación, 8 días antes de la cosecha.

### **Variables adicionales**

#### **Acame**

Para determinar el acame de raíz, se contabilizó el número de plantas que tienen una inclinación mayor a los 45 grados, después se obtuvo el porcentaje con respecto al número total de plantas presentes en la parcela útil. Momento de evaluación, 8 días antes de la cosecha.

### Número de plantas cosechadas

Se registró el número de plantas cosechadas en la parcela útil. Momento de evaluación, a la cosecha.

### Incidencia de enfermedades

Se registró la incidencia de enfermedades contando primero el número de plantas totales y luego el número de plantas afectadas con enfermedades foliares en la parcela útil, finalmente se determinó el valor porcentual. Momento de evaluación, a la floración.

### Severidad de enfermedades

Se registró el porcentaje de severidad o daño causado por enfermedades principalmente fungosas como: Mancha foliar gris (*Cercospora sorghi*) y antracnosis (*Collectotrichum graminícola*). Se utilizó la escala de 1 a 9. Momento de evaluación, a la floración.

**Cuadro 4.** Escala utilizada para la evaluación de severidad de enfermedades, tomada de Descriptores varietales del CIAT (Muñoz *et al.*, 1993).

Valor de escala	% de área foliar afectada
1	Ningún síntoma visible
2	1-5% síntoma visible
3	6-10% síntoma visible
4	11-20% síntoma visible
5	21- 30% síntoma visible
6	31-40% síntoma visible
7	41-50% síntoma visible
8	51-75% síntoma visible
9	Más del 75% síntoma visible

### **Senescencia foliar (Stay Green)**

Se estimó a través de la observación el porcentaje de tejido muerto en el follaje. Momento de evaluación, a la madurez fisiológica, utilizando la siguiente escala:

**Cuadro 5.** Escala utilizada para la evaluación de senescencia foliar, tomada de Descriptores varietales del CIAT (Muñoz *et al.*, 1993).

<b>Valor de escala</b>	<b>% de área afectada</b>
1	No hay hojas muertas
2	Hasta 25% de hojas muertas
3	Hasta 50% de hojas muertas
4	Hasta 75% de hojas muertas
5	Todas las hojas están muertas

### **Exerción de panoja (cm)**

Se midió desde la hoja de bandera hasta la base de la panoja donde inician la primera espiguilla (nudo ciliar). Se tomaron diez plantas al azar por parcela útil dentro de cada unidad experimental. Momento de evaluación, ocho días antes de la cosecha.

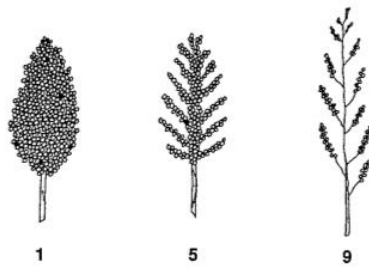
### **Forma y compactación de panoja**

Se determinó forma de panoja y el grado de compactación:

Forma: Ovalada o redonda, elíptica y escobera.

Compactación: 1 compacta, 5 poco compacta, 9 abierta.

Tiempo de evaluación, a la madurez fisiológica.



Tipos de compactación de la cabeza de la panoja en el sorgo:  
1 = compacta; 5 = poco compacta; 9 = abierta.

**Figura 2.** Tipos de compactación de panoja.

### 3.5. Manejo de experimentos

La preparación y rayado del suelo se realizó con bueyes, utilizando distancias de 0.8 m entre surcos y se sembró a chorrillo, ejecutando un raleo de plantas a los 30 días después de la siembra dejando de 12-16 plantas por metro lineal para una densidad aproximada de 100,000 plantas por hectárea de sorgo-millón. El control de malezas se realizó de forma manual a los 30, 75 y 120 días después de la siembra. Para el manejo de plagas insectiles del follaje se realizó 2 aplicaciones de insecticida Cipermetrina a razón de 0.4 l ha<sup>-1</sup> en dos momentos de desarrollo del cultivo, lo cual se determinó de acuerdo a las inspecciones de campo ejecutadas en ambos ambientes.

### 3.6. Manejo de validaciones

Las parcelas de validación se establecieron en fincas de productores innovadores y estuvieron constituidas por cuatro cultivares de sorgos fotosensibles: las líneas M1Si3, M9Si3, M12Si2 comparadas con la variedad testigo INTA Segovia.

La preparación y rayado del suelo se realizó con bueyes, utilizando una distancia media de 0.8 m entre surcos y 0.4- 0.5 m entre golpes de siembra, 3-4 plantas por golpe. En algunos ambientes se realizó la siembra a chorrillo, posteriormente se realizó raleo de plantas a los 30 días después de la emergencia dejando de 12-16 plantas por golpe metro lineal, para una densidad aproximada de 100,000-150,000 plantas ha<sup>-1</sup> de sorgo-millón. El control de malezas

se realizó de forma manual y mecánica a los 30 y 75 y 120 días después de la emergencia del cultivo.

El manejo de plagas del follaje se realizó de acuerdo a la presencia de estas en el cultivo. La principal plaga manejada fue pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) para lo cual se realizaron aplicaciones de insecticidas de contacto y sistémico como *Tiametoxam*– *Lambda-cyhalothrin*. Esta plaga fue el principal vector de fumagina en los cultivares de sorgo durante este ciclo agrícola 2016-2017, en algunos casos se utilizaron opciones de control como el uso de aplicaciones de detergente para el manejo de la plaga la cual mostró una regular efectividad, se realizaron aplicaciones de caldo sulfocálcico para el control de fumagina.

### **3.7. Procesamiento de datos y análisis estadístico para ensayo (fase I)**

Para el procesamiento y análisis de datos de los ensayos se utilizó el programa estadístico Infostat versión 2008, Previo a los análisis estadísticos se comprobó si los datos presentaban distribución normal y homogeneidad de varianza utilizando las pruebas de Shapiro- Wilks y Box. En el primer caso para determinar las variables paramétricas y no paramétricas; dado que la primera fase del estudio se realizó en dos ambientes se aplicó a las variables paramétricas la prueba de Box para determinar homogeneidad de varianzas y definir si aplicar el análisis de varianza por ambiente o combinado.

Para la variable rendimiento se realizó ANDEVA por ambiente dado que no existe homogeneidad de varianza, Calzada Benza, (1970) mencionó que si la razón entre varianza mayor y varianza menor, es menor a 4 existe homogeneidad de varianza; las variables paramétricas altura de planta, ejerción de panoja y longitud de panoja se aplicó ANDEVA combinado para ambos ambientes ya que al aplicar la prueba de Box sus valores están por debajo de 4. En el caso de la variable paramétrica panojas cosechadas esta se analizó como covariable de la variable rendimiento dada su relación directa como componente del mismo; Para la separación de medias se utilizó la prueba de rangos múltiples Tukey al 5 % de error.

Las variables no paramétricas acame e incidencia de enfermedades medidas en porcentaje, los valores se transformaron con la expresión arco seno  $\sqrt{X}/100$ . Para las variables severidad de enfermedades y senescencia foliar se transformaron por el método de la raíz cuadrada de x más uno ( $\sqrt{X + 1}$ ) y para las variables días a floración y número de plantas cosechadas se



transformaron con  $\text{Log}^{-10}$ . Una vez realizadas las transformaciones en las variables mencionadas se procedió al análisis de variables no paramétricas utilizando la prueba estadística de Kruskal Wallis.

Se realizó análisis multivariado mediante el análisis de componentes principales para conocer la participación de las variables en la variación del experimento y conocer las asociaciones entre genotipos y variables a través del análisis de conglomerados.

### **3.8. Procesamiento de datos y análisis estadístico para validaciones (fase II)**

Para la evaluación de rendimiento de grano en las parcelas de validación se aplicaron dos métodos de muestreo para su cálculo: El primer método consistió en cosechar la parcela total de cada línea y pesar todo el grano cosechado, este método se aplicó en parcelas con población uniforme. El segundo método consistió en cosechar una muestra de 100 m<sup>2</sup> en cada parcela y pesar, este método se aplicó en parcelas con población des uniformes, el valor del peso se expresó en kg ha<sup>-1</sup>, ajustado al 14% de humedad.

Una vez obtenido los datos de rendimiento se procedió al análisis de adaptabilidad modificado propuesto por Hildebrant y Russell (1996).

El rendimiento de grano limpio de cada parcela se utilizó como una repetición (ambiente), para calcular índices ambientales (I<sub>j</sub>) por cada localidad. Dónde:

$$I_j = (\sum_i Y_{ij} / v) - (\sum_i \sum_j Y_{ij} / vn); \sum_j I_j = 0$$

Y<sub>ij</sub>: Es la media varietal de la i-ésima variedad en el j-ésimo ambiente (i = 1, 2, 3,...v; j = 1, 2, 3,...n)

v: número de variedades

n: número de ambientes (localidades)

Se efectuó análisis de adaptabilidad ambiental (regresión lineal o cuadrática) y riesgo, utilizando la metodología propuesta por Hildebrand y Russell (1996), para la presentación comparativa del rendimiento en resultados gráficos.

$$v = a + be$$

v: Rendimiento de la i-ésima variedad

a: intercepto; b : Pendiente; e: índice ambiental

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Primera Fase: Evaluación y selección de líneas avanzadas

#### Rendimiento de grano

El rendimiento de grano es el producto del número de grano por unidad de área de terreno y el peso de grano. El número de grano está más fuerte correlacionado con el rendimiento final del grano y está influenciado por el número de inflorescencias, de espiguilla por inflorescencia, florecillas por espiguillas y por la proporción de florecillas que llegan a producir grano. El desarrollo de la panícula, desde su iniciación hasta la antesis (EC2), es muy importante en la determinación del rendimiento final, ya que el límite más alto del número de granos se establece durante este periodo (Evans y Wardlaw, 1976).

El rendimiento del grano también es el resultado de un sin número de factores biológicos y ambientales que se correlacionan para luego expresarse en producción por hectárea. El rendimiento determina la eficiencia en la utilización que las plantas hacen de los recursos existentes en el medio, unido también al potencial genético que estas tengan (Compton, 1985).

Aproximadamente el 90% del rendimiento de grano se debe a la fotosíntesis en la panícula y a las cuatro hojas superiores (Fischer y Wilson, 1971).

En Úniles-Somoto (Ambiente I) hubo diferencias altamente significativas ( $P < 0.0001$ ) en rendimiento de grano entre las líneas de sorgo en estudio, con valores en un rango de 641.78 kg ha<sup>-1</sup> y 1900.13 kg ha<sup>-1</sup> correspondientes a las líneas M11Si1 y M13Si3 respectivamente. Ninguna de las líneas superó a los testigos, que comparten los mayores resultados con 8 genotipos de los evaluados (Cuadro 6).

En El Morcillo-San Juan de Limay (Ambiente II) las líneas mostraron diferencias significativas ( $P < 0.0157$ ) en rendimiento, con valores en un rango de 1367.41 kg/ha<sup>-1</sup> y 3545.56 kg ha<sup>-1</sup> correspondientes a las líneas M15Si2 y M12Si2 respectivamente. Ninguna de las líneas superó a los testigos, que comparten los mayores resultados con otros 11 genotipos.

A diferencia del Ambiente I los rendimientos en el Ambiente II fueron superiores en 47% y 54% más, en comparación al menor y mayor rendimiento de ambos (Cuadro 6).

En el cultivo de sorgo debe considerarse la lluvia y su distribución en el tiempo y en el espacio. El sorgo requiere cuando menos 250 mm de agua para producir grano; produce satisfactoriamente cuando el uso consuntivo (ETr) excede 350 mm y puede dar máximos rendimientos a valores de ETr arriba de 450 mm por ciclo (Arnon, 1972). En el Ambiente I se presentaron precipitaciones de 661.4 mm durante el ciclo del cultivo de los genotipos en estudio en comparación al ambiente II el cual acumuló similar precipitaciones en el orden 679.38 mm, mostrando una diferencia mínima entre ambientes de 17.98 mm. Es importante destacar que en el ambiente II se presentó una mejor distribución de las precipitaciones, concentrando las precipitaciones en momentos críticos como panzoneo, anthesis y llenado de grano. En el ambiente I este presentó menos cantidad de agua en la etapa de panzoneo y llenado de grano. Otro aspecto importante fue la distribución de las precipitaciones al inicio del ciclo. El Ambiente II registró precipitaciones más equilibradas en los primeros meses de junio y julio en cambio en el Ambiente I se concentró más en junio coincidiendo con la emergencia de las líneas. Esto conllevó al maltrato de las plántulas en desarrollo retrasando su crecimiento, estos aspectos contribuyeron a que el Ambiente II aprovechara con mayor eficiencia el recurso hídrico y la disponibilidad de nutrientes del suelo desde las primeras etapas fenológicas, logrando acumular con mayor eficiencia materia seca hasta lograr rendimientos superiores (Figura 1).

### **Altura de planta (cm)**

La altura es otra característica importante para el agricultor, que prefiere plantas con porte más bajo que los criollos que les facilite la cosecha y no se acamen mucho; reduciendo así el daño por roedores y evitando el pisoteo de las panículas durante la cosecha (Gómez *et al.*, 1994).

En altura de planta hubo diferencias altamente significativas entre las líneas ( $P > F 0.0001$ ). El testigo local Amarillo Norteño registró la mayor altura (295.38 cm) igual que otros cuatro genotipos. La línea M1Si3 presentó la altura mínima con valor de 156.50 cm; se identificaron siete líneas con alturas menores al testigo INTA Segovia (213.75 cm) lo que los ubica como potenciales para la selección de plantas con porte de bajo a medio (Cuadro 6).

En la selección de líneas potenciales, la altura constituye un factor importante para el manejo agronómico y fitosanitario de los cultivares. En la actualidad una de las limitantes importantes expresada por los agricultores es la altura de planta. La mayoría de variedades locales disponibles presentan altura superior a los tres metros; los genotipos evaluados constituyen una alternativa para la generación de nuevas variedades de sorgos fotosensibles de porte bajo a intermedias principalmente para las áreas de laderas del corredor seco de la región I.

### **Exerción de panoja (cm)**

La exerción de la panoja es una característica importante porque permite que los granos queden fuera de la vaina de la hoja bandera, reduciendo el daño por plagas y enfermedades en la base de la panícula y también se facilita la trilla manual. Excerciones arriba de 15 cm se consideran muy buenas. La exerción está controlada genéticamente pero puede ser afectada por factores ambientales como la deficiencia de agua (Compton, 1990).

Hubo diferencias altamente significativas ( $P < 0.0001$ ) entre las líneas en la variable exerción de panoja; el valor máximo lo obtuvo la variedad testigo Amarillo Norteño con 23.25 cm. El valor mínimo (7.0 cm) lo registró la línea M12Si2, el resto de líneas mostraron valores dentro del rango de los dos extremos. Al menos siete líneas comparten igualdad estadística con la variedad testigo Amarillo Norteño lo que constituyen una fuente potencial para la selección y generación de variedades con exerción bien emergida y calificadas como muy buenas (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Valores para rendimiento de grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), altura de planta (cm), Ejerción de panoja (cm), Longitud de panoja (cm) y días a floración en líneas de sorgo fotosensibles y dos testigos en ambientes del corredor seco de la Región I.

Línea/ Variedad	Rendimiento $\text{Kg ha}^{-1}$		Altura de planta cm	Ejerción de panoja cm	Longitud de panoja cm	Floración Días
	Amb.1	Amb.2				
M11Si1	641.78 d	2303.36 ab	201.25 bcd	20.25 ab	18.00 de	140.38 a
M7Si1	1365.08 bc	2656.29 ab	282.75 a	21.00 ab	22.63 ab	155.88 bcd
M13Si3	1900.13 a	1995.14 ab	245.50 ab	17.50 abc	18.63 cde	160.75 cde
M1Si3	1669.39 ab	3061.93 ab	156.50 e	8.88 def	20.00 bcd	158.50 bcde
M11Si2	1355.87 bc	2203.53 ab	162.75 cde	16.13 abcde	20.88 abcd	154.13 bc
M13Si2	1740.82 ab	3158.88 ab	246.50 ab	17.00 abcd	23.50 a	167.13de
M12Si2	1588.31 ab	3546.56 a	158.13 e	7.00 f	19.25 cde	167.13de
M9Si3	1792.95 ab	2827.09 ab	157.88 de	8.50 ef	20.25 abcd	163.50 cde
M4Si2	1465.26 abc	1948.88 ab	203.00 bc	10.00 cdef	18.88 cde	146.75 ab
M15Si2	1060.21 cd	1367.41 b	214.50 b	18.00 abc	20.13 bcd	167.75 de
M12Si3	1432.78 abc	3259.37 a	165.13 cde	7.63 f	21.50 abc	163.13 e
M3Si1	1537.74 abc	2548.64 ab	231.50 ab	13.25 abcdef	23.50 a	163.88 cde
INTA Segovia	1420.80 abc	2349.92 ab	213.75 b	12.38 bcdef	16.13 e	170.38 e
Testigo Local	1828.41 ab	2970.52 ab	295.38 a	23.25 a	23.13 ab	165.88 cde
CV %)	13.56	28.78	2.74	16.94	9.57	4.63
Pr=F	0.0001	0.0157	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
R <sup>2</sup>	0.79	0.71	0.72	0.56	0.59	0.79

\*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### **Longitud de panoja (cm)**

Somarriba (1997) plantea que la longitud de la panoja es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del sorgo, una sola panoja puede producir de 24 a 100 millones de granos de polen. Panojas de mayor tamaño tienen un mayor número de espiguillas y por tanto un mayor número de granos (Monterrey, 1997).

La longitud de panoja está en dependencia de factores ambientales y nutricionales en que se desarrolla el cultivo (Miller, 1980). También se puede ver influenciada por el fotoperiodo (FAO, 1980).

En longitud de panoja se encontraron diferencias altamente significativas ( $Pr > F 0.0001$ ), los valores máximos se mostraron en un rango de 20.25 cm y 23.50 cm. Nueve líneas (64.25%) superaron al testigo INTA Segovia en longitud de panoja, incluido el testigo local Amarillo Norteño. La línea M11Si1 y la variedad INTA Segovia registraron los valores mínimos de longitud de panoja, 18.00 y 16.13 cm respectivamente. Cinco líneas mostraron valores medios de longitud de panoja en un rango entre 18.63 cm 20.13 cm. Los valores de longitud de panoja mostrados en este estudio expresan la existencia de genotipos potenciales con panojas de buen tamaño para la producción de grano y que podrían llenar las expectativas agronómicas y productivas en el mejoramiento de sorgos fotosensibles (Cuadro 6).

### **Días a floración**

En el caso de sorgo-millón, es contrario al sorgo insensible al fotoperiodo, donde se seleccionan para condiciones de sequía variedades precoces, en el caso de sorgo-millón no es ese el caso debido a que las variedades precoces son altamente afectadas por los pájaros y manchado de grano por las precipitaciones que ocurren en el mes de noviembre en las zonas donde se siembra sorgo-millón.

En días a floración hubo diferencias altamente significativas ( $Pr > F 0.0001$ ) entre las líneas evaluadas. Las líneas M11Si1 y M4Si2 registraron la floración más precoz con valores de 140.38 y 146.75 días respectivamente desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de la parcela útil iniciaron la emisión de polen. La floración más tardía la mostró la variedad testigo INTA Segovia con 170.38 días, la cual comparte igualdad estadística con otras nueve

línea, entre ellas el testigo local Amarillo Norteño. Dos líneas mostraron floraciones intermedias con valores de 154.13 y 155.88 días (Cuadro 6).

### **Plantas cosechadas**

No existen diferencias significativas ( $P > F$  0.0560) entre las líneas en cuanto al número de plantas cosechadas. El rango de plantas cosechadas por parcela útil fue de 83 a 123 unidades (Cuadro 7).

### **Incidencia enfermedades**

El control de las enfermedades del sorgo depende grandemente del desarrollo de variedades resistentes. Pero tal desarrollo requiere variabilidad en el germoplasma, técnicas efectivas de selección y la combinación de la resistencia con otras características deseables de la planta (Mughogho, 1982)

En relación a incidencia de enfermedades foliares hubo diferencias altamente significativas ( $P > F$  0.0018) entre las líneas. El porcentaje de incidencia a enfermedades vario en un rango entre 8.75-34.38% los cuales corresponde a las líneas M4Si2 y M15Si2 respectivamente (Cuadro 7).

Seis líneas mostraron baja incidencia a enfermedades foliares, menos del 15% incluyendo el testigo INTA Segovia. Los genotipos M12Si2, M1Si3 y M15Si2 mostraron mayores porcentajes de incidencia a enfermedades con un rango entre 28.75 y 34.38%. Solo en el caso del ultimo hubo una relación inversamente proporcional a mayor incidencia de enfermedades menor rendimiento de grano, sin embargo de manera general sin comparamos los valores de incidencia versus rendimiento no hay relación en la expresión de ambas variables para la mayoría de líneas (Cuadro 7).

## **Severidad de enfermedades**

Las enfermedades de sorgo varían en severidad año con año y de una localidad o de un campo a otro, dependiendo el ambiente, el (los) organismo (s) causal(es) y la resistencia del hospedante. El control de enfermedades de sorgo depende grandemente del desarrollo de variedades resistentes. Pero tal desarrollo requiere de variabilidad en el germoplasma, técnicas efectivas de selección, ensayos en localidades múltiples para obtener una resistencia estable a través de los ambientes y la combinación de la resistencia con otras características deseables de la planta (Mughogho, 1982)

Con relación a severidad de enfermedades, no hubo diferencias significativas ( $Pr > F$  0.2921) entre las líneas de sorgo en estudio, el porcentaje de severidad se expresó en un rango de 5%-10.63% de tejido afectado por enfermedades foliares. Todas las líneas expresaron un bajo porcentaje de infestación (Cuadro 7).

## **Acame**

En acame de plantas no se encontró diferencias estadísticas ( $Pr > F$  0.3170) entre las líneas de sorgo evaluadas. El porcentaje de volcamiento o acame en las líneas se mostró en un rango de 1-14.38% (Cuadro 7).

## **Senescencia**

En relación a la variable senescencia no hubo diferencias estadísticas ( $Pr > F$  0.1826) entre las líneas de sorgo, el porcentaje de senescencia mostrado por los genotipos fue menor al 50% de hojas muertas a la cosecha. Este carácter es importante para los sistemas de producción agropecuarios del corredor seco dado que permite a los sorgos mantener por más tiempo la biomasa verde (rastrojo) después de la cosecha, constituyendo una fuente de alimento en forma de forraje más palatable para el consumo del ganado bovino (Cuadro 7).



**Cuadro 7.** Valores para plantas cosechadas (unid.), incidencia de enfermedades, severidad de enfermedades (%), acame y senescencia (2-5) en 12 de líneas de sorgo fotosensibles y dos testigos en ambientes del corredor seco de la Región I.

Línea/ Variedad	Plantas Cosechadas (unid)	Incidencia Enfermedad (%)	Severidad Enfermedad (%)	Acame (%)	Senescencia (Escala 2-5)
M11Si1	84.00 a	10.63 ab	5.00	1.00	2.00
M7Si1	100.00 ab	13.75 abcd	5.63	10.13	3.00
M13Si3	111.13bc	18.75 cd	6.88	4.13	2.00
M1Si3	107.50 bc	33.13 d	10.63	2.13	2.00
M11Si2	104.75 bc	23.13 bcd	8.75	1.00	2.00
M13Si2	95.25 ab	10.00 ab	6.88	8.50	2.00
M12Si2	107.63 bc	28.75 d	10.63	2.13	2.00
M9Si3	115.75 bc	21.25 bcd	10.00	2.13	2.00
M4Si2	119.00 bc	8.75 a	5.00	1.25	2.00
M15Si2	116.38 bc	34.38 d	10.00	5.75	2.00
M12Si3	101.25 abc	25.63 cd	10.63	1.00	2.00
M3Si1	120.63 bc	12.50 abc	5.63	8.13	3.00
INTA Segovia	122.75 c	15.00 abcd	6.88	14.38	3.00
Testigo Local	106.00 abc	19.38 bcd	6.25	13.13	3.00
Pr=F	0.0560	0.0018	0.2921	0.3170	0.1826

### **Forma y compactación de panoja**

En la mayoría de líneas evaluadas predominó la forma elíptica, con excepción de la línea M3Si1 la cual mostró la forma escobero y el testigo INTA Segovia mostró la forma ovalada. En relación a compactación de panoja, las líneas M11Si2, M13Si2, M4Si2 y M3Si1 mostraron panojas del tipo abiertas (9). La línea M11Si1 y el testigo INTA Segovia mostraron panoja compacta (1), el resto de líneas mostraron panojas del tipo 5, semi compacta (Figura 2).

### **Color del grano**

Los colores básicos del grano están determinados por los genes R y Y, los cuales determinan el color del epicarpio, donde: RY es de color rojo, rrY color amarillo, Ryy y rryy color blanco. Los genes I, S, B1, B2 y Tp modifican estos colores básicos intensificándolos y disminuyéndolos. Cuando existen los alelos dominantes, B1 y B2 hay presencia de taninos y pigmentación de la testa, pero si uno está en estado homocigoto recesivo, el grano no tiene coloración de taninos en la testa (Clara, 1991).

El gen S actúa cuando B1 y B2 están presentes, de lo contrario no tiene efecto. Su acción es propagar la pigmentación de la testa del pericarpio. El gen Tp controla el color de la testa. Cuando está en forma dominante el color de la testa será café y recesiva será púrpura. El gen I intensifica el color rojo y amarillo del pericarpio: En los granos blancos no tiene efecto. (Clara, 1991).

Doce líneas evaluadas mostraron granos de color blanco cremoso (86), la línea M9Si3 mostró el color blanco (76). El testigo local amarillo norteño mostró el color amarillo (80).

La mayoría de líneas evaluadas constituyen un potencial en el proceso de selección para el carácter color del grano, la mayoría mostró el color blanco en dos tonalidades y esta es una demanda fenotípica para los sorgos utilizados para alimentación humana.

## 4.2 Análisis de conglomerado

Las variables de rendimiento, días a flor, altura de planta, ejerción de panoja y longitud de panoja se incluyeron en este análisis por ser las que mostraron significancia estadística en el análisis de varianza (cuadro 6) y la prueba para variables no paramétricas Kruskal Wallis (Cuadro 7). El criterio de corte o aproximación utilizado fue el de tomar la distancia euclídea que se encuentra a la mitad del rango total de los valores de la distancia. En este caso el 50% de la distancia corresponde a 2.81.

El coeficiente de correlación cofenético concluye que para este caso, el algoritmo de encadenamiento completo (Complete Linkage) de conglomeración jerárquica, produjo conglomerados más afines a la estructura, ya que la correlación cofenética usando este método de agrupamiento fue de 0.86, la mayor que la encontrada aplicando otras técnicas.

El criterio de aproximación permitió agrupar a las diferentes líneas en cuatro grupos con características en común (Figura 3).

El primer grupo conformado por las líneas: M11Si1 y M4Si2, se caracterizan por ser los más precoces e inducir bajos valores en rendimientos con  $\bar{X}=1661.7 \text{ kg ha}^{-1}$ , longitud de panoja regular con  $\bar{X}= 18.4 \text{ cm}$ , buena ejerción de panoja con  $\bar{X}=15.1 \text{ cm}$ ), baja incidencia de enfermedades, menor a 9.7 % y altura intermedia de planta con  $\bar{X}=202.1 \text{ cm}$  (Cuadro 8).

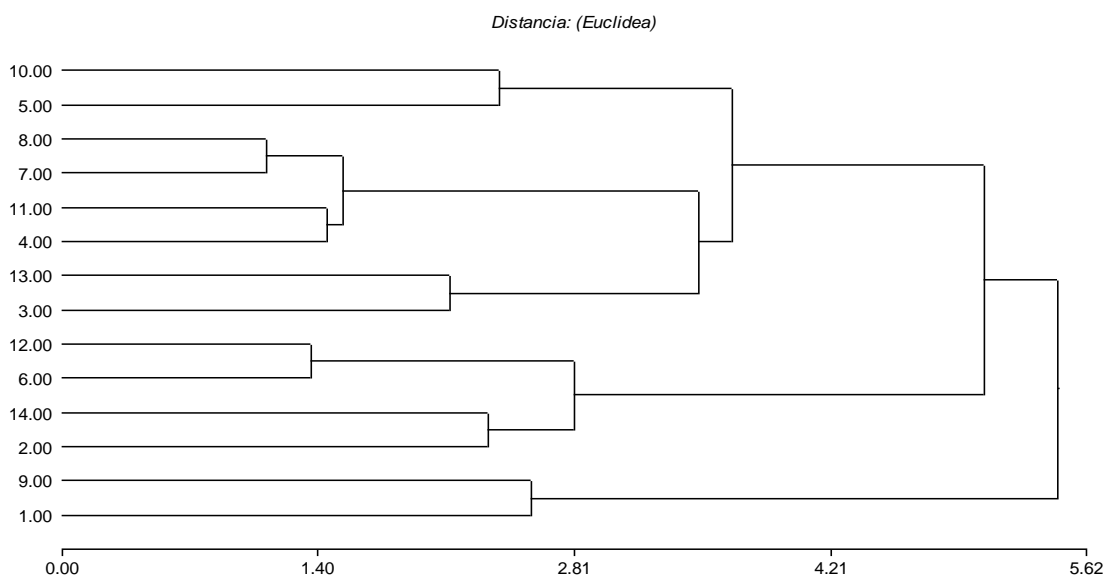
Un segundo grupo lo conforman los tratamientos: M3Si1, M13Si2, M7Si1 y Amarillo Norteño. Se caracterizan por mostrar: ciclo intermedio, rendimientos altos con  $\bar{X}=2124.8 \text{ kg ha}^{-1}$ , mayor longitud de panoja con  $\bar{X}=23.2 \text{ cm}$ , buena ejerción de panoja con  $\bar{X}=18.6 \text{ cm}$  y baja incidencia de enfermedades, menor al 14% (Cuadro 8).

El tercer grupo lo conforman los tratamientos: M13Si3, M1Si3, M12Si2, M9Si3, M12Si3 e INTA Segovia. Este es un grupo superior en productividad con relación al resto de líneas agrupados en el resto de grupos, con rendimientos promedios de  $2282.3 \text{ kg ha}^{-1}$ . Lo anterior se debe a que son los de ciclo más largo en su mayoría, con floración  $\bar{X}= 163.9 \text{ días}$ , presentan una regular ejerción de panoja con  $\bar{X} = 10 \text{ cm}$ , una longitud de panoja con  $\bar{X} = 19 \text{ cm}$ , este

grupo es el segundo en presentarla mayor incidencia de enfermedades, menos del 23.8%, la severidad no fue significativa en los análisis correspondientes (Cuadro 8).

El cuarto grupo lo conforman las líneas: M11Si2 y M15Si2, caracterizado por líneas que expresaron los rendimientos promedios más bajos con  $\bar{X} = 1535.7 \text{ kg ha}^{-1}$ , floración intermedia con  $\bar{X} = 161$  días, presentan la mayor ejerción de panoja entre los grupos con  $\bar{X} = 17.1 \text{ cm}$ , una longitud de panoja con  $\bar{X} = 20.5 \text{ cm}$ , este grupo presenta la mayor incidencia de enfermedades, menos del 28.8% (Cuadro 8).

Para la segunda fase o validación productiva de líneas de sorgo, estas fueron seleccionadas del tercer grupo de conglomerado por ser las que expresan mayor potencial para desarrollar y obtener una variedad, lo que sumado al análisis de componentes principales permiten sustentar con mayor rigor el proceso de selección de las mismas.



1=M11Si1, 2= M7Si1, 3= M13Si3, 4= M1Si3, 5= M11Si2, 6= M13Si2, 7= M12Si2, 8= M9Si3, 9= M4Si2,  
10= M15Si2, 11= M12Si3, 12= M3Si1, 13=INTA Segovia, 14= Amarillo Norteño

**Figura 3.** Dendrograma generado a partir de variables agronómicas y productivas de 12 líneas de sorgos fotosensibles más 2 testigos evaluados en dos ambientes del corredor seco de la región I.

Cuadro 8. Valores promedios de variables agronómicas y productivas en análisis de conglomerados para genotipos de sorgo fotosensibles en estudio.

Conglomerado	Rendimiento Kg ha <sup>-1</sup>	Floración Días	Altura Planta (cm)	Exerción Panoja (cm)	Longitud Panoja (cm)	Incidencia Enfermedad (%)
1	1661.7	143.6	202.1	15.1	18.4	9.7
2	2124.8	163.2	264.0	18.6	23.2	13.9
3	2282.3	163.9	182.9	10.3	19.3	23.8
4	1535.7	160.9	188.6	17.1	20.5	28.8

#### 4.3. Segunda Fase: Validación productiva de líneas de sorgo fotosensible en el corredor seco de la región I

##### Rendimiento en kg/ha<sup>-1</sup>

El análisis de adaptabilidad, encontró que la línea que mostró el mayor rendimiento promedio fue la M9Si3 con 1,731.46 kg ha<sup>-1</sup> superando numéricamente al testigo INTA Segovia (1,645.45 kg ha<sup>-1</sup>) en 5.23 %, seguido de la línea M1Si3 (1,660.24 kg ha<sup>-1</sup>) la cual logró superar con mínima diferencia al testigo en 0.90% (Cuadro 9).

Las líneas M1Si3, M9Si3, M12Si2 y el testigo INTA Segovia mostraron coeficientes de determinación de bajos a medios con valores  $R^2 = 0.49, 0.68, 0.55$  y  $0.76$  respectivamente lo que indica un comportamiento variable de las líneas en los diferentes ambientes validados. En relación a los coeficientes de variación todas las líneas presentaron niveles de estabilidad de medios a altos; CV: 29.57, 37.13, 53.26 y 48.60 lo cual pudo estar influenciado por los diferentes métodos de manejo implementado por los productores, los diferentes ambientes, así como las diferentes repuestas de los genotipos al ambiente.

La plaga insectil pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) afecto de manera agresiva a los cultivares de sorgo en la zona de estudio. No se realizaron mediciones específicas para esta plaga, sin embargo las observaciones de campo determinaron afectaciones mayores en la línea M1Si3 y M12Si2 (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Rendimiento de grano en kg ha<sup>-1</sup> en validación productiva de líneas de sorgo fotosensible en el corredor seco de la Región I.

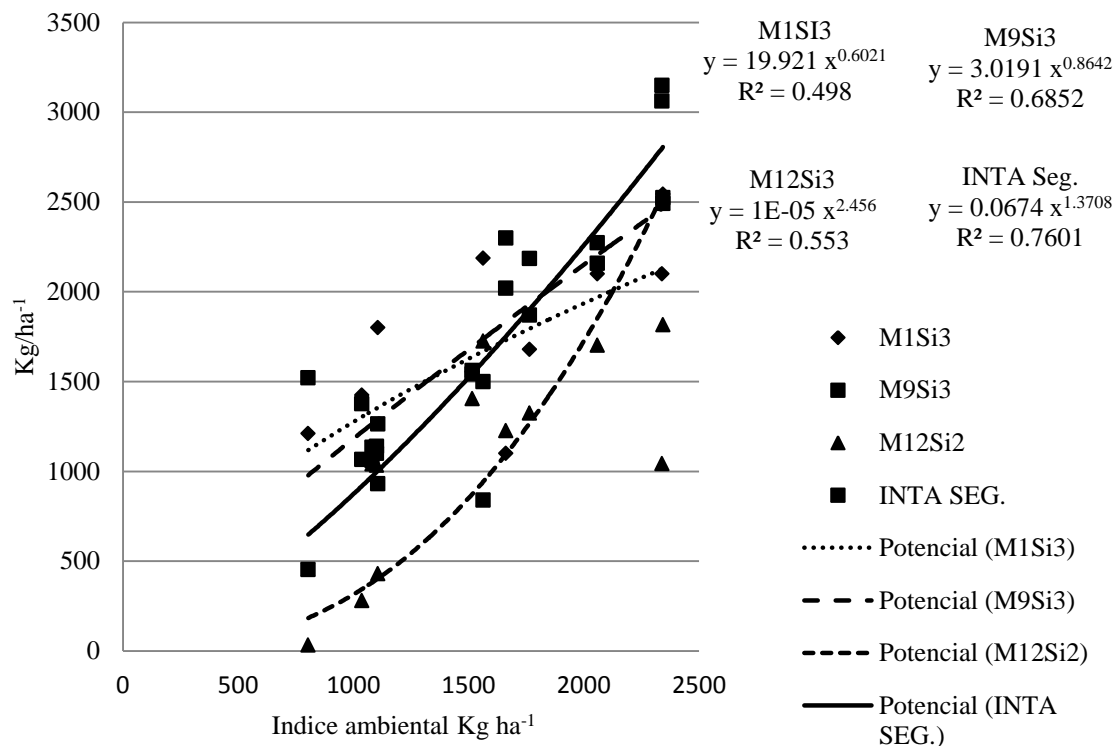
Localidad	Resultados de validación de sorgos fotosensibles kg ha <sup>-1</sup>					Índice ambiental
	M1Si3	M9Si3	M12Si2	INTA Segovia	Promedio	
Limay- El Morcillo 1	1,100.00	2,020.00	1,227.20	2,300.00	1,661.80	130.38
Limay- El Morcillo 2	2,100.00	2,272.72	1,702.50	2,159.00	2,058.56	527.13
Limay- San Lorenzo	2,100.00	3,062.50	1,043.75	3,150.00	2,339.06	807.64
Somoto-El Guayabo	2,186.81	1,500.00	1,725.00	840.74	1,563.14	31.72
San Lucas-Los Canales	1,210.66	1,520.00	32.00	454.00	804.17	-727.26
Palacagüina-La Concep	1,424.43	1,377.00	280.00	1,066.00	1,036.86	-494.56
Telpaneca- Amucayan	1,800.00	930.00	430.00	1,264.00	1,106.00	-425.42
Mozonte-Las Cruces	1,090.00	1,060.00	1,042.00	1,134.00	1,081.50	-449.92
Mozonte-El Cuyal	1,555.00	1,541.25	1,405.00	1,561.75	1,515.75	-15.67
Mozonte-San Antonio	1,132.00	1,100.00	1,034.00	1,140.00	1,101.50	-429.92
Mozonte- Apamiguel	2,544.00	2,524.00	1,816.00	2,490.90	2,343.73	812.30
San Nicolás- Jocomico	1,680.00	1,870.00	1,325.00	2,185.00	1,765.00	233.58
Promedio	1,660.24	1,731.46	1,088.54	1,645.45	1,531.42	
Máximo	2,544.00	3,062.50	1,816.00	3,150.00		
Mínimo	1,090.00	930.00	32.00	454.00		
Índice ambiental	128.28	200.03	-442.88	114.03		
Desviación estándar	491.00	642.95	579.76	799.67		
CV (%)	29.57	37.13	53.26	48.60		
% S/Testigo	0.90	5.23	-33.85	0.00		
R <sup>2</sup>	0.49	0.68	0.55	0.76		

Cuando los rendimientos obtenidos en una localidad son superiores al promedio general ( $1,531.42 \text{ kg ha}^{-1}$ ), se considera el ambiente como favorable. El análisis de estabilidad modificada permitió la identificación de dos dominios de recomendación “Ambientes favorable y ambientes no favorable”. El índice ambiental está definido por el promedio de las variedades en cada uno de los ambientes menos el promedio general, el cual nos permite determinar si un ambiente es favorable o no. (Hildebrand y Russell, 1996)

Seis ambientes fueron identificados como favorables, los cuales superaron la media general de rendimiento ( $1,531.42 \text{ kg ha}^{-1}$ ), los mayores valores de índice ambiental se obtuvieron en las localidades de Mozonte-Apamiguel ( $2,343.73 \text{ kg ha}^{-1}$ ), Limay- San Lorenzo ( $2,339.06 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y Limay-El Morcillo 2 ( $2,058.56 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Lo favorable de estos ambientes estuvo determinado principalmente por un adecuado manejo agronómico de los cultivares y condiciones climáticas favorables principalmente altas temperaturas (Cuadro 9).

Como ambientes no favorables se consideran aquellos que producen rendimientos por debajo del promedio general ( $1,531.42 \text{ kg ha}^{-1}$ ), en este estudio se encontraron seis comunidades agrupadas en ambientes en donde se obtuvieron rendimientos menores a la media general, las localidades que mostraron los valores más bajos fueron San Lucas–Los Canales con  $804.17 \text{ kg ha}^{-1}$  y Palacagüina-La Concepción con  $1,036.86 \text{ kg ha}^{-1}$  representando un 47.49% y 32.29% menos que el testigo respectivamente (Cuadro 9).





**Figura 4.** Gráfico de dispersión en validación productiva de tres líneas de sorgo fotosensibles y testigo INTA Segovia.

Las líneas M1Si3 y M9Si3 presentan buena capacidad de adaptación tanto para ambientes favorables como no favorables mostrando en el caso de la M9Si3 una tendencia positiva a medida que se mejoran las condiciones; en el caso de las líneas M12Si2 e INTA Segovia estas expresaron mayores exigencias en cuanto a condiciones climáticas ya que respondieron únicamente en condiciones favorables (Figura 4).

## V. CONCLUSIONES

El comportamiento agronómico y productivo de las líneas en estudio fue variante encontrándose diferencias significativas en las variables de rendimiento de grano, altura de planta, días a floración, longitud de panoja, ejerción de panoja e incidencia de enfermedades. Todas las líneas mostraron el color blanco con diferentes tonalidades con excepción del testigo local Amarillo Norteño el cual mostró el color amarillo. La variabilidad genética mostrada en las variables mencionadas, fue determinante para el proceso de selección de líneas potenciales para generar variedades comerciales con alto potencial de rendimiento y calidad de grano para la alimentación humana en zonas de vulnerabilidad climática.

Las líneas en estudio M1Si3 y M9Si3 fueron las que mostraron amplia adaptación para ambientes favorables como no favorables; identificándose seis ambientes favorables donde las líneas superaron el promedio general de rendimiento ( $1,531.42 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y seis ambientes no favorables en donde las líneas registraron rendimientos por bajo de este promedio.

Se identificaron las líneas de sorgo M1Si3 y M9Si3 como potenciales para desarrollar una variedad comercial dado que registran los mayores rendimientos, expresan floraciones intermedias, altura de planta de porte intermedio, panojas de tamaño regular, ejerción emergida, color de grano de tonalidades blancas, de fácil trillado y de buena calidad; estos caracteres reúnen las cualidades del ideotipo adecuado para este tipo de cultivo en este de agro ecosistema productivo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda liberar las líneas de sorgo fotosensibles M9Si3 y M1Si3, continuar con la caracterización morfo agronómica y garantizar la producción de semilla genética para completar el proceso de registro de las nuevas variedades.

Se debe iniciar un proceso de difusión de las líneas M9Si3 y M1Si3 a través de bancos comunitarios de semilla para que las familias productoras vayan integrando a sus sistemas de producción este nuevo material genético que viene a contribuir a su seguridad alimentaria y nutricional.

Mantener de manera sistemática el proceso de mejora y mantenimiento genético de las líneas con la finalidad de mantener la pureza y calidad varietal de las mismas, evitando a corto plazo la degradación genética.

## VII. LITERATURA CITADA

Arnon, E. 1972. CROP Production in dry regions. Vol.II. Leonard Hall. 633pp.

Calzada Benza, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Jurídica S.A. Lima, Perú.

Clara, R. 1991. Guía para la producción de semilla de sorgo. El Batán, México. 121 paginas.

Compton, L. P, 1985. La producción de sorgo y mijo. ICRISAT. CIMMYT. México.

Compton, L. P. 1990. Agronomía del sorgo. Trad. por Ma. Guadalupe López Abdelrague (Ind.). Instituto Internacional para el Mejoramiento de Cultivos para los Trópicos Semiáridos. Hyderabad, India (ICRISAT). 316 p.

Evans, L.T. y Wardlaw I.F, 1976. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals, Adv. Agron. 28:301-359.

FAO, 1980. Introducción al control integrado de las plagas del sorgo: (Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal # 19). Roma EP.

Fischer K.S. y Wilson G.L, 1971. Studies of grain production in *Sorghum vulgare*. II. Sites responsible for grain dry matter production during the post –anthesis period. Aust.J. Agric. Res. 22:39–47.

Gómez *et al.*; 1994. Conservación in situ y mejoramiento de maicillo (*Sorghum bicolor* [L.] MOENCH). Informe Anual de Investigación. Depto. de Agronomía. El Zamorano (Honduras) 7: 61 - 72.

Gómez *et al.*, 1995. Conservación in situ y mejoramiento del maicillo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tegucigalpa, Honduras. 17 páginas.

Hildebrand, P.E. y Russell J.T. 1996. Adaptability Analysis: Method for design, analysis and interpretation of on –farm research extension, University of Florida.

INEC, 2011. Superficies sembradas en sorgo en Nicaragua, 2010-2011. IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO). pag.18.

Miller F.R y Barnes D.K. 1980. Crecimiento y desarrollo del sorgo. En producción y protección vegetal. Introducción al CIP.135 p.

Monterrey C.C, 1997. Dosis y momento de aplicación de fertilizante nitrogenado: Efectos sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo del sorgo granífero. Tesis, Ing. Agron. UNA. Managua, Nicaragua. 4 p.

Mughogho, L. K. 1982. Strategies for sorghum disease control. In: ICRISAT. 1982. Sorghum in the Eighties. Proc. Int. Symp. on Sorghum, ICRISAT, INDIA.

Muñoz, G; Giraldo, G; Fernández de Soto, J. 1993. Descriptores varietales, arroz, frijol, maíz, sorgo. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 174 p.- (Publicación CIAT; 177)

Pineda, O. 1997. Producción de sorgo granífero en Nicaragua y su manejo bajo condiciones de secano. CNIA. Managua, Nicaragua. 52 p.

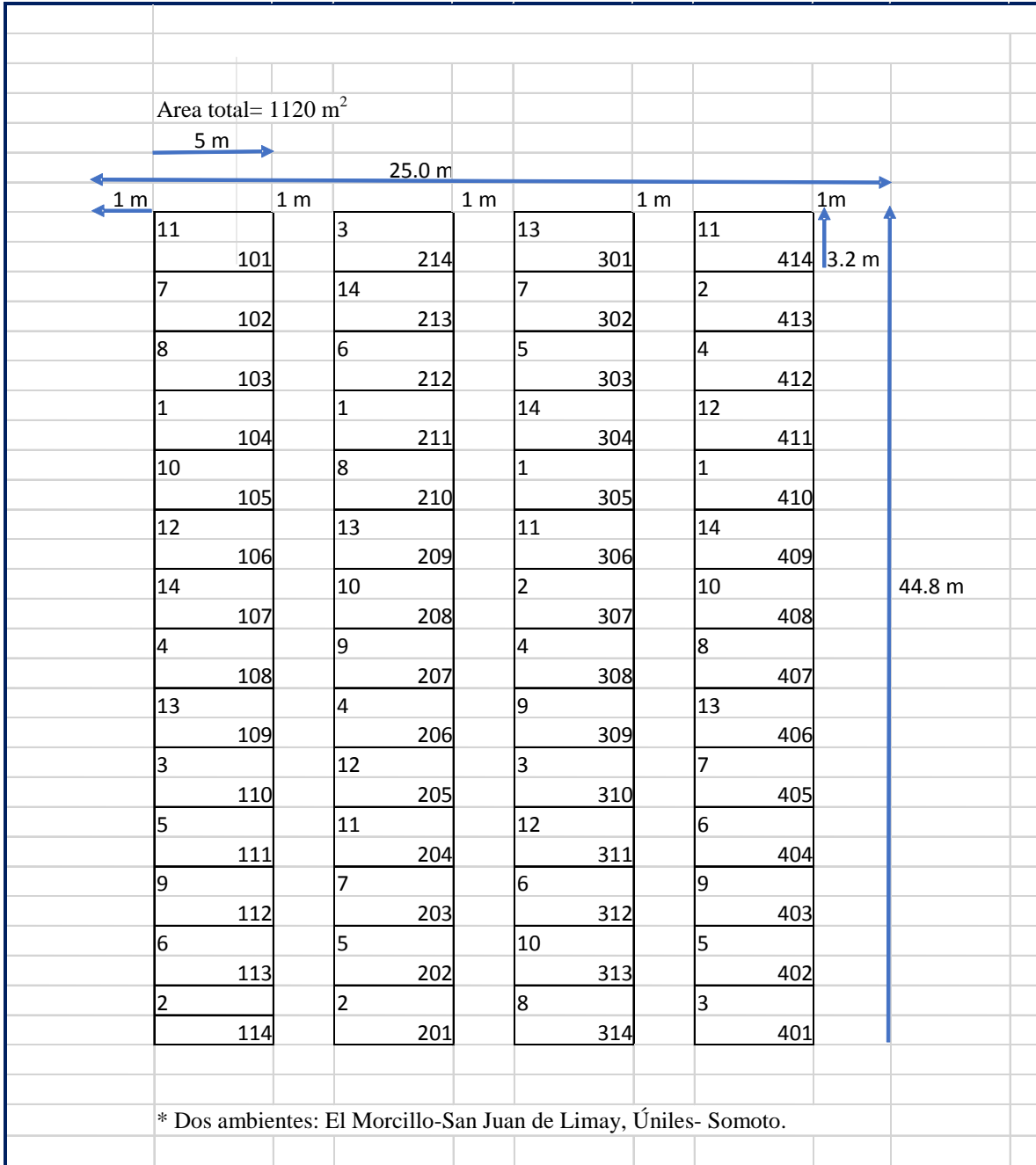
Purseglove, J.W. 1972. Tropical crops 1 Monocotyledons: Longman. Pág. 259–286.

Somarriba, C. 1997. Granos básicos. Texto, 1997. Escuela de producción vegetal, UNA. Managua, Nicaragua. 197 p.

Trouche, G; Aguirre Acuña, S; Castro Briones, B; Gutiérrez Palacios, N. 2006. Dinámicas campesinas y fitomejoramiento participativo: el caso de los sorgos blancos (*Sorghum bicolor*, l. Moench) en la región norte de Nicaragua. (Spanish). *agronomía mesoamericana*, 17(3), 407-425

## VIII. ANEXOS

### Anexo 8.1. Plano de campo



## Anexo 8.2. Análisis estadísticos

### a) Análisis de varianza de variables paramétricas

#### Rendimiento de grano

Ambiente	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1.00	Rendimiento	56	0.79	0.70	13.56

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	5852124.00	17	344242.59	8.49	<0.0001	
Repetición	385632.34	3	128544.11	3.17	0.0352	
Tratamiento	3966788.44	13	305137.57	7.52	<0.0001	
PANCOS	5751.72	1	5751.72	0.14	0.7086	-1.05
Error	1541151.21	38	40556.61			
Total	7393275.21	55				

\*PANCOS= Panojas cosechadas

Ambiente	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2.00	Rendimiento	56	0.71	0.58	8.78

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	51550942.69	17	3032408.39	5.48	<0.0001	
Repetición	10767266.44	3	3589088.81	6.48	0.0012	
Tratamiento	17675999.88	13	1359692.30	2.46	0.0157	
PANCOS	20838971.69	1	20838971.69	37.64	<0.0001	35.81
Error	21040257.63	38	553690.99			
Total	72591200.32	55				

\*PANCOS= Panojas cosechadas

### Altura de planta

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura planta	112	0.72	0.67	2.74

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.97	16	0.06	15.18	<0.0001
Repetición	0.01	3	2.5E-03		0.62 0.6025
Tratamiento	0.96	13	0.07	18.54	<0.0001
Error	0.38	95	4.0E-03		
Total	1.35	111			

### Exerción de panoja

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Excursión	112	0.56	0.48	16.94

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	50.04	16	3.13	7.49	<0.0001
Repetición	0.91	3	0.30	0.73	0.5386
Tratamiento	49.13	13	3.78	9.06	<0.0001
Error	39.65	95	0.42		
Total	89.69	111			

### Longitud de panoja

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LONPAN	112	0.59	0.52	9.57

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	515.82	16	32.24	8.42	<0.0001
Repetición	3.17	3	1.06	0.28	0.8427
Tratamiento	512.65	13	39.43	10.29	<0.0001
Error	363.96	95	3.83		
Total	879.78	111			



**Días a floración**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
Días a flor	112	0.79	0.76	4.63

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	20039.72	17	1178.81	21.42	<0.0001
Ambiente	12285.08	1	12285.08	223.18	<0.0001
Repetición	123.03	3	41.01	0.75	0.5279
Tratamiento	7631.62	13	587.05	10.66	<0.0001
Error	5174.27	94	55.05		
Total	25213.99	111			

## b) Prueba de Kruskal Wallis para variables no paramétricas

### Plantas cosechadas

Variable	TRAT.	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
PTACOS	1.00	8	83.63	14.65	87.50	21.95	0.0560
PTACOS	2.00	8	100.00	23.98	106.00		
PTACOS	3.00	8	111.13	24.78	115.50		
PTACOS	4.00	8	107.50	17.22	112.00		
PTACOS	5.00	8	104.75	41.95	114.00		
PTACOS	6.00	8	95.25	28.89	102.50		
PTACOS	7.00	8	107.63	32.62	110.00		
PTACOS	8.00	8	115.75	10.79	112.50		
PTACOS	9.00	8	119.00	19.24	108.00		
PTACOS	10.00	8	116.38	16.83	118.50		
PTACOS	11.00	8	101.25	24.39	105.00		
PTACOS	12.00	8	120.63	14.56	115.50		
PTACOS	13.00	8	122.75	27.57	127.00		
PTACOS	14.00	8	106.13	13.96	103.50		

\*PTACOS= Plantas cosechadas

### Incidencia de enfermedades

Variable	TRAT.	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Incid.Enferm	1.00	8	0.30	0.15	0.32	28.52	0.0018
Incid.Enferm	2.00	8	0.36	0.10	0.32		
Incid.Enferm	3.00	8	0.43	0.09	0.42		
Incid.Enferm	4.00	8	0.53	0.23	0.45		
Incid.Enferm	5.00	8	0.46	0.18	0.36		
Incid.Enferm	6.00	8	0.32	0.00	0.32		
Incid.Enferm	7.00	8	0.52	0.17	0.45		
Incid.Enferm	8.00	8	0.44	0.15	0.39		
Incid.Enferm	9.00	8	0.30	0.05	0.32		
Incid.Enferm	10.00	8	0.55	0.23	0.55		
Incid.Enferm	11.00	8	0.48	0.17	0.45		
Incid.Enferm	12.00	8	0.35	0.08	0.32		
Incid.Enferm	13.00	8	0.38	0.09	0.32		
Incid.Enferm	14.00	8	0.43	0.11	0.42		

\*Incid.Enferm= Incidencia de enfermedades

### Severidad de enfermedades

Variable	TRAT.N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Sev.Enferm 1.00	8	1.72	0.16	1.73	9.20	0.2921
Sev.Enferm 2.00	8	1.76	0.10	1.73		
Sev.Enferm 3.00	8	1.83	0.14	1.73		
Sev.Enferm 4.00	8	1.92	0.26	1.73		
Sev.Enferm 5.00	8	1.86	0.24	1.73		
Sev.Enferm 6.00	8	1.79	0.18	1.73		
Sev.Enferm 7.00	8	1.92	0.26	1.73		
Sev.Enferm 8.00	8	1.95	0.24	1.87		
Sev.Enferm 9.00	8	1.73	0.00	1.73		
Sev.Enferm 10.00	8	1.93	0.23	1.87		
Sev.Enferm 11.00	8	1.92	0.26	1.73		
Sev.Enferm 12.00	8	1.76	0.10	1.73		
Sev.Enferm 13.00	8	1.79	0.18	1.73		
Sev.Enferm 14.00	8	1.80	0.12	1.73		

\*Sev.Enferm= Severidad de enfermedades

### Acame

Variable	TRAT.N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Acame 1.00	8	0.10	0.00	0.10	8.12	0.3170
Acame 2.00	8	0.20	0.16	0.10		
Acame 3.00	8	0.17	0.12	0.10		
Acame 4.00	8	0.13	0.08	0.10		
Acame 5.00	8	0.10	0.00	0.10		
Acame 6.00	8	0.22	0.20	0.10		
Acame 7.00	8	0.18	0.17	0.10		
Acame 8.00	8	0.14	0.08	0.10		
Acame 9.00	8	0.11	0.02	0.10		
Acame 10.00	8	0.19	0.16	0.10		
Acame 11.00	8	0.10	0.00	0.10		
Acame 12.00	8	0.23	0.19	0.10		
Acame 13.00	8	0.29	0.27	0.10		
Acame 14.00	8	0.28	0.25	0.10		

**Senescencia foliar**

Variable	TRAT.	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Senec.	1.00	8	1.82	0.25	1.73	9.74	0.1826
Senec.	2.00	8	1.95	0.28	1.87		
Senec.	3.00	8	1.76	0.10	1.73		
Senec.	4.00	8	1.83	0.19	1.73		
Senec.	5.00	8	1.73	0.00	1.73		
Senec.	6.00	8	1.86	0.24	1.73		
Senec.	7.00	8	1.83	0.19	1.73		
Senec.	8.00	8	1.76	0.10	1.73		
Senec.	9.00	8	1.73	0.00	1.73		
Senec.	10.00	8	1.80	0.12	1.73		
Senec.	11.00	8	1.79	0.18	1.73		
Senec.	12.00	8	1.95	0.28	1.87		
Senec.	13.00	8	1.92	0.26	1.73		
Senec.	14.00	8	1.98	0.29	1.87		

\*Senec. = Senescencia