



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE AGROPECUARIA**

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 10 HÍBRIDOS DE  
SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) EN LA ZONA DE  
JULIO MORENO, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**MARÍA VILLAMAR ALVARADO**

**LA LIBERTAD- ECUADOR**

**JUNIO DE 2014**

**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE AGROPECUARIA**

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 10 HÍBRIDOS DE  
SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench) EN LA ZONA DE  
JULIO MORENO, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**MARÍA VILLAMAR ALVARADO**

**LA LIBERTAD- ECUADOR**

**JUNIO DE 2014**

## TRIBUNAL DE GRADO

---

Ing. Antonio Mora A.  
DECANO DE LA FACULTAD  
CIENCIAS AGRARIAS

---

Ing. Andrés Drouet  
DIRECTOR DE LA ESCUELA  
AGROPECUARIA

---

Ing. Clotilde Andrade V.  
DOCENTE TUTOR

---

Ing. Julio Villacrés M.  
DOCENTE DEL ÁREA

---

Abg. Milton Zambrano  
SECRETARIO GENERAL

## **DEDICATORIA**

**A DIOS** y la Virgen Santísima, por permitirme dar un paso más en la realización de mi vida profesional.

**A MIS HIJOS**, la luz de mis ojos; a mis dos angelitos a los que les robé parte de su niñez por lograr mis sueños.

**A MIS PADRES**, por animarme siempre a seguir adelante y no dejarme vencer en las adversidades, ya que con las bases morales que ellos me dieron me ayudaron a ser mejor persona, por sus consejos, apoyo en esta carrera, Gracias y mil gracias esto es para ustedes.

**A MI ESPOSO**, por todos estos años de ayuda incondicional. TE AMO.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, por su comprensión en los momentos difíciles de mi vida y por el apoyo moral y económico durante mis estudios universitarios y después de ellos.

A mis hermanos, Simón, Andrés y Natalia por darme ánimo y apoyarme para salir adelante con el trabajo de investigación llevado en el campo.

Al Ing. Agr. Fausto Tapia, por el asesoramiento técnico durante el desarrollo del cultivo, al Ing. Agr. Ricardo Guamán Jiménez MSc., por la donación de los híbridos de sorgo, que hicieron posible la realización del trabajo de graduación y por su valioso aporte para la tabulación y análisis estadísticos de las variables a evaluarse.

A mi tutora Ing. Agr. Clotilde Andrade MSc., también un agradecimiento especial, por su ayuda incondicional, su amistad brindada por su comprensión y su paciencia quien con su experiencia contribuyó a la realización de este trabajo.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias que a través de sus directivos y docentes he logrado culminar con éxito mi carrera universitaria.

A mis compañeros de la promoción 2011 Alejandra, Lili, Cindy, George, Leonardo, Marianela, Jorge, Dennis, José, Karen, Miguel, Angélica y Junior, quienes durante mis años de estudio me brindaron su apoyo para salir adelante.

# ÍNDICE GENERAL

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 General	3
1.3.2 Específicos	3
1.4 Hipótesis	3

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen e importancia del sorgo	4
2.2 Descripción del género	5
2.3 Clasificación taxonómica	5
2.4 Morfología	6
2.5 Ecología o exigencias del cultivo	8
2.6 Situación del sorgo a nivel mundial	9
2.6.1 Superficie cultivada en el mundo	10
2.6.2 Producción mundial del sorgo	11
2.6.3 Situación del sorgo a nivel nacional	11
2.7 Manejo integrado del cultivo	12
2.8 Resistencia a la sequía	19
2.9 Utilización del sorgo	21
2.10 Plagas y enfermedades	22
2.10.1 Plagas	22
2.10.1.1 Gusano cogollero	22
2.10.1.2 Gusano pelador de los pastos	23
2.10.1.3 Mosquita del sorgo	24
2.10.1.4 Gusano peludo de la panoja	26
2.10.2 Enfermedades.	27

2.11 Adaptación del cultivo en función de climas y suelos	29
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
3.1 Ubicación y descripción del ensayo	30
3.2 Condiciones meteorológicas del experimento	30
3.3 Material biológico	31
3.4 Diseño experimental	36
3.5 Delineamiento experimental	37
3.6 Análisis estadístico	38
3.7 Manejo del experimento	38
3.7.1 Preparación del suelo	38
3.7.2 Siembra	38
3.7.3 Control de malezas	38
3.7.4 Riego	38
3.7.5 Fertilización	39
3.7.6 Control fitosanitario	39
3.7.7 Cosecha	39
3.8 Variables experimentales	39
3.8.1 Días a floración	40
3.8.2 Altura de la planta (cm)	40
3.8.3 Altura de la panoja (cm)	40
3.8.4 Longitud de la panoja (cm)	40
3.8.5 Días a cosecha	40
3.8.6 Número total de panoja cosechadas	40
3.7.7 Peso de panoja (g)	40
3.8.8 Peso total de panoja (kg)	41
3.8.9 Peso de 1 000 granos (g)	41
3.8.10 Rendimiento (kg/ha)	41
3.8.11 Acame de plantas	41
3.8.12 Incidencia de plagas	41
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1 Días a floración y días a cosecha	42

4.2 Altura de la planta (cm)	43
4.3 Altura de la panoja (cm)	44
4.4 Longitud de panoja (cm)	45
4.5 Número total de panojas cosechadas	46
4.6 Peso de panojas (g)	47
4.7 Peso de 1 000 granos (g)	48
4.8 Peso total de la panoja (kg)	49
4.9 Rendimiento	50
4.10 Plantas acamadas	50
4.11 Incidencia de plagas	51
4.12 Discusión	51
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
Conclusiones	54
Recomendaciones	54
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	55
<b>ANEXOS</b>	



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Requerimiento de agua para el cultivo de sorgo	15
Cuadro 2. Demanda de macronutrientes para rendimientos medios de producción de cultivo	17
Cuadro 3. Momento de la aplicación de los macronutrientes primarios.	17
Cuadro 4. Efecto de la sequía en el desarrollo.	20
Cuadro 5. Humedad relativa y pluviosidad durante el experimento	30
Cuadro 6. Descripción agronómica del híbrido Anzu Genética	31
Cuadro 7. Descripción agronómica del híbrido Pampa Tano I	32
Cuadro 8. Descripción agronómica del híbrido Pampa Tano II	32
Cuadro 9. Descripción agronómica del híbrido Pampa Verde Pocas	33
Cuadro 10. Descripción agronómica del híbrido Pampa Centurión	33
Cuadro 11. Descripción agronómica del híbrido Pampa Triunfo	34
Cuadro 12. Descripción agronómica del híbrido ABS 4300	34
Cuadro 13. Descripción agronómica del híbrido ABS 4400	35
Cuadro 14. Descripción agronómica del híbrido ABS 4528	35
Cuadro 15. Descripción agronómica del híbrido ABS 4240	36
Cuadro 16. Sistemas de tratamientos	36
Cuadro 17. ANDEVA	37
Cuadro 18. Días a floración y días a cosecha en la Evaluación agronómica 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno.	42
Cuadro 19. Altura de la planta (cm) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno.	43
Cuadro 20. Altura de panoja (cm) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno.	44
Cuadro 21. Longitud de panoja (cm) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno.	45
Cuadro 22. Números de panojas cosechadas en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno.	46
Cuadro 23. Peso de panoja (g) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno.	47
Cuadro 24. Peso de 1 000 granos (g) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno.	48
Cuadro 25. Peso total de panoja (kg) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno.	49
Cuadro 26. Rendimiento (kg/ha) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos sorgo comuna de Julio Moreno.	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Cuadro 1 A. Días a la floración en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena 2013.
- Cuadro 2 A. Días a la cosecha en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena 2013.
- Cuadro 3 A. Altura de la planta (cm) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena 2013.
- Cuadro 4 A. Altura de la panoja (cm) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena 2013.
- Cuadro 5 A. Longitud de la panoja (cm) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena 2013.
- Cuadro 6 A. Número de panoja cosechada en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena 2013.
- Cuadro 7 A. Peso de panoja (g) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena 2013.
- Cuadro 8 A. Peso de 1 000 granos (g) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena 2013.
- Cuadro 9 A. Peso total de la panoja (kg) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena 2013.
- Cuadro 10 A. Rendimiento (kg/ha) en la Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena 2013.

- Figura 1 A. Preparación del terreno.
- Figura 2 A. Siembra del material biológico.
- Figura 3 A. Aplicación del fertilizante nitrato de amonio.
- Figura 4 A. Cultivo a los 25 días.
- Figura 5 A. Floración del cultivo a los 68 días.
- Figura 6 A. Llenado de granos.
- Figura 7 A. Panoja de un híbrido granífero.
- Figura 8 A. Panoja de un híbrido forrajero.
- Figura 9 A. Panoja de un híbrido granífero-forrajero.



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES

El sorgo (*Sorghum L. moench*) es un pasto originario de África que manifiesta su óptimo crecimiento y rendimiento bajo condiciones tropicales; su corto período de desarrollo vegetativo, alto rendimiento, facilidad de siembra, adaptabilidad, resistencia a la sequía han influenciado para que sea cultivado preferentemente en regiones ganaderas como forraje en estado fresco o ensilado (DUTHIL J. 2012).

Las características nutricionales del grano de sorgo lo convierten en un alimento apto para el consumo humano; sin embargo, la mayor parte de la producción es destinada a la alimentación avícola y bovina, a la elaboración de concentrados para porcinos y ganado de leche y de carne. Situación que ha ocasionado que la industria agropecuaria se fije en este producto para darle valor agregado, llegando a ocupar el tercer lugar dentro de los alimentos de grano en el mundo (PÉREZ A. 2012).

En Ecuador el sorgo se presenta como una alternativa para las zonas agrícolas, especialmente en las zonas donde las áreas de cultivos de ciclo corto han sido reducidas por problemas bióticos y abióticos. Entre las zonas potencialmente aptas para este cultivo se encuentran las provincias del Guayas, Los Ríos y Manabí, pero también puede cultivarse, en zonas secas, después de la cosecha del arroz o maíz, aprovechando la humedad remanente que queda en dichos suelos (BUESTAN R.H.1994).

Según ORTEGA L. (2011), al momento nuestro país no dispone de suficientes materiales genéticos de sorgo adaptados a las condiciones agroecológicas en las zonas potenciales, por lo que es necesario realizar estudios de rendimientos y adaptación, con el fin de aprovechar las condiciones favorables para el desarrollo de este material en el litoral. En el caso de la península de Santa Elena, donde las

pérdidas económicas de cultivos tradicionales por sequía son frecuentes, es importante buscar cultivos alternativos con mayores ventajas agronómicas, pero especialmente con una mayor capacidad para tolerar la sequía. También es necesario contemplar algunos aspectos de manejo que potencialicen las ventajas de esos cultivos, tales como la captación de aguas lluvias y las densidades de siembra. En este caso, la Península de Santa Elena cuenta con suelos medianamente apropiados para este cultivo, siendo una de las razones por las cuales se está impulsando la siembra de sorgo, con el fin de adaptarlo y obtener buenos rendimientos, ya sea con híbridos o variedades, para que a futuro se convierta en una alternativa forrajera para la alimentación animal.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

La provincia de Santa Elena siempre se ha dedicado a la agricultura por las condiciones favorables de suelo y clima, siendo el factor limitante la disponibilidad de agua.

En la comuna Julio Moreno se ha venido sembrando por muchos años cultivos de ciclo corto, como maíz y hortalizas, plantaciones que se han convertido en monocultivos con las consecuencias imaginables por el alto índice de problemas bióticos y abióticos. La diversificación de la agricultura es una necesidad inminente en el propósito de optimizar el uso del suelo, la obtención de mejores beneficios y, por ende, mejorar la calidad de vida de los pequeños productores agrícolas.

El presente experimento consiste en estudiar el comportamiento agronómico de diez híbridos de sorgo introducidos de otras latitudes, con la intención de contribuir a la diversificación de los cultivos de esta zona, así como demostrar a los productores que es posible contar con otras fuentes de alimentación para el ganado vacuno de la provincia de Santa Elena, partiendo de genotipos que, a más de tener características agronómicas deseables, también toleren la escasez de agua y los problemas de salinidad que afronta la provincia. Será una gran oportunidad

para probar híbridos de sorgo introducidos de otras latitudes en la comuna de Julio Moreno.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 General**

Evaluar el comportamiento agronómico de 10 híbridos de sorgo en la comuna de Julio Moreno cantón Santa Elena provincia de Santa Elena.

#### **1.3.2 Específicos**

- Determinar las características agronómicas de los híbridos en la zona de producción.
- Seleccionar en base al rendimiento el híbrido de sorgo que mejor se adapte al ambiente de la comuna de Julio Moreno.

### **1.4 HIPÓTESIS**

Los híbridos de sorgo introducidos de otras latitudes presentan altos rendimientos en la zona de Julio Moreno.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 ORIGEN E IMPORTANCIA DEL SORGO**

Según PÉREZ A. (2010), el origen de este cultivo ha sido discutido a través de los años, planteándose que procede del noreste de África, en la región ocupada por Etiopía, aunque se ubicó inicialmente en la India, mientras que en América fue introducido en el siglo XVIII. Se considera que muchas especies distintas se cultivan de forma esporádica en países de América, y que los sorgos actuales son híbridos de esas introducciones o de mutantes que han aparecido en forma espontánea.

INFOAGRO (2013, en línea) comenta que los primeros sorgos dejaban mucho que desear como cultivo, eran muy altos y por lo tanto, susceptibles al vuelco, difíciles de cosechar a más que maduraban muy tardíamente. El desarrollo posterior de tipos precoces, así como de variedades resistentes a enfermedades e insectos, junto con el mejoramiento de otras prácticas de producción, estableció firmemente el sorgo como un importante cultivo.

Este cultivo tiene gran importancia a escala mundial, pues está comprobado que puede sustituir cereales como el trigo y el maíz en la mayoría de los usos de estos, tanto en la alimentación humana como en la producción de forraje o grano para la ceba de animales, y también en la industria.

RODRÍGUEZ T.E. (2010, en línea) afirma que el sorgo tropical (*sorghum bicolor* L. Moench) presenta buena adaptabilidad y rendimientos aceptables, por lo que se le ha denominado «el cereal del siglo XXI». A nivel mundial, a principio de los sesenta, una gran parte de la producción de sorgo se empleaba directamente en la alimentación humana; mientras que en la actualidad la utilización de sorgo para el consumo animal se ha duplicado; incluso, es muy utilizado en la agricultura urbana para evitar la incidencia de plagas.

El mismo autor indica que no todos los cultivos de grano se adaptan bien a las condiciones ecológicas, su mejoramiento genético está dirigido, en la mayoría de



los casos, a obtener buenos rendimientos con el empleo de altos insumos, lo cual sólo lo logran países desarrollados que subsidian sus agriculturas.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO DEL SORGO

Según DUKE J. (1983, en línea), el sorgo se conoce con varios nombres: mijo grande o maíz de guinea en África occidental, kafir en África austral, duro en el Sudán, iowar en la India y kaoliang en China.

Se le denominó sorgo por la capacidad de crecer hasta alcanzar una altura elevada; el nombre procede del latín *surgere*.

## 2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La clasificación taxonómica del sorgo, según VALLADARES C. A. (2010), es la siguiente:

Reino	<i>Plantae</i>
Sub reino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Sub clase	<i>Commelinidae</i>
Grupo	<i>Glumiflora</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Sub familia	<i>Panicoideae</i>
Tribu	<i>Andropogonea</i>
Genero	<i>Sorghum</i>
Especie	<i>Bicolor</i>

## 2.4 MORFOLOGÍA

El sorgo es una planta herbácea, de crecimiento anual, la mayoría de las veces provista de rizoma, de tallos recios, nudosos y con entrenudos huecos (IBAR L. 1987).

GONZÁLEZ A.T. (1961) comenta que el sorgo tiene hábito y fisiología vegetal (metabolismo de las plantas C<sub>4</sub>) similares a los del maíz (*Zea mays*). El género *sorghum* presenta un sistema radical profuso que le brinda una estructura de soporte muy desarrollada, lo que permite acumular gran cantidad de reservas; además le confiere una mayor capacidad de penetración y mejor persistencia en climas secos, donde la escasez de agua se mantiene por períodos prolongados; su tallo es grueso, con espigas que nacen por pares, y la altura puede oscilar de 1 a 3 m. Los nudos presentan abundantes pilosidades. Las hojas son alternas, aserradas, lanceoladas, anchas y ásperas en su margen; estas tienen la propiedad de quitinización durante los períodos secos, lo que retarda el proceso de desecación.

La altura de la planta está influenciada por otros factores como humedad temperatura y competencia que son determinantes en el crecimiento de la planta de sorgo (COMPTON L. 1990).

VALLADARES C.A. (2010) señala que en su sistema radicular el sorgo presenta raíces adventicias, fibrosas y desarrollan numerosas raíces laterales; la profusa ramificación y amplia distribución es la razón por la que presenta resistencia a la sequía. La planta puede permanecer latente durante largos períodos de sequía sin que las partes florales en desarrollo se mueran; continuando su crecimiento cuando las condiciones ambientales le sean favorables. Presenta un tallo cilíndrico, erecto, sólido y puede alcanzar alturas desde 0.5 – 5 m de longitud, el cual está dividido en nudos y entrenudos, variando en número según la variedad.

El mismo autor comenta que el tallo presenta un número de hojas comprendido entre 5 - 24; están provistas de una vaina más larga que los entrenudos a los que cubre y rodea completamente; la vaina termina en una corta lígula membranosa y el limbo de la hoja es de forma lanceolado-acintada y de una longitud comprendida entre 30–100 cm. Tiene una inflorescencia llamada panícula

(racimo), es compacta en algunas variedades y abierta en otras como en los forrajeros y en los escoberos. Cuenta con un raquis central completamente escondido por la densidad de las ramas de la panícula o totalmente expuesto.

COMPTON L. (1990) cita que la longitud de la panoja, se reduce tanto, con el aumento de la densidad de siembra, como con la disminución de las distancias entre hileras, esto por la competencia entre las plantas por nutrientes, luz y humedad del suelo, el tamaño potencial de la panoja ocurre después de los 45 a 50 días, cuando ya ha desarrollado la panícula.

La inserción de la panícula es importante para la cosecha mecanizada y para la tolerancia a enfermedades. La panícula es corta o larga, suelta y abierta, compacta o semi-compacta; puede tener de 4 a 25 cm de largo, de 2 a 20 cm de ancho y puede llegar a tener hasta 6 000 flores.

METHOL M. (2013, en línea) comenta que de acuerdo con la polinización el sorgo es una planta auto fértil. A veces ocurren polinizaciones cruzadas por el efecto del viento. Las flores se agrupan en una panícula. Existen dos tipos de flores; Algunas de ellas son sésiles (no tienen órgano de soporte) y son hermafroditas. Las otras flores tienen un pedúnculo (que es la última ramificación, en una inflorescencia, del eje que lleva una flor), y generalmente son machos

VILLALOBOS F. *et al.*, (2002) comentan que todas las variedades cultivadas de sorgo pueden, intrínsecamente, hibridarse naturalmente con otra variedad de sorgo e incluso con cualquier especie de *sorghum*. El nivel de polinización cruzada depende de la fuerza y de la dirección del viento, de la forma de las panículas, esto de acuerdo con las variedades (las panículas abiertas son más susceptibles de cruzarse) y de la superficie sembrada de una variedad dada. Con el fin de garantizar una máxima pureza varietal, se recomienda aislar dos variedades de algunos cientos de metros. También se pueden embolsar las panículas individuales antes de que empiece la floración. Las bolsas tienen que quedar puestas hasta que todas las semillas se hayan formado.

VALLADARES C.A (2010) afirma que los granos son pequeños (1 000 gramos es el peso aproximado de 1000 granos). El color de la semilla es blanco, rojo, café o amarillo. Es una cariósida que contiene un alto contenido de almidón.

El grano de sorgo varía en el color que va desde el blanco a tonalidades oscuras de rojo y pardo, pasando por el amarillo pálido, hasta pardo purpura profundo. Los colores más comunes son el blanco, el bronce y el pardo. Los granos son por lo general esféricos, pero varían en dimensión y forma. La cariopsis puede ser redondeada y con puntas romas, de 4-8 mm de diámetro. El peso de 1 000 granos de sorgo tiene un amplio margen de variación, de 3 a 80 gramos, pero en la mayoría de las variedades va de 25 a 30 gramos. El grano está cubierto parcialmente de glumas.

Para el consumo humano se suelen preferir los granos largos con endospermo corneo. El endospermo amarillo con caroteno y xantofila aumenta el valor nutritivo del cereal. El grano de sorgo con testa contiene tanino en diversas proporciones según la variedad.

## **2.5 ECOLOGÍA O EXIGENCIAS DEL CULTIVO**

CORREA U.A. (2001) menciona que las exigencias del sorgo en términos de calor son más elevadas que las del maíz. Es una especie que se desarrolla bien en condiciones de clima cálido, con lluvias moderadas y bien distribuidas.

Para la germinación, este cultivo necesita temperaturas de 12 a 13°C y el crecimiento de la planta se activa cuando estas sobrepasan los 15°C, con el óptimo alrededor de los 32°C. Se plantea que los descensos de temperatura en el momento de la floración pueden reducir el rendimiento del grano, además de producir esterilidad de las espiguillas y afectar también la viabilidad del grano de polen. Las temperaturas muy altas durante los días posteriores a la floración reducen el peso final del grano.

El mismo autor menciona que la temperatura de 38°C merma los rendimientos por el aborto de sus flores; mientras que la de 27°C resulta ideal para el período reproductivo. Así mismo, 21°C representa la mínima para un buen crecimiento, y 18°C significa la óptima del suelo para su germinación.

RODRÍGUEZ O.M. y FUENTES H.J. (2002) plantean que la temperatura está relacionada con la época de siembra, pues las altas temperaturas aumentan las pérdidas, por coincidir con su período reproductivo. Crece bien en suelos cuyo pH oscile entre 5,5 y 8,5; sin embargo, el pH ideal está entre 5,5 y 6,5. Soporta la sal y se plantea que las variedades azucaradas exigen la presencia de carbonato cálcico en el suelo, lo que aumenta el contenido en sacarosa de los tallos y las hojas. Prefiere suelos sanos, profundos, no demasiado pesados. No debe utilizarse como cultivo antecedente de los cereales de otoño.

El mismo autor comenta que el empleo del sorgo como cultivo ha mostrado su valor agregado a la naturaleza y a los suelos mediante el aporte de materia orgánica y la mejora de las condiciones hidrológicas y químicas. Es eficiente en el consumo hídrico y contribuye a evitar los riesgos de erosión; en las rotaciones de cultivo favorece el incremento productivo y el rendimiento de las áreas.

## **2.6 SITUACIÓN DEL SORGO A NIVEL MUNDIAL**

Según PÉREZ A. (2012, en línea), el panorama mundial del sorgo muestra una tendencia de la demanda hacia la baja, al igual que las expectativas de precio. El 50 % de este cereal se consume para alimento de ganado, el restante para consumo humano. En el caso de algunos países como el caso de México, Estados Unidos, etc. el 99 % del consumo se destina para forraje. Los países de Estados Unidos, Nigeria e India, en conjunto aportan más del 72 % de la producción mundial. En los últimos años, el sorgo ha jugado un papel importante en el desarrollo del sector agropecuario. De igual manera, en la agricultura su participación es de gran importancia, ya que ocupa el segundo lugar, después del maíz, en la producción

obtenida de los 10 principales granos básicos. Además es el tercer cultivo con mayor superficie sembrada después del maíz y frijol.

El mismo autor agrega que, en gran parte, el sorgo se produce con altos niveles tecnológicos. Su expansión en los últimos 40 años se encuentra asociada al acelerado crecimiento de la actividad ganadera, factor que ha generado una extensa demanda para cubrir las necesidades de alimentos balanceados. También ha contribuido en su dinamismo la diferencia entre los precios respecto al maíz, el rápido crecimiento en los rendimientos así como el uso generalizado de semillas mejoradas y fertilizantes en sus procesos productivos. El grano de sorgo ha sido considerado como un sustituto del maíz ya que es utilizado en la preparación de alimentos balanceados, como alimento directo para aves, cerdos y bovinos, fuente de materia prima para la obtención de harina (almidón) y aceite, así como también en el aprovechamiento del rastrojo para alimento de bovinos y equinos.

### **2.6.1 Superficie cultivada en el mundo**

Según FAO (2012, en línea), la superficie mundial total dedicada al sorgo más del 80 % se cultiva en los países en desarrollo. En África, el sorgo se cultiva en un vasto cinturón que se extiende desde el Atlántico hasta Etiopía y Somalia, limitando con el desierto del Sahara en el norte y con la selva ecuatorial en el sur. Esta superficie se extiende a lo largo de las partes más áridas de África oriental y austral, donde las precipitaciones son demasiado bajas para un buen cultivo del maíz. El sorgo es el segundo cereal más importante después del maíz en el África al sur del Sahara. En América Central y del Sur, el sorgo se cultiva en las partes más áridas de México, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, las zonas bajas áridas del interior de la Argentina, las regiones áridas de la Colombia septentrional, Venezuela, el Brasil y el Uruguay. En América del Norte, el sorgo se cultiva en partes de las llanuras centrales y meridionales de los Estados Unidos, donde la pluviosidad es escasa y variable. Kansas, Texas, Nebraska y Arkansas son los principales estados productores, contribuyendo a un 80 % de la producción total de los Estados Unidos. En Asia, el sorgo se cultiva extensamente en la India,

China, el Yemen, el Pakistán y Tailandia. En el ámbito mundial, el sorgo es uno de los cultivos más importantes, ocupa el quinto lugar en superficie cultivada con el 6.35 %, después del trigo 31.77 %, arroz 22.01 %, maíz 20.93 % y cebada 8.14 %, con respecto a la superficie cultivada mundial de cereales.

### **2.6.2 Producción mundial del sorgo**

SECRETARIA DE AGRICULTURA GANADERÍA Y DESARROLLO RURAL (2005) informa que la producción de sorgo en el mundo aumentó de 40 millones de toneladas a comienzos de los años sesenta hasta 66 millones de toneladas en 2005-2010, para bajar luego a 58 millones de toneladas en 2012, aunque en comparación la superficie sembrada de sorgo bajó ligeramente de 45,6 millones de hectáreas a 44,4 millones de hectáreas durante el mismo período. La reducción en la producción que hubo de 2005-2010 a 2012 se debió en gran parte a la baja en dos grandes países productores de sorgo, los Estados Unidos y China. Estos dos países contribuyeron con 6,2 millones de toneladas, es decir, con un 85 % de la reducción en las cifras mundiales de producción. Son varias las razones que explican esa tendencia descendente en la producción de sorgo. La mayoría de los sorgos que se cultivan son de secano. Algunas de las razones que han contribuido a la reducción de la producción son una distribución imprevisible e irregular de las lluvias, una baja en la feracidad de los suelos, el empleo de sistemas ineficaces de producción en los distintos países, tensiones bióticas y abióticas, y una baja de la demanda de sorgo.

### **2.6.3 Situación del sorgo a nivel nacional**

Según ORTEGA L. (2011), en nuestro país el cultivo de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), ha adquirido gran importancia económica, porque sirve de materia prima para producir elaborados alimenticios industriales.

En Ecuador, como en otros países de Latinoamérica, existen zonas potenciales donde se adapta muy bien el cultivo de sorgo, habiendo amplias posibilidades de desarrollarse en áreas marginales con escasas precipitaciones, como en las

provincias de: Guayas, Manabí, El Oro, Esmeraldas. También se cultiva en suelos que permanecen en descanso después de la época lluviosa, en los que antes se ha sembrado arroz como cultivo principal; tal es el caso de los suelos de la Provincia de Los Ríos, Ventanas, Milagro, que aprovechan la humedad residual para toda clase de cultivos de verano. Cabe indicar, que todo genotipo requiere de una apropiada densidad poblacional (distancia de siembra), para que pueda expresar todo su potencial genético, a través del rendimiento de grano.

## **2.7 MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO**

### **Suelo**

BUESTAN R.H. (1994) indica que el sorgo puede sembrarse en suelos de mediana a alta fertilidad, con textura arenosa, franco o arcillosa. Los suelos deben tener buen drenaje, pues la excesiva humedad afecta el desarrollo normal de las plantas. Se adapta a una altitud entre 20 y 850 msnm. Para desarrollar un cultivo de sorgo forrajero y lograr altos rendimientos, se deben seleccionar suelos profundos, con materia orgánica entre 4 y 10 %, ligeramente ácidos, con valores de pH entre 5.2 a 6.5, con poca inclinación y de preferencia de topografía plana, con buen drenaje interno. La preparación del suelo para este cultivo puede ser realizada por tres métodos: Labranza convencional, mínima y cero labranzas.

MILLAN AUDBERTO (2008, en línea) asegura que los suelos ricos en materia orgánica y con un alto contenido de nutrientes son los preferenciales para el sorgo pero no impide que el cultivo se adapte a diferentes tipos de suelo.

### **Clima**

MILLAN AUDBERTO (2008, en línea) cita que las exigencias del sorgo para grano en términos de calor son más elevadas que las del maíz. Es una especie que se desarrolla bien en condiciones de clima cálido, con lluvias moderadas y bien distribuidas.



## **Siembra**

RAMIREZ L. (1980) menciona que la siembra se puede realizar con diferentes modelos de sembradora de trigo regulando la separación de líneas según se desee; o bien con sembradoras de maíz equipadas con discos adaptados al grano de sorgo. Cualquiera que sea el sistema de siembra adoptado, se debe tener en cuenta que la semilla de sorgo es bastante pequeña y con menos reserva que otros cereales como la soya o maíz, por lo que se la debe colocar sobre suelos húmedos y en contacto directo con el mismo; esta práctica procura una rápida germinación y emergencia, de lo que depende en gran parte el éxito del cultivo.

## **Densidad de siembra**

VILLALOBOS F. *et al.*, (2002) argumentan que el crecimiento de una población de plantas es proporcional a la densidad de siembra; esta relación es cambiante en el tiempo conforme la competencia por recursos; aumenta o decrece hasta llegar un momento en que la tasa de crecimiento del cultivo es independiente de la densidad.

El mismo autor indica que conforme es mayor la densidad inicial, comienza la competencia por los recursos; las variaciones en densidad inicial se ven compensadas en gran medida por la variación en las tasas de crecimiento de las plantas individuales; esto se ha verificado para muchas especies y se ha denominado “ley de la producción final constante”

La mayor o menor densidad de plantas en un cultivo determina la ocurrencia de numerosos procesos de interferencia entre las plantas individuales. El ambiente que corresponde a una planta se altera en función de la densidad en los siguientes aspectos;

- Intensidad de radiación
- Cantidad de luz
- Disponibilidad de agua
- Disponibilidad de nutrientes

MENDIETA M. (2009) expresa que existen muchos factores que podrían hacer variar este factor de densidad de siembra, por lo cual es conveniente conocer el comportamiento del cultivo en cada zona específica. Como los cultivos difieren en precocidad, respuesta a la fecha de siembra, tamaño de la planta, resistencia al vuelco y dado que las condiciones de crecimiento varían de acuerdo a la fertilidad de los suelos, la humedad y la presencia de factores bióticos diversos, la densidad de plantas y su esparcimiento deben ser determinados para cada caso y cada recomendación particular.

### **Distancia de siembra**

VILLALOBOS F. *et al.*, (2002) manifiestan que la distancia de siembra está determinada por el método y la densidad a utilizar, así como del objetivo de la siembra. En la siembra mecanizada en surcos, generalmente la distancia varía de 0.70 a 1.0 m entre surcos o hileras y de 0.10 a 0.20 m entre plantas. Mientras que en la siembra al voleo, generalmente las plantas quedan separadas entre 0.05 y 0.10 m. Además, en la siembra manual, se pueden utilizar distancias de 0.50 a 1.0 m entre hileras y a chorro continuo, a una o dos hileras por surco. Con el arreglo de la doble hilera se hace un uso más eficiente de los recursos (agua, suelo, nutrientes, entre otros); mientras que en la siembra a chuzo, se puede utilizar distancias de 0.50 a 0.80 m entre hileras y entre golpes de 0.15 a 0.25 m.

### **Agua**

Según el MANUAL TÉCNICO Y PRODUCTO DEL SORGO GRANIFEROL EL CARGUILL (2008, en línea), el sorgo tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales y crece bien, bajo una amplia gama de condiciones en el suelo.

Responde favorablemente a la irrigación, lográndose excelentes resultados bajo riego. Requiere un mínimo de 250 mm de agua durante su ciclo para llegar a producir grano y pueden obtenerse buenos rendimientos con 350 mm de agua. Pero, para lograr altas producciones, el requerimiento de agua varía entre 450 a

600 mm de agua, dependiendo del ciclo del híbrido y de las condiciones ambientales (Cuadro 1).

<b>Cuadro 1.- Requerimiento de agua para el cultivo del sorgo</b>		
<b>Requerimiento en el ciclo</b>	<b>Mm</b>	<b>Objetivo de rendimiento</b>
Óptimo	400 a 600	alta producción
Conveniente	350	rendimientos medios
Mínimo	250	producción mínima rentable

Fuente: MANUAL TÉCNICO Y PRODUCTO DEL SORGO GRANIFEROL EL CARGUILL 2008

El mismo autor añade que las mayores exigencias en agua comienzan unos 30 días después de la emergencia y continúan hasta el llenado de los granos, siendo las etapas más críticas las de floración y llenado de grano, puesto que deficiencias hídricas en estos momentos producen importantes mermas en los rendimientos. Los mayores rendimientos se lograrán cuando el uso de agua esté disponible durante toda la estación de cultivo.

El sorgo tiene la capacidad de permanecer latente durante la sequía, para volver luego a crecer en períodos favorables, las situaciones de stress modifican su comportamiento: el riego inicial conduce generalmente a una prolongación del ciclo de cultivo, mientras que el stress tardío acelera la madurez.

### **Temperatura**

INFOAGRO (2013, en línea) informa que por ser el sorgo una especie de origen tropical, el sorgo requiere temperaturas altas para su desarrollo normal, siendo por lo tanto más sensible a las bajas temperaturas que otros cultivos.

Para una buena germinación, el suelo, a 5 cm de profundidad, debe tener una temperatura no inferior a los 18°C. Si el suelo estuviese más frío, entre 15 y 16 °C, tendría una emergencia lenta y des-uniforme, con plántulas débiles y rojizas. Durante la floración requiere una mínima de 16°C, pues por debajo de este nivel se puede producir esterilidad de las espiguillas y afectar la viabilidad del grano de

polen. Temperaturas muy altas durante los días posteriores a la floración reducen el peso final del grano.

38°C se produce aborto de flores (merma el rendimiento)

27°C media diaria ideal para los períodos de desarrollo y de floración

21°C mínima para lograr un buen crecimiento

18°C temperatura óptima del suelo para la germinación

### **Fertilización**

IRIGOYEN A. y PERRACHÓN J. (2012, en línea) mencionan que antes de decidir la cantidad de fertilizante que se aplicará es conveniente contar con un análisis del suelo del área, aunque la recomendación general es de 90-60-30 kg de N, P y K por hectárea, respectivamente. Se han realizado estudios sobre la respuesta a la aplicación de N y P en sorgos sensibles al fotoperiodo. La extracción de nitrógeno es mayor cuando se incrementa el rendimiento y la concentración de N en varias partes de la planta.

INFOAGRO (2013, en línea) señala que si se utiliza abono de la fórmula 10-30-10, se debe aplicar 184 kg de fertilizante por hectárea en el momento de la siembra y 174 kg de urea, 242 kg de nitrato de amonio o 372 kg de sulfato de amonio por hectárea, y 22 días después de la emergencia. La disponibilidad de nutrientes para el cultivo depende de distintos factores entre los cuales tenemos el tipo de suelo, las rotaciones de cultivo, el cultivo antecesor, los sistemas de labranza y las condiciones ambientales. Entre los macronutrientes primarios están: el nitrógeno, el fósforo y el potasio, y los macronutrientes denominados secundarios serían: el magnesio, el calcio y el azufre.

En el cuadro 2 se presenta la demanda de macronutrientes para los rendimientos medios de producción del cultivo de sorgo y en el cuadro 3, el momento de aplicación de éstos.

**Cuadro 2. Demanda de macronutrientes para los rendimientos medios de producción del cultivo.**

Rendimientos Kg·ha <sup>-1</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg·ha <sup>-1</sup>					
6 000-7 000	180-220	30-35	150-170	33-38	30-36	24-30

Fuente: MANUAL TÉCNICO Y PRODUCTO DEL SORGO GRANIFEROL EL CARGUIL 2008

**Cuadro 3. Momento de aplicación de los macronutrientes primarios.**

Nutriente	Solubilidad	Momento ideal de la aplicación
Nitrógeno	Alta	Dosis baja: en siembra y hasta 5-6 hojas. Dosis alta: ½ en siembra y ½ a las 5-6 hojas.
Fósforo	Baja	En siembra
Potasio	Baja	En siembra

Fuente: MANUAL TÉCNICO Y PRODUCTO DEL SORGO GRANIFEROL EL CARGUIL 2008

El mismo autor comenta que al abonar, debe cuidarse que los fertilizantes no se coloquen en contacto directo con la semilla, especialmente los más solubles, para evitar daños a la plántula por fitotoxicidad. Entre los micronutrientes se encuentran, el boro, el molibdeno, el cloro, el cobre, el hierro, el manganeso y el zinc.

### **Alelopatía del sorgo**

SAMPRIETO D.A. (2003, en línea) menciona que la alelopatía se refiere a los efectos perjudiciales o beneficiosos que, directa o indirectamente, son el resultado de la acción de compuestos químicos liberados por una planta, los cuales ejercen su acción en otra.

En todo fenómeno alelopático existe una planta (donadora) que libera al medio ambiente, por una determinada vía (lixiviación, descomposición de residuos, entre otros) compuestos químicos, los cuales al ser incorporados por otra planta (receptora) influyen en la germinación, el crecimiento o el desarrollo de esta última.

La mayoría de las plantas necesitan su propio espacio. La cantidad de luz del sol y el crecimiento que alcanzan, indican el espacio que tienen alrededor de ellas, y el sorgo se destaca por protegerlo.

El mismo autor menciona que el sorgo posee rasgos alelopáticos. Las raíces de este tipo de cultivo liberan toxinas al suelo que impiden el desarrollo de las plantas invasoras. Estas propiedades alelopáticas del sorgo son más fuertes que en otras plantas. La toxina principal del sorgo es el *sorgoleone*, un compuesto que es más activo para combatir las malezas que otros compuestos alelopáticos. El sorgo produce esta sustancia en su raíz y en los pelos absorbentes. Su efecto alelopático lo convierte en un cultivo que minimiza los gastos en las labores de limpieza y en la fitotecnia, respecto a otros.

### **Combate de malezas.**

RODRÍGUEZ T.E (2000, en línea) afirma que las malezas son plantas indeseables que crecen como organismo macroscópico junto a las plantas cultivadas, a las cuales les interfieren su normal desarrollo. Son una de las principales causas de la disminución del rendimiento de diferentes cultivos, debido a que compiten por la luz solar, los nutrientes y el dióxido de carbono.

VILLALOBOS F.*et al.*, (2002) señalan que las plántulas de sorgo son débiles y crecen lentamente durante las primeras semanas posteriores a la germinación, el efecto de la competencia con las malezas en las primeras 3 o 4 semanas después de la emergencia puede ser devastadores, el período en que debe mantenerse limpio el cultivo. El combate de malezas en el sorgo puede hacerse en forma mecánica o química, pero esta última es la más eficiente y oportuna para mantener una siembra limpia y a bajo costo. Si se hace en forma mecánica, son suficientes

dos deshierbes con implementos manuales o cultivadoras para eliminar las malezas. Esto garantiza suelos laborables y gastos posteriores en limpieza, mínimos, que son favorecidos por el efecto alelopático anteriormente mencionado.

### **Cosecha.**

SAUCEDO O.M (2008) afirma que la cosecha del sorgo puede hacerse cuando el grano alcanza la madurez fisiológica, aproximadamente 90 días después de la germinación. En este momento el grano tiene entre 25 y 30 % de humedad; sin embargo, si no se cuenta con la infraestructura adecuada para el secado, lo más aconsejable es cosechar cuando posee entre 15 y 18 % de humedad. Para ello se debe hacer la siembra en la fecha recomendada, de forma tal que coincida con el mes más seco de la temporada; así se evita que se desarrollen enfermedades de la panoja, que pueden llegar a afectar la calidad del grano, normalmente la cosecha se hace en forma mecanizada, con el uso de máquinas combinadas.

El mismo autor afirma que el grano de sorgo se puede almacenar con 11-13 % de humedad, pero si la aireación es apropiada resulta seguro hacerlo con un contenido mayor (alrededor del 15 %). Para lograr un adecuado almacenamiento de los granos se requieren depósitos bien construidos. Es esencial una estructura hermética para preservar el grano de la humedad, los roedores y los insectos.

El ambiente ideal es de 8 a 12°C y una humedad relativa entre 50 y 60 %. Las bodegas deben fumigarse por lo menos una vez cada 15 días, con un producto residual como malathión o sus equivalentes, siguiendo la recomendación de la casa comercial, sobre residualidad, para su posterior uso como alimento.

## **2.8 RESISTENCIA A LA SEQUÍA**

De acuerdo con SAUCEDO O.M (2008), el sorgo presenta las siguientes características:

- a. Un sistema radical muy ramificado (su índice radical duplica al del maíz) y un déficit de presión de difusión en sus raíces, también superior al de la mayoría de los cultivos.
- b. Una capa de cera que recubre las hojas y tallos, que disminuye la evaporación.
- c. Células motoras o higroscópicas que es tan regular y abundantemente dispuestas a lo largo de la nervadura central de las hojas, de modo que producen un acartuchamiento de toda la hoja cuando falta el agua, formando un ambiente confinado que disminuye la evaporación; este mecanismo es una importante contribución a la economía de agua. En el maíz, en cambio, las células motoras existen en focos aislados y, como consecuencia, su resistencia a la sequía es mucho menor.
- d. Un número de estomas mayor que en el maíz, pero su tamaño es mucho menor (aproximadamente la mitad). Esto le brinda mayor seguridad a la apertura y cierre, respondiendo con prontitud a las variaciones de humedad del ambiente.
- e. Facultad de entrar en «reposo vegetativo» cuando falta el agua. Los sorgos, en general, entran en período de dormancia o reposo vegetativo, que abandonan cuando hay de nuevo disponibilidad de agua.

El mismo autor afirma que el sorgo se considera el cultivo más eficiente en el uso del agua. Es tolerante a la sequía, capaz de sufrir escasez de agua durante un período de tiempo bastante largo y reemprender su crecimiento más adelante cuando cesa esta.

En el cuadro 4 se presenta el efecto de la sequía en el desarrollo del sorgo.

**Cuadro 4. Efecto de la sequía en el desarrollo del sorgo**

<b>Sequía</b>	<b>Efecto</b>
Inicial	Prolongación
Final	Acelera la maduración del grano

Fuente: MANUAL TECNICO Y PRODUCTO DEL SORGO GRANIFEROL EL CARGUILL 2008



TOLEDO M. (2009) comenta que por otra parte, necesita menos cantidad de agua que otros granos para formar un kilogramo de materia seca, debido a mecanismos de escape o de tolerancia a la sequía (especialmente en la etapa de diferenciación floral) sin perjudicar el rendimiento. Se plantea que el período crítico de necesidad de agua comprende desde el momento que aparece la panícula en las hojas del vértice de las plantas, hasta el final del estado leñoso del grano.

PÉREZ A. y HERNÁNDEZ (2009) manifiesta que las variaciones en los rendimientos por efecto de la deficiencia hídrica son menos marcadas en el sorgo, debido a su menor sensibilidad al estrés hídrico, sobre todo en el período crítico de la generación. A pesar de que el sorgo tiene la capacidad de permanecer latente durante la sequía, para después crecer en los períodos favorables, el estrés modifica su comportamiento: el inicial conduce generalmente a una prolongación del ciclo de cultivo, mientras que el tardío acelera la madurez.

El mismo autor indica que el sorgo, es un cultivo adaptado a climas secos, capaz de producirse como alimento para animales y biocombustibles, ofrece un enorme potencial para responder a las necesidades de los países en desarrollo.

## **2.9 UTILIZACIÓN DEL SORGO**

### **Alimentación Animal**

PACHECO D.R (1998) señala que gran parte de la producción mundial se utiliza para la alimentación animal, ya sea como forraje o en la preparación de alimentos concentrados para el ganado.

### **El Sorgo como Forraje**

DUTHIL J. (1980) afirma que conviene cortar la planta cuando la floración sea como mínimo de un 10 %; en esta forma se logra un corte cada 8 – 10 semanas y una producción promedio de 50 toneladas de forraje verde por corte. Normalmente se obtiene 5 cortes; después de este número, la producción

disminuye; sin embargo, con aplicaciones de nitrógeno y riego, se puede obtener un mayor número de cortes.

## **El Sorgo de grano**

El mismo autor comenta que el grano molido constituye con otros alimentos complementarios, la base de la elaboración de la mayoría de los alimentos concentrados para animales. La composición analítica del sorgo puede cambiar de acuerdo a la variedad o híbrido y a las condiciones ambientales.

### **2.10 Plagas y enfermedades**

#### **2.10.1 Plagas.**

Según FAO-ICRISAT (1997, en línea), los insectos plagas, como tales, surgieron cuando el hombre modificó el ambiente de vegetación natural por el de los cultivos. Desde ese entonces la capacidad para producir alimentos es y ha sido amenazada por las plagas.

El mismo autor indica que el sorgo granífero no escapa a este hecho; todo lo contrario, existe un complejo de insectos plagas que lo atacan y afectan, bajando su rendimiento si no se toman las medidas de control oportunamente. Entre los insectos plagas más importantes que infestan al sorgo se mencionan:

##### **2.10.1.1 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* Smith)**

#### **Hábitos y daños que causa el gusano cogollero.**

FAO-ICRISAT (1997, en línea), comenta que la fase dañina es la larva, la cual una vez eclosionada se alimenta haciendo raspaduras sobre el follaje; que luego aparece con pequeñas áreas translúcidas. Una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje preferentemente en el cogollo; en el que se observan sus excrementos característicos.

Este insecto tiene otras modalidades de ataque diferentes a la de cogollero, como lo son: infestación intensa donde varias larvas devoran el follaje hasta dejar la

planta esqueletizada, conocida por "barredor" e infestación en la etapa inicial de cultivo en que las larvas cortan las plántulas en la parte inferior de los tallos, conocida por "cortador". Ocasionalmente, también se le consigue alimentándose de la panoja con granos en procesos de llenado.

### **Control de poblaciones del gusano cogollero.**

FAO-ICRISAT (1997, en línea) detalla los tipos de control de poblaciones del gusano cogollero:

**Control natural:** el gusano cogollero tiene muchos enemigos naturales que pueden, en un momento dado, disminuir sus poblaciones a un nivel que no causen daños al cultivo. Entre tales enemigos se destacan algunos insectos parásitos de huevos, larvas y ciertas especies de hongos que infectan larvas en los períodos de mayor humedad.

**Control cultural:** se debe efectuar una buena preparación del suelo con el objeto de exponer larvas y pupas a la acción del sol y de los animales que se alimentan de ellas. Al mismo tiempo, es recomendable efectuar un buen control de malezas, pues muchas de ellas son hospederas del cogollero.

**Control químico:** aunque el daño ocasionado en el cogollo puede ser dramático, resultados experimentales indican que el control químico rara vez se justifica. Pero, si el nivel de infestación es 1 y alto y se proveen daños al punto de crecimiento de las plantas o a las panojas, se puede hacer uso de los insecticidas.

#### **2.10.1.2 Gusano pelador de los pastos (*Mocis rependa* F)**

##### **Hábitos y daños que causa el gusano pelador.**

CORTEZ-MONDACA E. *et al.*, (2012, en línea) aseguran que el daño puede ser grave cuando la planta no ha empezado a formar grano; debido a que nacen, se dejan colgar de hilos de seda que secretan ellas mismas. A medida que van creciendo devoran el follaje hasta dejar solamente la nervadura central. Si las infestaciones son severas, las plantas aparecen esqueletizadas completamente.

Desde el aire se ve la infestación ocurre por focos que se van extendiendo a medida que la larvas se van desarrollando.

### **Control del insecto gusano pelador de los pastos.**

CORTEZ-MONDACA E. *et al.*, (2012, en línea) detallan los tipos de control del insecto gusano pelador de los pastos:

**Natural:** las larvas del pelador poseen enemigos que las parasitan y afectan. También se cita que las lluvias en exceso tienen efecto negativo sobre este insecto.

**Cultural:** la principal acción a tomar es la de un buen control de malezas, pues gran cantidad de éstas son hospederas del pelador de los pastos a formar grano, si ocurre luego, las pérdidas son leves.

**Químico:** las larvas sucumben fácilmente ante los insecticidas, pudiéndose citar los mismos indicados para el control del cogollero. Se debe revisar el cultivo periódicamente, y de ser posible, otearlo para detectar posibles focos de infestación, asperjándolos inmediatamente para evitar que sigan extendiéndose.

#### **2.10.1.3 Mosquita del sorgo (*Contarinia shorguicola* Coquillet)**

##### **Hábitos y daños que causa la mosquita del sorgo.**

VILELLA FRANCYS M.F. *et al.* (2002, en línea) afirman que la mosquita del sorgo, a pesar del poco tiempo que dura con vida, es la plaga que más daños le causa al sorgo granífero. La hembra pone sus huevos únicamente sobre panojas en floración amarilla, introduciéndolas dentro de las espiguillas lo más cerca del ovario; pone un promedio de 39 huevos, pero puede pasar de 100. Las larvas se alimentan del ovario y una sola de ellas basta para dañar o vanar completamente un grano.

Ahora bien, como ataca directamente al producto a cosechar y la magnitud del daño es considerable, este insecto reviste un gran importancia económica, un promedio de tres mosquitas por panoja, mantenido durante todo el estado de

floración, es suficiente para reducir el rendimiento potencial de una siembra en más del 50%.

El mismo autor menciona que la emergencia de los adultos (de panojas infestadas) y la ovoposición ocurren mayormente en horas de la mañana. Sin embargo, si durante la noche y/o el día siguiente en horas de la madrugada ha llovido, la emergencia y ovoposición ocurren mayormente en la tarde.

### **Control de poblaciones de la mosquita del sorgo.**

VILELLA FRANCYS M.F. *et al.* (2002, en línea) detallan los tipos de control de poblaciones de la mosquita del sorgo:

**Natural:** la mosquita enemigos naturales, entre los que se pueden contar a una gran variedad parásitos. Los factores del sorgo tienen mucho que ver, como la precipitación y la temperatura que ejercen su influencia en cuanto a la supervivencia de la mosquita, pues en estudios realizados se ha comprobado que las precipitaciones altas reducen la emergencia del insecto, y aumentan la mortalidad de las pupas.

**Cultural:** a este tipo de control se le debe dar mucha importancia, porque es una de las pocas, si no la única, manera de evitar severas infestaciones. Entre la serie de recomendaciones se mencionan: sembrar cultivares de ciclo uniforme; evitar en lo posible el escalonamiento de la siembra y en caso de que sea inevitable, ubicar las siembras sucesivas contra la dirección del viento, ya que es muy posible que la mosquita se deje llevar por él; realizar la siembra lo más temprano que se pueda, ya que más tarde la plaga abunda más; controlar malezas, sobre todo hospederas como pasto Johnson y falso Johnson; destruir los restos de cosecha con suficiente anterioridad; preparar bien la tierra y realizar adecuadamente todas las labores agrícolas, con el fin de lograr la mayor uniformidad en el desarrollo del cultivo; sembrar en hileras, pues de esa manera se garantiza una siembra más uniforme, si se compara con una siembra al voleo, y por último, evitar la permanencia de sorgo forrajero en floración cuando haya cultivos de sorgo granífero cercanos y próximos a panojear, porque aquel es una fuente de infestación de mosquita.

**Químico:** para tal control de la mosquita existe una gran variedad de insecticidas; pero éstos deben ser usados con un criterio de amplia racionalidad. La decisión de aplicar insecticidas vendrá dada, ante todo, cuando los muestreos indiquen una mosquita por panoja en promedio. Nunca deben hacerse aplicaciones inventivas. Los muestreos deben realizarse tratando de abarcar toda la superficie sembrada, con el fin de constatar si la infestación es total o parcial (en las orillas). En el caso de que la infestación se limite, tan sólo, a los márgenes de la siembra, una aspersión orillera es suficiente. Se recomienda hacer las aspersiones en horas de la mañana (9:00 a.m. a 12:00 pm.) si el día es seco, en caso contrario, si ha llovido, hacer aspersión en horas más avanzadas (11:00 am a 2:00 pm), en todo caso es aconsejable estar pendiente del cultivo durante la etapa de floración.

#### **2.10.1.4 Gusano peludo de la panoja (*Nola sorghiella* Riley)**

##### **Hábitos y daños que causa el gusano peludo de la panoja.**

CORTEZ-MONDACA E. *et al.*, (2013, en línea) afirma que el gusano peludo de la panoja conocido también como *Celamasorghiella*, se puede considerar como una plaga ocasional; pues, aunque siempre está presente, sólo algunas veces llega a registrar poblaciones altas capaces de arruinar una cosecha. Las larvas, que constituyen la fase dañina del insecto, se alimentan del grano en proceso de llenado o estado lechoso, pudiendo comer, una sola de ellas, hasta 12 semillas de sorgo en 24 horas. La hembra, empieza a poner los huevos una vez que la panoja ha brotado y los adultos emergen, a más tardar, cuando el grano está en proceso de maduración.

En una panoja pueden encontrarse hasta 150 y más larvas cuando las infestaciones son elevadas pero más frecuente es encontrar de una a cinco larvas por cada panoja. El daño que causa este insecto a veces se ve agravado por la entrada de hongos en tiempos de alta humedad relativa, que infectan los granos ya roídos por las larvas.

El mismo autor afirma que los hospederos que se le conocen al gusano peludo son: el falso Johnson, el pasto Johnson, el sorgo forrajero, el millo y últimamente el pasto sabanero (*Andropogongayanus*).

### **Control de poblaciones gusano peludo de la panoja.**

CORTEZ-MONDACA E. *et al.*, (2013, en línea) detallan los tipos de control de poblaciones del gusano peludo de la panoja:

**Natural:** algunos insectos beneficiosos, entre parásitos y depredadores, atacan al gusano peludo de la panoja; así mismo, algunas especies de pájaros también lo hacen.

**Cultural:** hay que procurar siembras uniformes evitar el escalonamiento. Se deben eliminar las malezas hospederas como pasto Johnson, los sembradíos de sorgo forrajero, constituyen una fuente de infestación de gusano para el sorgo granífero; por lo tanto, se recomienda evitar que aquel permanezca en floración cuando éste comience a formar las panojas, debido a que las siembras tardías son las más afectadas.

**Químico:** la aplicación de productos químicos debe hacerse cuando se observan cinco o más larvas pequeñas por panoja, en promedio. Para ello, se recomienda hacer frecuentes inspecciones comenzando en el estado de floración y continuando hasta que los granos estén semiduros. Generalmente, ocurre que cuando se ha hecho control de mosquita no aparece el gusano, pues hay incidencia de ambos insectos durante la floración.

### **2.10.2 Enfermedades**

INFOAGRO (2012, en línea) manifiesta que **la Roya del sorgo (*Puccinia sorghi*)** es una de las principales enfermedades con mayor incidencia y severidad que se presenta en el cultivo del sorgo. Los sorgos mejorados son afectados con menor incidencia, ya que se les ha incorporado resistencia a través de los programas de mejoramiento.

Esta enfermedad aparece cuando inicia la maduración del grano hasta las últimas etapas del cultivo de sorgo, incrementando la severidad del daño en variedades susceptibles, volviendo inservible el follaje para la alimentación del ganado.

El mismo autor menciona que la **Mancha sonada de la hoja** (*Gloeocercospora sorghi sp*), es una enfermedad que inicia su daño en plantas jóvenes alrededor de los 45 días de edad hasta los 80 días, que es cuando desaparece. Si la planta es susceptible puede dañar completamente la lámina foliar, afectando la fotosíntesis.

GÓMEZ LÓPEZ H. (2004, en línea) comenta que el **Carbón**, enfermedad que se manifiesta por la aparición de grandes tumores, en los que se observa como la epidermis de la parte afectada encierra polvo negro, que son las clamidosporas.

Las esporas acompañan a la semilla desde su germinación, penetra a través del embrión y permanece como micelio en el tallo hasta infectar y manifestarse en toda la panoja. Se produce una segunda infección, cuando esporas de panojas enfermas, infectan a las sanas. Las plantas tienen un crecimiento más lento, los tallos son más frágiles y las panojas emergen antes que en las plantas sanas. El daño está limitado enteramente a las panojas, reduciendo el rendimiento y el valor como forraje.

VILELLA FRANCYS M.F. *et al.*, (2002, en línea) asegura que la **Mancha gris de la hoja** (*Cercospora sorghi*), es una enfermedad que aparece en el sorgo en la etapa intermedia del ciclo vegetativo del cultivo, aproximadamente a los 60-70 días después de siembra. Cuando las variedades son muy susceptibles el hongo daña completamente el follaje causando muerte de las hojas viejas, que es donde inicia.

El mismo autor comenta que la **Antracnosis y/o pudrición roja** (*Colletotrichum graminícola*), aparece en el sorgo en la etapa final de su ciclo vegetativo, aproximadamente a los 80-90 días después de siembra.

## **2.11 ADAPTACIÓN DEL CULTIVO EN FUNCIÓN DE CLIMAS Y SUELOS.**



BUESTAN R.H (1994) señala que el sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench) es una gramínea anual de origen tropical de la familia de las Poaceas con una muy alta tasa de crecimiento durante los meses cálidos. Es una especie que ha sido adaptada naturalmente y a través del mejoramiento genético a una gran variedad de ambientes.

El mismo autor manifiesta que cuando se introduce por primera vez una variedad nueva en un área determinada, se observa que después de varios ciclos de cultivo gana adaptabilidad y aumenta el rendimiento; siendo varios los factores que inciden para que una variedad se habitúe en un ambiente. No existe una prueba definitiva que garantice que los materiales escogidos sean los mejores al nivel de cultivo; sostiene que es lógico que una variedad o línea alcance su mejor comportamiento en un ambiente determinado y no necesariamente en todos los ambientes.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se desarrolló en la finca del señor Luis Villamar Mora ubicado en la comuna de Julio Moreno, cantón Santa Elena provincia de Santa Elena. Las coordenadas geográficas son latitud sur 2°13'01" y latitud oeste 80° 12' 18.

Presentan suelos con zonas planas, depresiones y laderas considerando áreas también de bajo riego, con una textura arcillosa y bosque seco con una T° de 31°C. Tiene un clima semiárido con precipitaciones promedio 522.40 mm al año y una evaporación anual 37.16mm/día. En la zona se presentan dos épocas, el invierno considerado en los meses de enero a abril y la época seca de junio a diciembre CELEP (2011, en línea).

#### 3.2 CONDICIONES METEOROLÓGICAS DURANTE EL EXPERIMENTO

**Cuadro 5. Humedad relativa, temperatura y pluviosidad durante el experimento.**

Meses	Año	Humedad relativa %	Temperatura °C	Pluviosidad mm
Julio	2013	81,50	26,57	0,00
Agosto	2013	85,00	24,60	0,00
Septiembre	2013	83,06	25,44	0,00
Octubre	2013	81,55	24,91	0,00
Noviembre	2013	79,00	25,70	0,00
Diciembre	2013	80,00	28,50	0,00

Fuente: ESTACIÓN METEOROLÓGICA UPSE- INAMHI

En el cuadro 5 se hace un detalle de los parámetros de las condiciones meteorológicas que fueron tomados de la estación meteorológica del INAMHI ubicada en la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Los meses que se consideraron fueron desde julio 2013 hasta diciembre 2013.

### 3.3 MATERIAL BIOLÓGICO

Los materiales biológicos utilizados fueron 10 híbridos de sorgo proporcionados por el Programa Nacional de Oleaginosas del INIAP y la empresa AGRIPAC S.A. Las características biológicas de los materiales genéticos se detallan a continuación:

**Cuadro 6. Descripción Agronómica del Híbrido Anzu Genética**

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Siembra de emergencia	4 días
Madurez fisiológica	100 a 105 días aprox.
Días a floración	65 días aprox.
Color de grano	Anaranjado oscuro
Color de la hoja	Verde oscuro
Determinación del híbrido	Granífero-forrajero
Resistencia al acame	Excelente
Aspecto de la panoja	Cerrada compacta
Limbo de la hoja	Lanceolada
Nivel de tolerancia a la sequía	Tolerante

Fuente: INIAP- AGRIPAC 2013

**Cuadro 7. Descripción Agronómica del Híbrido Pampa Tano I**

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Siembra de emergencia	4 días
Madurez fisiológica	100 a 105 días aprox.
Días a floración	65 a 70 días aprox.
Color de grano	Café oscuro
Color de la hoja	Verde oscuro
Determinación del híbrido	Granífero forrajero
Resistencia al acame	Excelente
Aspecto de la panoja	Cerrada alargada
Limbo de la hoja	Lanceolada
Nivel de tolerancia a la sequía	Tolerante

Fuente: INIAP- AGRIPAC 2013

**Cuadro 8. Descripción Agronómica del híbrido Pampa Tano I I**

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Siembra de emergencia	4 días
Madurez fisiológica	100 a 105 días aprox.
Días a floración	65 a 70 días aprox.
Color de grano	Café oscuro
Color de la hoja	Verde claro
Determinación del híbrido	Granífero forrajero
Resistencia al acame	Excelente
Aspecto de la panoja	Cerrada alargada
Limbo de la hoja	Lanceolada
Nivel de tolerancia a la sequía	Tolerante

Fuente: INIAP- AGRIPAC 2013

**Cuadro 9. Descripción Agronómica del híbrido Pampa Verde Pocas**

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Siembra de emergencia	4 días
Madurez fisiológica	100 a 105 días aprox.
Días a floración	65 a 70 días aprox.
Color de grano	Café claro
Color de la hoja	Verde claro
Determinación del híbrido	Forrajera
Resistencia al acame	Excelente
Aspecto de la panoja	Semi-abierta
Limbo de la hoja	Lanceolada
Nivel de tolerancia a la sequía	Tolerante

Fuente: INIAP- AGRIPAC 2013

**Cuadro 10. Descripción Agronómica del híbrido Pampa Centurión**

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Siembra de emergencia	4 días
Madurez fisiológica	100 a 105 días aprox.
Días a floración	65 a 70 días aprox.
Color de grano	Café oscuro
Color de la hoja	Verde oscuro
Determinación del híbrido	Granífero-forrajero
Resistencia al acame	Excelente
Aspecto de la panoja	Compacta cerrada
Limbo de la hoja	Lanceolada
Nivel de tolerancia a la sequía	Tolerante

Fuente: INIAP- AGRIPAC 2013

**Cuadro 11. Descripción Agronómica del híbrido Pampa Triunfo**

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Siembra de emergencia	4 días
Madurez fisiológica	100 a 105 días aprox.
Días a floración	65 a 70 días aprox.
Color de grano	Café claro
Color de la hoja	Verde clara
Determinación del híbrido	Forrajero
Resistencia al acame	Excelente
Aspecto de la panoja	Alargada cerrada
Limbo de la hoja	Lanceolada
Nivel de tolerancia a la sequía	Tolerante

Fuente: INIAP- AGRIPAC 2013

**Cuadro 12. Descripción Agronómica del híbrido ABS 4300**

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Siembra de emergencia	4 días
Madurez fisiológica	100 a 105 días aprox.
Días a floración	65 a 70 días aprox.
Color de grano	Anaranjado
Color de la hoja	Verde clara
Determinación del híbrido	Granífero-forrajero
Resistencia al acame	Excelente
Aspecto de la panoja	Alargada cerrada
Limbo de la hoja	Lanceolada
Nivel de tolerancia a la sequía	Tolerante

Fuente: INIAP- AGRIPAC 2013

**Cuadro 13. Descripción Agronómica del híbrido ABS 4400**

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Siembra de emergencia	4 días
Madurez fisiológica	100 a 105 días aprox.
Días a floración	65 a 70 días aprox.
Color de grano	Anaranjado
Color de la hoja	Verde claro
Determinación del híbrido	Granífero
Resistencia al acame	Excelente
Aspecto de la panoja	Alargada cerrada
Limbo de la hoja	Lanceolada
Nivel de tolerancia a la sequía	Tolerante

Fuente: INIAP- AGRIPAC 2013

**Cuadro 14. Descripción Agronómica del híbrido ABS 4528**

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Siembra de emergencia	4 días
Madurez fisiológica	100 a 105 días aprox.
Días a floración	65 a 70 días aprox.
Color de grano	Rojizo
Color de la hoja	Verde claro
Determinación del híbrido	Granífero-forrajero
Resistencia al acame	Excelente
Aspecto de la panoja	Semi-abierta
Limbo de la hoja	Lanceolada
Nivel de tolerancia a la sequía	Tolerante

Fuente: INIAP- AGRIPAC 2013

**Cuadro 15. Descripción Agronómica del híbrido ABS 4240**

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
Siembra de emergencia	4 días
Madurez fisiológica	100 a 105 días aprox.
Días a floración	65 a 70 días aprox.
Color de grano	Crema
Color de la hoja	Verde oscuro
Determinación del híbrido	Granífero
Resistencia al acame	Excelente
Aspecto de la panoja	Compacta
Limbo de la hoja	Lanceolada
Nivel de tolerancia a la sequía	Tolerante

Fuente: INIAP- AGRIPAC 2013

### **3.4 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

En el cuadro 16 se presenta el sistema de tratamientos.

**Cuadro 16. Sistema de tratamientos.**

No.	DESCRIPCIÓN
T1	Anzu Genética
T2	Pampa Tano I
T3	Pampa Tano II
T4	Pampa Verde Pocas
T5	Pampa Centurión
T6	Pampa Triunfo
T7	ABS 4300
T8	ABS 4400
T9	ABS 4528
T10	ABS 4240



El diseño empleado fue Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones. Los resultados se sometieron al análisis de la varianza, los grados de libertad se detallan en el cuadro 17.

**Cuadro 17. ANDEVA**

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	2
Tratamientos	9
Error	18
Total	29

### **3.5 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL**

Para el manejo de cada ensayo se considerará los siguientes aspectos:

a. Diseño experimental	DBCA
b. Número de repeticiones	3
c. Número de tratamientos	10
d. Número de total de parcela	30
e. Número de hileras por parcela	4
f. Número de hileras útiles por parcela	2
g. Distanciamiento entre repeticiones	1.5 m
h. Distanciamiento entre hileras	0.45 m
i. Siembra	Chorro continuo
j. Longitud de parcela	5 m
k. Ancho de parcela	1.80 m
l. Área de parcela (1.80 m x 5 m)	9.00 m <sup>2</sup>
m. Área útil de parcela (0.9 m x 5 m)	4.50 m <sup>2</sup>
n. Área del ensayo (18 m x 18 m)	324.0 m <sup>2</sup>
o. Área útil del ensayo (30 x 4.5 m <sup>2</sup> )	135.0 m <sup>2</sup>

### **3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Los datos provenientes de las variables evaluadas, fueron sometidos a un análisis de la varianza cuya probabilidad para determinar los niveles de significación estadística de los tratamientos y repeticiones, fue del 0,05 y 0,01 y que corresponden a los valores de tabla de F. La prueba de significación estadística, para la comparación de las medias de tratamientos fue Duncan al 0.05 % de probabilidad.

### **3.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

Durante el desarrollo del cultivo se utilizaron las prácticas recomendados para este tipo de cultivar, bajo las condiciones de la Península de Santa Elena las mismas que ayudaron al control de plagas y enfermedades del cultivo.

#### **3.7.1 Preparación del suelo**

Con la ayuda del azadón se aró el territorio. Siendo fraccionado los terrenos del suelo con rastrillo para una mejor aireación y con esto conseguir un desarrollo adecuado de un sistema radicular.

#### **3.7.2 Siembra**

La siembra se realizó a chorro continuo y en hileras de acuerdo al distanciamiento de siembra se depositó la semilla en cada surco y luego se cubrieron con tierra. A los 15 días se realizó el raleo en cada parcela dejando 70 plantas por hilera.

#### **3.7.3 Control de malezas**

El control de malezas se lo realizó cada 15 días de forma manual eliminándose la mala hierba con machete.

#### **3.7.4 Riego**

El riego se realizó en las primeras etapas del cultivo 2 veces por semana luego se procedió a incrementar los riegos, es decir en los meses de julio, agosto donde hay escases de lluvia por lo que fue necesario utilizar riego por inhumación.

### **3.7.5 Fertilización**

El programa de fertilización se lo realizó en base a las necesidades del cultivo. Es decir al inicio del cultivo se aplicó abono completo 10-30-10 más yaramillacomplex1+1 saco/ha. Como fuente de fósforo y potasio. El fertilizante nitrogenado fue la urea que se la colocó a los 20 días en partes iguales 5gramos por hilera.

A los 50 días se aplicó nitrato de amonio más DAP a chorro continuo a una cantidad de 10 gramos por hileras.

A los 53 días del cultivo se aplicó abono foliar *stimufol* + *evergreenen* una cantidad de 25 ml de *stimufol* y 50 ml de *evergreenen* por bomba de 20 litros, posteriormente cada 8 días durante el transcurso de todo el ensayo, además se aplicó zeolita aplicado a chorro continuo.

### **3.7.6 Control fitosanitario**

El control fitosanitario se lo realizó a los 50 días después de la siembra se aplicó karate + cobre para el control de pulgón (*Melanaphis sacchari*) y gusano cogollero (*spodoptera frugiperda*).

### **3.7.7 Cosecha**

La cosecha se la realizó de forma manual cuando los granos alcanzaron su madurez fisiológica, tomando de cada parcela, 110 plantas, las mismas que fueron sometidas a un proceso de secado.

## **3.8 VARIABLES EXPERIMENTALES**

Según la exigencia de cada variable, se registraron en 5 plantas tomadas al azar de la superficie útil de cada parcela, luego se procedió a promediar, cada tratamiento de acuerdo a cada variable.

### **3.8.1 Días a floración**

Fueron los días transcurridos desde la fecha de siembra que fue el 22 julio del 2013 hasta que el 50 % de las flores liberaron su polen.

### **3.8.2 Altura de la planta**

Se midió en cm desde el nivel del suelo hasta la inserción de la hoja bandera en 5 plantas tomadas al azar de la parcela y luego se procedió a promediar.

### **3.8.3 Altura de la panoja**

Las cinco plantas tomadas al azar en la variable anterior, sirvieron para determinar la altura de la panoja en cm, midiéndose desde el nivel del suelo hasta la inserción de la panoja superior del tallo.

### **3.8.4 Longitud de la panoja**

La longitud de la panoja se estableció midiendo la distancia entre la base del tallo hasta el ápice de la panoja. En 5 plantas tomadas al azar de la parcela útil.

### **3.8.5 Días a cosecha**

Se determinó por los días comprendidos desde la fecha de siembra hasta cuando los granos de la panoja sobrepasaron la madurez fisiológica en cada unidad experimental.

### **3.8.6 Número total de panojas cosechadas**

Esta variable se registró cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica, donde se contabilizaron 110 plantas en cada parcela útil.

### **3.8.7 Peso de panoja (g)**

Se tomaron al azar 10 panojas en cada parcela útil y luego se procedió a pesar cada tratamiento, el mismo que fue expresado en gramos.

### **3.8.8 Peso total de panojas (kg)**

Las panojas cosechadas en la parcela útil, fueron pesadas y transformadas a kg/ha.

### **3.8.9 Peso de 1 000 granos (g)**

En cada parcela útil, se tomaron al azar 1 000 granos, procediéndose a pesar en una balanza de precisión; registrando el peso en gramos de cada tratamiento.

### **3.8.10 Rendimiento (kg/ha.)**

Las panojas cosechadas en la parcela útil, se procedieron a trillar y luego se pesó en gramos, y se procedió a transformar a kg/ha.

### **3.8.11 Plantas acamadas**

El acame de plantas es la capacidad que tienen los tallos de permanecer erectos en el campo. El acame en el cultivo de sorgo puede ser acame de tallo o acame de raíz. Se debe anotar el porcentaje de plantas acamadas por parcela.

### **3.8.12 Incidencias de plagas**

Durante el desarrollo del cultivo se evaluó a los 50 días, la incidencia de insectos-plagas y de enfermedades.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 DÍAS A FLORACIÓN Y DÍAS A COSECHA

**Cuadro 18. Días a floración y días a la cosecha, en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

Tratamientos	Días a floración	Días a la cosecha
Anzu Genética	68 a	103,33 bc
Pampa Tano I	70 ab	105 c
ABS 4528	70 ab	100 a
ABS 4300	72 abc	105 c
ABS 4240	70,6 bcd	105 c
Pampa Centurión	73 cd	105 c
Pampa Verde Pocas	73 cd	105 c
Pampa Tano II	74 cd	105 c
ABS 4400	77 d	101,66 ab
Pampa Triunfo	73 e	101,66 ab
Promedio general	72,06	103,67
C.V.	2,02 %	1,58 %

Tratamientos con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas  
Tratamientos con las mismas letras, estadísticamente son iguales ( $p < 0,05$ )

En la variable días a floración se puede observar que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos al nivel del 1% de probabilidades, siendo el tratamiento ABS 4400 el más tardío con 77 días; el más precoz, Anzu genética con 68 días, y el promedio general de 72.06 días a la floración. Además, el C.V. es de 2,02 %. Cuadros 18 y 1A.

El cuadro 18 presenta, además, la variable días a cosecha, observándose que existe diferencias significativas entre los tratamientos al nivel del 5% de probabilidades como se comprueba en el Cuadro 2A. Seis tratamientos fueron los

más tardíos por su madurez fisiológica, es decir, Pampa Tano I, ABS 4300, ABS 4240, Pampa Centurión, Pampa Verde Pocas, Pampa Tano II con 105 días, mientras que el tratamiento más precoz fue ABS 4528 con 100 días a la cosecha. Además, se puede mencionar que el ensayo en esta variable presentó un C.V. de 1,58 %.

#### 4.2 ALTURA DE PLANTA (cm)

**Cuadro 19. Altura de planta (cm) en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

Tratamientos	Altura de la planta (cm)
Anzu Genética	76,50 a
Pampa Tano I	136,60 f
ABS 4528	130,30 ef
ABS 4300	82,40 a
ABS 4240	76,10 a
Pampa Centurión	106,50 b
Pampa Verde Pocas	119,63 c
Pampa Tano II	121,40 ed
ABS 4400	78,13 a
Pampa Triunfo	127,70 de
Promedio General	110,50
C.V.	3,98 %

Tratamientos con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas  
Tratamientos con las mismas letras, estadísticamente son iguales ( $p \leq 0,05$ )

Del cuadro 19 se desprende que la variable altura de planta presenta diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al nivel del 1% de probabilidades (Cuadro 3A); La mayor altura de planta se mostró en el tratamiento Pampa Tano I con 136.6 cm y la menor en el tratamiento ABS 4240 con 76.1 cm. El C.V. es de 3.98 %.

### 4.3 ALTURA DE PANOJA (cm)

**Cuadro 20. Altura de panoja (cm) en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

Tratamientos	Altura de panoja (cm)
Anzu Genética	53,13 d
Pampa Tano I	32,67 a
ABS 4528	43 bc
ABS 4300	49,30 cd
ABS 4240	48 cd
Pampa Centurión	33 a
Pampa Verde Pocas	53,30 d
Pampa Tano II	41 b
ABS 4400	46 bc
Pampa Triunfo	45 bc
Promedio General	41,56
C.V.	8,24 %

Tratamientos con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas  
Tratamientos con las mismas letras, estadísticamente son iguales ( $p \leq 0,05$ )

Según el Cuadro 20, en la variable altura de panoja existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos al nivel del 1% de probabilidades (Cuadro 4A). La mayor altura de panoja se presentó en los tratamientos Anzu Genética y Pampa Verde Pocas con 53.13 y 53.30 cm en su orden; mientras que el menor valor, en los tratamientos Pampa Tano I y Pampa Centurión con 33 y 32.67 cm, respectivamente. El C.V. es de 8.24 %.



#### 4.4 LONGITUD DE PANOJA (cm)

**Cuadro 21. Longitud de panoja (cm) en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

Tratamientos	Longitud de la panoja(cm)
Anzu Genética	19,20 ab
Pampa Tano I	21,80 cd
ABS 4528	20,70 bc
ABS 4300	17,40 a
ABS 4240	18,06 a
Pampa Centurión	17,26 a
Pampa Verde Pocas	22,70 cd
Pampa Tano II	18,80 ab
ABS 4400	18,80 ab
Pampa Triunfo	23,50 d
Promedio General	20,59
C.V.	6,49 %

Tratamientos con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas  
Tratamientos con las mismas letras, estadísticamente son iguales ( $p \leq 0,05$ )

El Cuadro 21 indica diferencias estadísticas significativas en la variable longitud de panoja al nivel del 1% de probabilidades (Cuadro 5A). La mayor longitud de panoja se presentó en el tratamiento Pampa Triunfo con 23.5 cm y la menor en los tratamiento Pampa Centurión ABS 4300 con 17.26 y 17.40 cm en su orden. El C.V. es de 6.49 %.

#### 4.5 NÚMERO DE PANOJAS COSECHADAS

**Cuadro 22. Número de panoja cosechada en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

Tratamientos	Nº de panojas cosechadas
Anzu Genética	86,30 a
Pampa Tano I	130 b
ABS 4528	160,30 cd
ABS 4300	100,70 a
ABS 4240	78 a
Pampa Centurión	80,70 a
Pampa Verde Pocas	89,30 a
Pampa Tano II	136 bc
ABS 4400	78 a
Pampa Triunfo	174,30 d
Promedio General	128,52
C.V.	13,5 %

Tratamientos con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas  
Tratamientos con las mismas letras, estadísticamente son iguales ( $p \leq 0,05$ )

Del Cuadro 22 se desprende que la variable número de panojas cosechadas presenta diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al nivel del 1% de probabilidades (Cuadro 6A); El mayor número de panojas cosechadas se mostró en el tratamiento Pampa Triunfo con 174.3, mientras que el menor número de panojas se presentó en los tratamientos ABS 4240 y ABS 4400 con 78 panojas. Además, el C.V. es de 13.5 %.

#### 4.6 PESO DE PANOJA (g)

**Cuadro 23. Peso de panoja (g) en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

Tratamientos	Peso de panoja (g)
Anzu Genética	6,47 a
Pampa Tano I	16,67 b
ABS 4528	8,33 a
ABS 4300	34,60 d
ABS 4240	6,47 a
Pampa Centurión	49,73 e
Pampa Verde Pocas	20,30 b
Pampa Tano II	19,47 b
ABS 4400	30,07 c
Pampa Triunfo	5,10 a
Promedio General	24,30
C.V.	11,52 %

Tratamientos con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas  
Tratamientos con las mismas letras, estadísticamente son iguales ( $p \leq 0,05$ )

En la variable peso de panoja se puede observar que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos al nivel del 1% de probabilidades según muestra el Cuadro 7A. Siendo el tratamiento Pampa Centurión con 49,73 gramos el de mayor peso; y el tratamiento de menor peso Pampa Triunfo con 5,1 gramos. Además se puede mencionar que presentó un C.V. de 11.52 %,

#### 4.7 PESO DE 1 000 GRANOS (g)

**Cuadro 24. Peso de 1 000 granos (g) en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

Tratamientos	Peso de 1000 granos (g)
Anzu Genética	18,66 abc
Pampa Tano I	22 bc
ABS 4528	21,67 abc
ABS 4300	21,33 bc
ABS 4240	15,33 a
Pampa Centurión	30 d
Pampa Verde Pocas	18 ab
Pampa Tano II	24 c
ABS 4400	18 ab
Pampa Triunfo	18,66 abc
Promedio General	20,35
C.V.	13,47 %

Tratamientos con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas  
Tratamientos con las mismas letras, estadísticamente son iguales ( $p \leq 0,05$ )

Según el Cuadro 24, en la variable peso de 1 000 granos existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos al nivel del 1 % de probabilidades (Cuadro 8A). El mayor peso se presentó en los tratamientos Pampa Centurión y Pampa Tano II con 30 y 24 gramos en su orden y el menor peso se presentó en el tratamiento ABS 4240 con 15,33 gramos. Siendo el C.V. de 13.43 %.

#### 4.8 PESO TOTAL DE PANOJA (kg)

**Cuadro 25. Peso total de la panoja (kg) en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno provincia de Santa Elena 2013**

Tratamientos	Peso total de la panoja( kg)
Anzu Genética	475,33 a
Pampa Tano I	1609,67 c
ABS 4528	793 a
ABS 4300	2939 d
ABS 4240	1850 c
Pampa Centurión	2824,50 d
Pampa Verde Pocas	1215,30 b
Pampa Tano II	1799,67 c
ABS 4400	1463 bc
Pampa Triunfo	623,67 a
Promedio General	1597,48
C.V.	13,82%

Tratamientos con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas.  
Tratamientos con las mismas letras, estadísticamente son iguales ( $p \leq 0,05$ )

El Cuadro 25 indica diferencia estadística significativas en la variable peso total de panoja al nivel del 1% de probabilidades (Cuadro 9A). El mayor peso se presentó en el tratamiento ABS 4300 con 2939 kg; el menor peso se presentó en el tratamiento Anzu Genética con 475.33 kg. Además, el C.V es de 13.82 %.

#### 4.9 RENDIMIENTO (kg/ha)

**Cuadro 25. Rendimiento (kg/ha) en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)
Anzu Genética	2445 b
Pampa Tano I	3260 c
ABS 4528	1642,33 a
ABS 4300	4284,33 d
ABS 4240	2507,66 b
Pampa Centurión	6003 e
Pampa Verde Pocas	1683 a
Pampa Tano II	3289,66 c
ABS 4400	3882,50 cd
Pampa Triunfo	3575 c
Promedio General	3872,43
C.V.	10,43 %

Tratamientos con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas  
Tratamientos con las mismas letras, estadísticamente son iguales ( $p < 0,05$ )

En la variable rendimiento, se puede observar que existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al nivel del 1% de probabilidades, siendo los tratamiento Pampa Centurión y ABS 4300 con 6003 y 4284.33 kg/ha en su orden los de mayor rendimiento; y el de menor rendimiento, ABS 4528 con 1642.33 kg/ha. El C.V. es de 10.43 % (Cuadro 10A).

#### 4.10 PLANTAS ACAMADAS

Al realizar las observaciones periódicas durante el ensayo se demostró que en las variables evaluadas, no presentaron susceptibilidad al acame.

#### **4.11 INCIDENCIA DE PLAGAS**

A los 50 días después de la siembra, antes de iniciar la floración, hubo un leve ataque de pulgón y gusano cogollero que no afectó al cultivo en ninguno de los tratamientos. El control se lo realizó con karate + cobre por una sola ocasión.

#### **4.12 DISCUSIÓN**

Los resultados experimentales permiten hacer la siguiente discusión:

Los resultados de la variable días a floración, con un promedio general de 72 días, indican que los híbridos en su totalidad fueron tardíos, diferenciándose de otras zonas más húmedas donde el número de días a la floración es menor (por ejemplo, 65 días en Manabí); situación que se corrobora con lo mencionado por BUESTAN R.H (1994), en el sentido de que los híbridos poseen diferencias en su ciclo vegetativo a partir del número de días a floración y estas diferencias suelen manifestarse en dependencia de la humedad del suelo.

En lo que respecta a la variable altura de planta, el tratamiento más alto se dio en el híbrido Pampa Tano I con 1.36 m, lo que posiblemente se deba a que las plantas se encontraban más espaciadas (debido al diferente porcentaje de germinación en la parcelas) y por ende se desarrollaron más, coincidiendo con COMPTON L. (1990), quien indica que situaciones como ésta se dan por otros factores como humedad, temperatura y competencia que son determinantes en el crecimiento y altura de la planta de sorgo.

Las condiciones agroecológicas del lugar de ensayo influyeron significativamente en la madurez fisiológica de las plantas para que se acelere el ciclo vegetativo, como se observa en la mayoría de los híbridos con un promedio general a la cosecha de 103,67 días, lo cual coincide con la información técnica de los híbridos de sorgo proporcionado por la empresa AGRIPAC S.A, donde se menciona que la media en días a la madurez fisiológica está comprendida entre los 100 a 105 días, aproximadamente.

En cuanto a la variable longitud de panoja, el tratamiento con el valor más alto fue el híbrido Pampa Triunfo con 23,5 cm, lo que posiblemente se deba al genotipo de cada híbrido, que debido a su vigor en la F<sub>1</sub> influye directamente en el incremento del rendimiento; coincidiendo con COMPTOM L. (1990), quien menciona que el rendimiento depende del tamaño y peso de la panoja o de la cantidad de panojas por hectárea, que al mismo tiempo depende de la densidad de siembra.

La variable peso de 1 000 granos presentó un promedio general de 20.35 gramos, valor que se encuentra por debajo de lo mencionado por VALLADARES C.A (2010), quien indica que el peso de 1 000 granos de sorgo en la mayoría de los cultivares alcanza los 25 a 30 gramos; no obstante el híbrido Pampa Centurión se ubicó dentro del rango establecido por este autor lo que lo vuelve atractivo para la producción de granos.

En lo que respecta a la variable rendimiento, se puede determinar que el tratamiento que mejor respondió a las condiciones agroecológicas fue Pampa Centurión y ABS 4300, con un valor de 6003 y 4284,33 kg/ha, respectivamente; valores que superan al promedio general que fue de 3872.43 kg/ha. Estos resultados coinciden con lo señalado por BUESTAN R.H (1994), en el sentido de que la prueba definitiva que garantiza que los genotipos presenten un mejor comportamiento en cuanto al rendimiento, son las pruebas de adaptación en diferentes ambientes; lo indicado, también coincide con MILLAN AUDBERTO (2008), quien menciona que los suelos ricos en materia orgánica y con un alto contenido de nutrientes son los preferidos por el sorgo, pero esto no impide que el cultivo se adapte a diferentes tipos de suelo en cualquier ambiente.

La diferencia estadística encontrada entre todos los tratamientos se debió posiblemente a la interacción genotipo-ambiente, que provoca que cada uno tenga una interacción diferente con el entorno donde se desarrollan. Además, la diferencia significativa en los componentes de rendimiento se puede deber también a que el contenido de materia orgánica del suelo no era homogéneo.



Los resultados del experimento demuestran que los factores climáticos incrementan el rendimiento del grano de sorgo y varían de acuerdo a la fertilidad del suelo, coincidiendo con MENDIETA M. (2009) y VILLALOBOS F. *et al.*, (2002), quienes indican que numerosos procesos que intervienen en la fisiología de la planta, como intensidad de radiación, cantidad de luz, disponibilidad de agua y nutrientes, inciden en el rendimiento final de la cosecha. El rendimiento promedio por híbrido despeja la hipótesis planteada en este estudio, aceptándose la Hipótesis Nula ( $H_0$ ), que indica que, por lo menos un híbrido presenta altos rendimientos en la zona de Julio Moreno.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

De acuerdo con los objetivos e hipótesis planteados se concluye lo siguiente:

- Los híbridos Anzu Genética, ABS 4300, Pampa Triunfo, Pampa Centurión fueron los que mejor respondieron por las características agronómicas deseables, como días a floración, peso de 1 000 granos, peso de panoja y rendimiento de grano.
- Los híbridos en su mayoría presentaron características granífero- forrajeras, debido a la altura de las plantas que en promedio fue 111 cm.
- Los híbridos que mejor se adaptaron a las condiciones agroclimáticas de la parroquia Julio Moreno fueron Pampa Centurión y ABS 4300, con un rendimiento de 6 003 y 4 284 kg/ha, en su orden.

### **RECOMENDACIONES**

- A los pequeños y medianos productores de la parroquia Julio Moreno se recomienda cultivar los híbridos Pampa Centurión y ABS 4300, por su mejor rendimiento y características granífero-forrajeras.
- Realizar estudios en las zonas ganaderas de la provincia de Santa Elena con los híbridos que tienen características granífero-forrajeras.
- Sembrar los híbridos con mayor rendimiento en otros ambientes de la Península de Santa Elena para confirmar sus características graníferas.
- Realizar otras pruebas en el mismo ambiente, entre ellas, la incidencia de la temperatura ambiental sobre el rendimiento del sorgo.

## BIBLIOGRAFÍA

AGRIPAC S.A.2013. Características de Nuevos híbridos de sorgo, Publicación de Agripac, Loja - EC.

BUESTAN R. H. 1994. Los parámetros de estabilidad y la selección de cultivares. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Boliche. Ecuador.

CORREA U.A. 2001. El sorgo en la producción animal. CREAS Zona Oeste, Gacetilla Informativa No. 166.

COMPTOM L. 1990. Agronomía del sorgo, editorial Centa, Salvador. 301p.

CORTEZ-MONDACA EDGARDO, MÁRQUEZ JESÚS PÉREZ Y BAHENA-JUÁREZ FERNANDO. Southwest entomologists scientific note. Control biológico natural de gusano cogollero (lepidóptera: noctuidae) en maíz y sorgo, en el norte de Sinaloa, México. En línea consultado: 10/junio/2013.Disponible: Biooneon lineJournals. Aplic.PlantSciences.<http://www.bioone.org/doi/full/10.3958/059.037.0320>.

CELEP. 2011. (En línea). Estudio del impacto ambiental definitivo de la línea de transmisión Chongón Santa Elena a 230kv y subestación Lago Chongón a 138/230kv – Tomo 1. Línea de transmisión. Consultado: 25/f02/2013.Disponible en: [http://04.líneabase.\\_lt Chongón-s.elena](http://04.líneabase._lt Chongón-s.elena)

DUKE J. 1986. (en línea). Sorghum X alnumParodi.Handbook of energycrops. Consultado: 23/12/2013.Disponible en: [Http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke-energy/Sorghum-X\\_almum.html](Http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke-energy/Sorghum-X_almum.html).

DUTHIL J.1980. Producción forrajera. 3ra ed. Editorial Mundi -Prensa. España.

FAO. 2012. (en línea). Producción y protección vegetal. Introducción al control integrado de las plagas del sorgo. En línea consultado: 11/noviembre/2013 Disponible: <http://www.fao.org/docrep/T1147s07.htm#factores%20de%20la%20competencia>.

FAO-ICRISAT. 1997. La Economía del sorgo y del mijo en el mundo; hechos, tendencias y perspectivas. ICRISAT. 123p.

GONZÁLEZ AT.1961.Experimentación sobre el cultivo de sorgo en Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica.160 p.

GÓMEZ LÓPEZ H. 2004. (en línea). Clasificación taxonómica del sorgo. Consultado:30/05/2013. Disponible: <http://www.es.wikipedia.org/wiki/sorghum.com>

HUCTCHINSON W., MOLINA JAIME y BLANCO CARLOS. 2012. (en línea) Niveles de infestación y el valor de transgénicos híbridos. Consultado: 20/02/2014. Disponible en: <http://www.bioone.org/.dx.doi.org/10.3958/0590314>.

IRIGOYEN ALFREDO y PERRACHON JULIO.2012.(en línea). Sorgo Granífero. Recursos Naturales. Consultado: 21/04/2013. Disponible en: <http://www.a4n.com.sv/.../manejo%20agronómico%20de%20sorgo>.

IBAR L. 1987.Sorgo: Cultivo y Aprovechamiento.Barcelona, España. Aedos.

INFOAGRO 2013. (en línea). Cereales sorgo. Consultado: 20/02/2013 Disponible: <http://www.com/herbaceos/cereales/sorgohtm>.

IBARRA LÓPEZ ANGEL.2004.Sorgo. Sistema Producto del sorgo del estado de Chiapas.México.6p.

MANUAL TÉCNICO Y PRODUCTO DE SORGO. GRANIFEROL. CARGUILL. 2008. En línea. Consultado: 2/marzo/2013. Disponible en: <http://www.infoagro.com>

METHOL M. 2005. (en línea). Taxonomía del sorgo. Consultado: 20/03/2013. Disponible: <http://www.mgap.gub.uy/opypa/anuaris/anuario08/material/pf.10pdf>

MENDEIETA M 2009. Cultivo y producción de maíz .Densidad de siembra. Ediciones Ripalme. EIPL. Primera Edición. Lima .Perú.

MILLAN AUDBERTO 2008, en línea. Cultivo de sorgo recomendado para la siembra. Consultado el 10/05/2013. Disponible en: <http://sian.inia.gob.ve.f>

ORTEGA LENIN E. 2011. Efecto de siete distancias de siembra en el comportamiento agronómico y rendimiento del grano en el cultivo de sorgo. Tesis de grado del Ing. Agr. Ventanas, EC. Universidad Técnica de Babahoyo. 3p.

PERÉZ A. 2010. (en línea). Origen y morfología del sorgo. Revista Scielo.com. consultado: 4/03/2013. Disponible: <http://www.scielo.org/s/d/cu/scielo.php?pid=S08643942010000000001&script>.

PACHECO D.R. 1988. Características agronómicas de 16 micillos mejorados de (*sorghumbicolor*(L.) Moench) en diferentes localidades. Tesis Ing. Agr., Honduras. Universidad El Zamorano.

PERÉZ A. y HERNANDEZ 2009. Empleo de forrajeras proteicas y sorgo energético en la dieta porcina. Conferencia dictada en el Taller Regional sobre alimentación porcina. Matanzas. Cuba.

RAMÍREZ L. 1980. Respuesta del sorgo híbrido E – 57 (*Sorghum vulgare L*) a diferentes fuentes y niveles de fertilización nitrogenada. Tesis de Ing. Agr. Guayaquil. EC. Universidad de Guayaquil. 22-23p.

RODRÍGUEZ OSORIO M. y FUENTES HERNÁNDEZ J. 2002. Influencia de tres frecuencias de cortes (30,45 y 60 días) sobre el rendimiento y parámetros de calidad de la biomasa del sorgo forrajero (*sorghum vulgare*) HF-895. Tesis de Ing. Agr. Toluca, México. Universidad Nacional Agraria de la Facultad de Desarrollo Rural.

RODRÍGUEZ T.E.2000.(en línea).Combate y control de malezas. Protección y sanidad vegetal. Maíz en Venezuela. Consultado: 26/05/2013. Disponible en: <http://www.cl/suelo.phd?pid=5071834292006000200008&escrip=scriarttext>.

SAMPRIETO D.A.2003. (en línea). Alelopatía: concepto, características, metodología de estudio e importancia.Consultado: 10 /enero/2014. Disponible en: [www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas%20artificiales/19-alelopatia.htm](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas%20artificiales/19-alelopatia.htm).

SAUCEDO O.M. 2008. Empleo del sorgo en la alimentación animal y humana. Taller Nacional sobre empleo del sorgo. Universidad Central de Las Villas. Villa Clara. Cuba.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y DESARROLLLO RURAL 1999. Centro de Estadística Agropecuaria, Situación actual y respectiva de la producción de sorgo.

TOLEDO M. 2009. Cultivo y producción de maíz, densidad de siembra. Ediciones Ripalme. EIRL primera edición Lima. Perú. 61-62p

VALLADARES C.A.2010. Series de lecturas obligatorias, Taxonomía, Botánica y Fisiología de los cultivos del grano. Taxonomía y botánica de los cultivos de grano. La Ceiba. Honduras. 13-14p

VILLALOBOS F., L.MATEOS., F. ORGAZ y E. FERERES.2002. Fitotecnia: Bases y tecnología de la producción agrícola. Densidad y competencia en los cultivos. Ediciones Mundi-Persa, España.157-161p

VILELLA FRANCYS M.F; WAQUIL JOSÉ M. EVALDO; F. PAULO; VIANA A; LINCHROBERT, and FOSTERJOHN E. 2002. (en línea) Resistance of bt transgenic maize to lesser cornstalk borer (lepidóptera: pyralidae).Disponible: [http://dx:doiurg/10.653/0015-4040\(2002\)085{0652:ROBTMT}2.0.CO,2](http://dx:doiurg/10.653/0015-4040(2002)085{0652:ROBTMT}2.0.CO,2)

# ANEXOS



**Cuadro 1A. Días a floración de la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F. Cal.</b>	<b>F. tabla 0,05</b>	<b>F. tabla 0,01</b>
Modelo	175,67	11	15,97	7,52		
Tratamiento	173,20	9	19,24	9,07**	2,46	3,61
Repetición	2,47	2	1,23	0,58	3,35	6,02
Error	38,2	18	2,12			
<b>Total</b>	<b>213,7</b>	<b>29</b>				

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Suma</b>	<b>Media</b>
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
Anzu Genética	68	68	68	204,0	68,0
Pampa Tano I	70	70	70	210,0	70,0
ABS 4528	70	70	70	210,0	70,0
ABS 4300	72	72	72	216,0	72,0
ABS 4240	68	72	72	212,0	70,7
Pampa Centurión	75	72	72	219,0	73,0
Pampa Verde Pocas	72	75	72	219,0	73,0
Pampa Tano II	72	75	75	222,0	74,0
ABS 4400	78	78	75	231,0	77,0
Pampa Triunfo	72	72	75	219,0	73,0

**Cuadro 2A. Días a cosecha de la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. tabla 0,05</b>	<b>F. tabla 0,01</b>
Modelo	98,33	11	8,94	3,33		
Tratamiento	96,67	9	10,74	4**	2,46	3,61
Repetición	1,67	2	0,83	0,31	3,35	6,02
Error	48,33	18	2,69			
Total	146,67	29				

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Suma</b>	<b>Media</b>
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
Anzu Genética	105	100	105	310,0	103,3
Pampa Tano I	105	105	105	315,0	105,0
ABS 4528	100	100	100	300,0	100,0
ABS 4300	105	105	105	315,0	105,0
ABS 4240	105	105	105	315,0	105,0
Pampa Centurión	105	105	105	315,0	105,0
Pampa Verde Pocas	105	105	105	315,0	105,0
Pampa Tano II	105	105	105	315,0	105,0
ABS 4400	100	105	100	305,0	101,7
Pampa Triunfo	100	105	100	305,0	101,7

**Cuadro 3A. Altura de planta en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. tabla 0,05</b>	<b>F. tabla 0,01</b>
Modelo	16560,77	11	1505,52	85,38		
Tratamiento	16557,18	9	1839,69	104,33**	2,46	3,61
Repetición	3,59	2	1,79	0,1	3,35	6,02
Error	317,4	18	17,63			
Total	16878,17	29				

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Suma</b>	<b>Media</b>
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
Anzu Genética	79,8	74	75,6	229,4	76,5
Pampa Tano I	137,5	135,6	136,55	409,7	136,6
ABS 4528	129,8	136,2	125	391,0	130,3
ABS 4300	79,4	87,8	80	247,2	82,4
ABS 4240	81	71,6	75,6	228,2	76,1
Pampa Centurión	99,2	107,4	113	319,6	106,5
Pampa Verde Pocas	121,5	117,75	119,65	358,9	119,6
Pampa Tano II	121,4	119,8	123	242,8	121,4
ABS 4400	82,8	76,6	75	234,4	78,1
Pampa Triunfo	127,7	125,8	129,6	383,1	127,7

**Cuadro 4A. Altura de la panoja en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F. tabla 0,05</b>	<b>F. tabla 0,01</b>
Modelo	1670,11	11	151,83		
Tratamiento	1402,08	9	155,79**	2,46	3,61
Repetición	268,03	2	134,01	3,35	6,02
Error	241,26	18	13,4		
Total	1911,36	29			

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Suma</b>	<b>Media</b>
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
Anzu Genética	53,15	55	51,25	159,4	53,1
Pampa Tano I	24	39	35	98	32,7
ABS 4528	37	41	51	129,0	43,0
ABS 4300	48,5	49,25	50	147,8	49,3
ABS 4240	40	50	54	144,0	48,0
Pampa Centurión	28	36	36	100,0	33,3
Pampa Verde Pocas	52,5	53,25	54	159,8	53,3
Pampa Tano II	41	41	41	123,0	41,0
ABS 4400	40	48	50	138,0	46,0
Pampa Triunfo	39	44	51	134,0	44,7

**Cuadro 5A. Longitud de panoja en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. tabla 0,05</b>	<b>F. tabla 0,01</b>
Modelo	141,54	11	12,87	7,81		
Tratamiento	136,23	9	15,14	9,19**	2,46	3,61
Repetición	5,31	2	2,66	1,61	3,35	6,02
Error	29,64	18	1,65			
Total	171,18	29				

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Suma</b>	<b>Media</b>
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
Anzu Genética	19	19,4	19,2	57,6	19,2
Pampa Tano I	24,2	19,4	21,8	65,4	21,8
ABS 4528	20	21,4	20,7	62,1	20,7
ABS 4300	18,8	15,6	17,8	52,2	17,4
ABS 4240	18	17	19,2	54,2	18,1
Pampa Centurión	17,6	17	17,2	51,8	17,3
Pampa Verde Pocas	23,2	22,5	22,4	68,1	22,7
Pampa Tano II	18	17,2	21,2	56,4	18,8
ABS 4400	19,4	17,6	18,2	55,2	18,4
Pampa Triunfo	22,2	24,8	23,5	70,5	23,5

**Cuadro 6A. Número de panoja cosechadas en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. tabla 0,05</b>	<b>F. tabla 0,01</b>
Modelo	35634,33	11	3239,48	15,09		
Tratamiento	35186,53	9	3909,61	18,21**	2,46	3,61
Repetición	447,8	2	223,9	1,04	3,35	6,02
Error	3864,87	18	214,71			
Total	39499,2	29				

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Suma</b>	<b>Media</b>
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
Anzu Genética	102	78	79	259,0	86,3
Pampa Tano I	130	118	142	210,0	70,0
ABS 4528	134	160	187	481,0	160,3
ABS 4300	104	87	111	302,0	100,7
ABS 4240	78	80	76	234,0	78,0
Pampa Centurión	84	86	72	242,0	80,7
Pampa Verde Pocas	79	108	81	268,0	89,3
Pampa Tano II	146	127	136	409,0	136,3
ABS 4400	65	81	88	234,0	78,0
Pampa Triunfo	154	174	195	523,0	174,3

**Cuadro 7A. Peso de panoja en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno Península de Santa Elena 2013.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. tabla 0,05</b>	<b>F. tabla 0,01</b>
Modelo	5826,47	11	529,68	102,65		
Tratamiento	5798,16	9	644,24	124,85**	2,46	3,61
Repetición	28,31	2	14,16	2,74	3,35	6,02
Error	92,88	18	5,16			
Total	5919,35	29				

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Suma</b>	<b>Media</b>
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
Anzu Genética	6,6	7,4	5,4	19,4	6,5
Pampa Tano I	17,8	17,4	14,8	50,0	16,7
ABS 4528	8,2	7,4	9,4	25,0	8,3
ABS 4300	36,6	32,4	34,8	103,8	34,6
ABS 4240	6,6	7,4	5,4	19,4	6,5
Pampa Centurión	48,4	55,4	45,4	149,2	49,7
Pampa Verde Pocas	19,6	20,3	21	60,9	20,3
Pampa Tano II	18,8	22	17,6	58,4	19,5
ABS 4400	28	35	27,2	90,2	30,1
Pampa Triunfo	5,4	5	5	15,4	5,1

**Cuadro 8A. Peso 1 000 granos (g) en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F.tabla0,05</b>	<b>F. tabla 0,01</b>
Modelo	519,2	11	47,2	6,09		
Tratamiento	453,33	9	50,37	6,5**	2,46	3,61
Repetición	65,87	2	32,93	4,25	3,35	6,02
Error	139,47	18	7,75			
Total	658,67	29				

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Suma</b>	<b>Media</b>
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
Anzu Genética	16	18	22	56,0	18,7
Pampa Tano I	16	24	26	66,0	22,0
ABS 4528	20	20	22	62,0	20,7
ABS 4300	22	18	24	64,0	21,3
ABS 4240	14	14	18	46,0	15,3
Pampa Centurión	30	34	26	90,0	30,0
Pampa Verde Pocas	14	22	18	54,0	18,0
Pampa Tano II	22	26	24	72,0	24,0
ABS 4400	16	20	18	54,0	18,0
Pampa Triunfo	16	18	22	56,0	18,7



**Cuadro 9A. Peso total de la panoja en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>F. tabla 0,05</b>	<b>F. tabla 0,01</b>
<b>Modelo</b>	19290006	11	1753636,91	37,75		
<b>Tratamiento</b>	19242656	9	2138072,89	46,03**	2,46	3,61
<b>Repetición</b>	47350,02	2	23675,01	0,51	3,35	6,02
<b>Error</b>	836119,82	18	46451,1			
<b>Total</b>	20126125,8	29				

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>			<b>Suma</b>	<b>Media</b>
	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>		
<b>Anzu Genética</b>	558	433	435	1426,0	475,3
<b>Pampa Tano I</b>	1495	1625	1706	4826,0	1608,7
<b>ABS 4528</b>	924	654	801	2379,0	793,0
<b>ABS 4300</b>	2523	2939	3355	8817,0	2939,0
<b>ABS 4240</b>	1850	2072	1628	5550,0	1850,0
<b>Pampa Centurión</b>	2824,5	2985	2664	8473,5	2824,5
<b>Pampa Verde Pocas</b>	1210	1100	1336	3646,0	1215,3
<b>Pampa Tano II</b>	2034	1437	1948	5419,0	1806,3
<b>ABS 4400</b>	1567	1267	1555	4389,0	1463,0
<b>Pampa Triunfo</b>	549	645	677	1871,0	623,7

**Cuadro 10A. Rendimiento (kg/ha) en la Evaluación Agronómica de 10 híbridos de sorgo (*sorghum bicolor* L. Moench), comuna de Julio Moreno, provincia de Santa Elena 2013.**

**Cuadro de Análisis de la Varianza**

F.V.	SC	gl	CM	F	F. tabla 0,05	F. tabla 0,01
Modelo	47215032,1	11	4292275,64	37,16		
Tratamiento	46184545,2	9	5131616,13	44,43**	2,46	3,61
Repetición	1030486,85	2	515243,43	4,46	3,35	6,02
Error	2079112,32	18	115506,24			
Total	49294144,4	29				

Tratamiento	Repeticiones			Suma	Media
	R1	R2	R3		
Anzu Genética	2350	2445	2540	7335,0	2445,0
Pampa Tano I	3022	3678	3080	9780,0	3260,0
ABS 4528	1810	1504	1613	4927,0	1642,3
ABS 4300	4010	4352	4491	12853,0	4284,3
ABS 4240	2136	2812	2575	7523,0	2507,7
Pampa Centurión	6003	6296	5710	18009,0	6003,0
Pampa Verde Pocas	1364	1683	2002	5049,0	1683,0
Pampa Tano II	2856	3798	3215	9869,0	3289,7
ABS 4400	3882,5	4718	3047	11647,5	3882,5
Pampa Triunfo	3575	3890	3260	10725,0	3575,0



**Figura 1A Preparación del terreno.**



**Figura 2 A Siembra del híbrido**



**Figura 3 A Aplicación del fertilizante nitrato de amonio**



**Figura 4A Cultivo a 25 días**



**Figura 5 A Floración del cultivo a los 68 días**



**Figura 6 A Llenado de granos**



**Figura 7 A Panoja de híbrido granifero**



**Figura 8 Panoja de un híbrido forrajero**



**Figura 9A. Panoja de un híbrido-forrajero**