

UNIVERSIDAD TECNICA DE
BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA

TESIS DE GRADO

Presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGRONOMO

TEMA:

"EFECTO DE SIETE DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL
COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y RENDIMIENTO DE
GRANO EN EL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor* L.)
'P83G19', EN EL CANTÓN VENTANAS, PROVINCIA DE LOS
RÍOS"

AUTOR:

ELIECER LENIN ORTEGA RAMIREZ

DIRECTOR:

ING. AGR. MS. SC. MIGUEL ARÉVALO NOBOA

BABAHOYO - LOS RÍOS - ECUADOR
2012

UNIVERSIDAD TECNICA DE
BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

"EFECTO DE SIETE DISTANCIAS DE SIEMBRA EN EL COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y RENDIMIENTO DE GRANO EN EL CULTIVO DE SORGO (*Sorghum bicolor* L.) 'P83G19', EN EL CANTÓN VENTANAS, PROVINCIA DE LOS RÍOS"

AUTOR:

ELIECER LENIN ORTEGA RAMIREZ

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

ING. AGR. JUAN ORTIZ D.
PRESIDENTE

ING. AGR. CARLOS BARROS V.
VOCAL

ING. AGR. MARIBEL VERA
VOCAL

LA RESPONSABILIDAD
DE LOS RESULTADOS Y
CONCLUSIONES
OBTENIDOS EN ESTA
INVESTIGACIÓN
PERTENECE
EXCLUSIVAMENTE AL
AUTOR.

ELIECER LENIN ORTEGA
RAMIREZ

DEDICATORIA

A mis Padre Eliecer Ortega (+) y a mi querida Madre Carmen Ramírez quienes fueron mi inspiración y apoyo incondicional en todo momento.

A mi hermana y demás familiares por darme ánimos a seguir adelante en mis estudios universitarios.

AGRADECIMIENTO

A Dios inseparable compañero por darme la sabiduría y fortaleza para enfrentar los retos y los obstáculos en estos años de estudio.

A mis padres por su comprensión y ayuda en momentos difíciles y por su apoyo moral y económico para lograr este fin. Quienes me enseñaron a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento.

A mi sobrino Ing. Agr. Nelson Ortega por su apoyo incondicional.

Al Ing. Agr. Ms. Sc. Miguel Arévalo Noboa, director de esta investigación, por su valiosa contribución a la realización de este trabajo.

A todos mis compañeros y amigos de la promoción 2012 con quienes compartí gratos momentos de estudio, diversión que dejaron recuerdos inolvidables en nuestras vidas y que nos permitieron crecer como seres humanos.

A todos mis maestros por sus conocimientos, orientaciones y motivación que fueron fundamentales para mi formación como persona y como profesional.

A mi novia Jessenia Fuentes por ayudarme y apoyarme sin condiciones.

CONTENIDO

DEDICATORIA		II
AGRADECIMIENTO		III
ÍNDICE GENERAL		IV
ÍNDICE DE CUADROS		VI
I	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivo	3
1.1.1	Objetivo general	3
1.1.2	Objetivos específicos	3
1.2	Hipótesis	4
II	REVISIÓN DE LITERATURA	5
III	MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1	Ubicación y descripción del campo experimental	18
3.2	Material genético	19
3.3	Tratamientos	19
3.4	Métodos de investigación	20
3.5	Diseño experimental	21
3.6	Manejo del ensayo experimental	22
3.6.1	Análisis del suelo	22
3.6.2	Preparación del suelo	22
3.6.3	Siembra	23
3.6.4	Control de malezas	23
3.6.5	Riego	23
3.6.6	Fertilización	24
3.6.7	Control fitosanitario	24

3.6.8	Cosecha	25
3.7	Datos tomados y forma de evaluación	25
3.7.1	Altura de planta	25
3.7.2	Días a la floración	26
3.7.3	Acame de planta	26
3.7.4	Madurez fisiológica	26
3.7.5	Longitud de panoja	27
3.7.6	Peso de panoja	27
3.7.7	Peso de 1000 granos	27
3.7.8	Plantas por metro lineal a la cosecha	28
3.7.9	Número de hojas por planta a la cosecha	28
3.7.10	Rendimiento de grano	28
3.7.11	Análisis económico	29
IV	RESULTADOS	30
4.1	Altura de planta a la cosecha	30
4.1.2	Días a la floración	32
4.1.3	Días a la madurez fisiológica	34
4.1.4	Longitud de panoja	36
4.1.5	Peso de panoja	38
4.1.6	Peso de 1000 granos	40
4.1.7	Número de plantas por metro lineal	42
4.1.8	Hojas por planta	44
4.1.9	Rendimiento de granos	46
4.1.10	Análisis económico	48
V	DISCUSIÓN	50

VI	CONCLUSIONES RECOMENDACIONES	y	55
VII	RESUMEN		58
VIII	SUMMARY		62
IX	LITERATURA CITADA		65
X	ANEXOS		69

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS		PÁGINAS
1	Distancias de siembra, área y área útil de las parcelas experimentales en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L.) 'P83G19', en el Cantón Ventanas, Provincia de los Ríos.	20
Resultados		
1	Valores promedios de altura de planta, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L.) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012.	31
2	Valores promedios de días a la floración, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L.) 'P83G19', Ventanas, Los	33

Ríos - 2012.

- 3 Valores promedios de días a la madurez fisiológica, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012. 35
- 4 Valores promedios de la longitud de panoja, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012. 37
- 5 Valores promedios del peso de la panoja, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012. 39

- 6 Valores promedios del peso de 1000 granos, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012. 41
- 7 Valores promedios del número de plantas por metro lineal a la cosecha, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012. 43
- 8 Valores promedios del número de hojas por planta, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012. 45

9	Valores promedios del rendimiento de grano, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (<i>Sorghum bicolor L.</i>) `P83G19`, Ventanas, Los Ríos - 2012.	47
10	Análisis económico del rendimiento de grano, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (<i>Sorghum bicolor L.</i>) `P83G19`, Ventanas, Los Ríos - 2012.	49

I. INTRODUCCIÓN

El sorgo es originario de ciertas regiones de África y Asia, donde se ha cultivado desde hace más de cinco mil años. Se introdujo por primera vez en los Estados Unidos, y se cultivaron a lo largo de la costa del Atlántico a mediados del último siglo y desde entonces se ha cultivado a lo largo de la costa atlántica (6)^{1/}.

En nuestro país el cultivo de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L.), 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 y El Oro. También se cultiva en suelos que permanecen en descanso después de la época lluviosa, en los que antes se ha sembrado arroz como cultivo

1/. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP.

principal; tal es el caso de los suelos de la Provincia de Los Ríos, que aprovechan la humedad residual para toda clase de cultivos de verano.

Actualmente, la empresa comercial `Pronaca`, tiene a disposición de los agricultores el sorgo híbrido denominado: `P83G19`, el que se puede cultivar en condiciones de clima y suelo caracterizados, como es la zona de Ventanas, Provincia de los Ríos.

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.

Poblaciones excesivas originan competencia entre plantas por nutrientes, humedad y demás factores meteorológicos, ocasionando disminución del rendimiento de grano; en consecuencia, se puede originar la muerte de muchas plantas por efecto de la competencia antes indicada, se ocasiona mayor gasto de semillas y panojas de menor tamaño; todo lo cual incide negativamente en el rendimiento final o productividad.

Por las razones expuestas, se justifica realizar la presente investigación, probando diferentes distancias de siembra en el cultivo de sorgo híbrido 'P83G19', en la zona de Ventanas, Provincia de Los Ríos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agronómico y de rendimiento del sorgo híbrido 'P83G19' cultivado a diferentes distancias de siembra.

1.1.2. Objetivo Específicos

- Definir la eficiencia agronómica del híbrido ensayado a diferentes distancias de siembra.
- Identificar la más apropiada distancia de siembra en hileras para maximizar el rendimiento de grano del sorgo híbrido 'P83G19'.
- Analizar económicamente los tratamientos, materia del presente ensayo.

1.2. Hipótesis

La utilización de apropiadas distancia de siembra, incrementan la producción y productividad del cultivo de sorgo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El sorgo tiene un hábito y una fisiología similar al maíz, aunque con un sistema radicular más extenso, ramificado y de características fibrosas. El tallo es cilíndrico, rematado con una inflorescencia terminal en forma de espiga compuesta por flores bisexuales; el grano es una cariósida de alrededor de 4mm de diámetro.

Tiene la siguiente clasificación científica.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Subtribu:	Andropogoninae
Género:	Sorghum (17)

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 habituó en un ambiente (10).

Voysest, citado por Buestan (3), manifiesta que 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.

Los sorgos graníferos se cultivan principalmente para este fin, aun cuando algunas variedades pueden cosecharse para uso como forraje o ensilaje. La semilla de estos sorgos es relativamente grande, apetecible y después de la trilla queda completamente libre de glumas. Los tallos varían de secos a moderadamente jugosos, y de ligeramente dulces a no dulces según la variedad que se trate (10).

El sorgo (*Sorghum bicolor L.*), requiere de suelos arenosos, franco - arenosos y franco profundos, con buen drenaje; pH de 5,5 a 8,0; temperatura de 21 a 32°C, lluvia de 400 - 600 mm.

En nuestro país se recomienda su siembra en el mes de Febrero, a fin de no tener problema con la lluvia durante la época de cosecha (6).

Los suelos ideales para el cultivo de sorgo son los de textura limo - arcillosa; ricos en materia orgánica y con un alto contenido de nutrientes; sin embargo esto no impide que el cultivo se adapte a diferentes tipos de suelos, pues se desarrolla en suelos con pH que fluctúan entre 5,5 - 8,5. Además, se indica que el nitrógeno es el macronutriente que tiene un efecto directo en el incremento de la producción del sorgo granero (5).

Para programar la siembra hay que tener presente el ciclo de la variedad, ya que es muy importante que durante el periodo comprendido entre la prefloración y floración no coincida con un déficit hídrico o temperaturas extremas. La densidad de siembra dependerá de la cantidad y calidad de las semillas, tamaño y peso de las mismas, sistema de siembra, ciclo vegetativo del híbrido elegido, disponibilidad de riego y tipo de suelo (12).

La nutrición de las plantas es un factor de producción que no puede considerarse aisladamente. El empleo de abonos orgánicos y minerales debe orientarse en la meta de producción, la previsible extracción de nutrientes para el cultivo y la reserva de nutrientes en el suelo. En este contexto no debe de considerarse sólo las necesidades de un cultivo, sino también el balance de nutrientes del conjunto de cultivos de rotación (1).

Es fundamental que exista un adecuado balance entre macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y los micronutrientes: boro, cloro, cobalto, manganeso, hierro, molibdeno, níquel y zinc, para el buen crecimiento de las plantas y microorganismos benéficos del suelo. Estos nutrientes deben estar en el suelo desde el inicio del crecimiento, cuando es mayor la tasa de absorción de estos elementos. Además, el nitrógeno es el elemento que más estimula la proliferación del sistema radicular principalmente cuando se encuentra en forma amoniacal. El nitrógeno amoniacal aumenta la eficiencia de la fertilización fosfatada, que a su vez tiene un efecto positivo en el desarrollo radicular (19).

Los factores que influyen sobre el crecimiento de las plantas se pueden clasificar atendiendo el origen climático, biótico y edáfico. Los factores climáticos más importantes son las precipitaciones, la temperatura y la insolación. Los factores bióticos incluyen los microorganismos, insectos, malas hierbas, los animales, el hombre y también las propias plantas cultivadas en relación con el medio que los rodea. Entre los factores edáficos se tienen todas aquellas propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, y los procesos que tienen lugar en el mismo que afecta su capacidad o actitud para suministrar a la planta cultivada: el agua, el nitrógeno y los elementos nutritivos minerales que necesiten (2).

Thompson et al (15), indican que el buen uso de fertilizantes ayuda a producir alimentos más nutritivos; este es un procedimiento muy importante para reducir el costo unitario de producción de alimentos y fibra. El agricultor que emplea fertilizantes, de manera eficiente, posee una gran ventaja competitiva sobre el que no lo hace. Las cantidades que las plantas demandan de cada elemento varía con la especie, el estado de madurez y las condiciones ambientales; parte de esa variación depende de la provisión disponible en el suelo. La provisión de nutrientes disponibles puede variar dentro de

ciertos límites, modificando la absorción por parte de las plantas sin afectar el rendimiento, de manera apreciable. La variación que excede tales límites provoca, sin embargo, una reducción de las cosechas.

Si el suelo cuenta con un amplio suministro de elementos nutritivos, los cultivos probablemente crecerán bien y darán rendimientos elevados. Si incluso uno tan sólo de los nutrientes necesarios escasea, la actividad vegetativa de la planta es limitada y los rendimientos reducidos.

Si se quiere conseguir alto rendimiento se necesitan fertilizantes que suministren a las plantas los nutrientes que faltan en el suelo. Los fertilizantes pueden ayudar a duplicar e incluso triplicar los rendimientos del cultivo. Aplicando en dosis correctas el nutriente que aporta el fertilizante, el cultivo vegeta mejor, se vuelve más verde y más sano, crece con más rapidez, y rinde más (14).

El nitrógeno es esencial para el crecimiento de las plantas; forma parte de todas las células vivientes, las plantas necesitan grandes cantidades de nitrógeno.

El fósforo es esencial para el crecimiento de las plantas; no existe ningún otro nutriente que pueda sustituirlo. Las plantas deben de tener fósforo para completar su ciclo normal de producción.

El potasio es un elemento vital para las plantas, es uno de los tres nutrientes principales (nitrógeno, fósforo y potasio). Los cultivos agronómicos contienen más o menos la misma cantidad de potasio que de nitrógeno, pero mucho más potasio que fósforo; y en muchos cultivos de alto rendimiento el contenido de potasio excede al del nitrógeno.

En cuanto a los niveles de nitrógeno, Ramírez (13), manifiesta que las mayores producciones se lograron con 200 kg/ha de nitrógeno, utilizando como fuente de nitrógeno, el fertilizante urea; este profesional recomienda la utilización de esta fuente de nitrógeno por su alto contenido de N y facilidad que tiene para su manejo.

Existe gran diferencia entre la cantidad de potasio tomado por varios cultivos. La cantidad de potasio removido del suelo por los cultivo es influenciada por su disponibilidad en el suelo,

los requerimientos del cultivo, y las condiciones física-químicas biológicas del ambiente en el cual el cultivo está creciendo.

Según estudios realizados, para un rendimiento de 8960 kg/ha de sorgo granífero, se requieren: 267 kg/ha de N; 94 kg/ha de P_2O_5 ; 269 kg/ha de K_2O ; 67 kg/ha de Ca; 45 kg/ha de Mg y 43 kg/ha de S (11).

Según otro estudio la remoción de nutrientes (kg/ha) en el cultivo de sorgo, para un rendimiento de 4 Ton/ha, es la siguiente: 120 kg/ha de N; 40 kg/ha de P_2O_5 ; 100 kg/ha de K_2O ; 30 kg/ha de MgO y 15 kg/ha de S (7).

En cuanto a densidades, según estudios realizados en Francia, se puede aconsejar una densidad de 20 a 30 plantas por metro cuadrado y una separación de líneas comprendidas entre 20 y 60 centímetros. Sin embargo, a distancia de 60cm se ha comprobado en la mayor parte de los ensayos una disminución de rendimiento. En general se recomienda, utilizar densidades menores en ciclos largos de cultivo y baja disponibilidad hídrica. Las mayores densidades corresponderán a ciclos cortos o intermedios (12).

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 (12).

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.

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" (16).

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 (16).

Las respuestas de los cultivos a la competencia, según densidad poblacional suelen ser los siguientes:

- Reducción del crecimiento expansivo y de peso. Se reduce por tanto el área foliar por planta y la radiación interceptada por planta.
- Reducción del número de tallos por planta (gramíneas).
- Aumento o reducción del Índice de Cosecha.

- Reducción del número de granos por planta y/o el peso unitario del grano.
- Modificación del reparto de materia seca entre los órganos de la planta; aumento de reparto en tallo y reducción de reparto a hojas.
- Aceleración de la senescencia foliar; en plantas sometidas a alta densidad se inicia antes de la muerte de hojas, lo que parece ocurrir como respuesta al bajo nivel de radiación.
- Cambio en la calidad del producto cosechado; en general se reduce el tamaño de los órganos cosechables (16).

En las siembras comerciales, las plantas no se distribuyen en forma homogénea por toda la superficie. Suele existir desnivel espacial para la densidad, de forma que hay sectores de la parcela donde la densidad es alta, y sectores donde es baja. Esto se debe a numerosos factores:

- Variabilidad del suelo en compactación, contenido de agua inicial, encharcamiento, etc.
- Presencia de plagas y enfermedades en el suelo.
- Mala distribución de la semilla en el proceso de siembra.

En general se puede predecir que la variabilidad en la densidad de plantas induce una caída del rendimiento y que esta caída será proporcional a la rentabilidad (16).

Mendieta (8), 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.

Delorit y Ahlgren (4), indican que las mejores poblaciones de sorgo se dan cuando la semilla se siembra a 2 pulgadas de profundidad; la densidad de siembra depende: a) de la variedad que se use; b) del objeto para el cual se cultive el sorgo; c) del tamaño de la semilla; d) de la cantidad de agua disponible en el suelo; y e) del porcentaje de germinación de las semillas. Cabe indicar, que al igual que el maíz, los sorgos son

relativamente malos competidores con las malezas durante los primeros estados de su crecimiento. Los sorgos crecen relativamente despacio al principio y, en consecuencia, un cultivo temprano es deseable para reducir la competencia y destruir las malezas antes de que estén bien enraizadas.

Wilson y Rocher (18), indican que gran parte de la semilla se siembra en surcos poco profundos, para que pueda utilizar mejor la humedad disponible. La cantidad de semilla necesaria varía con la variedad, las condiciones de humedad y el método de siembra. Muchos agricultores prefieren el uso de sembradora de cereales y separan las líneas de siembra de 30 a 75 cm, (el uso de sembradora reduce el empleo de mano de obra).

La empresa productora de semillas "Pioneer" (9), recomienda en la siembra del "sorgo híbrido P83G19", una distancia entre surcos de 45 - 52 centímetros, es decir entre 50000 a 55000 plantas por hectárea.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIENTAL

La presente investigación se estableció en los terrenos del predio "Dos Hermanos", de propiedad de la Sra. Carmen Ramírez Cervantes; ubicado en el Recinto El Pasaje; Parroquia Zapotal Viejo, Cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos; con coordenadas geográficas 01° 38' latitud Sur, y 79°34' longitud Oeste. Este terreno tiene una altitud de 32 m.s.n.m.

El sector presenta clima tropical húmedo, con temperatura media de 25.7° C, humedad relativa de 83 % y precipitación de 1925 mm de promedio anual^{1/}.

El suelo posee textura franco-limosa; topografía regular y buen drenaje.

¹ Datos tomados de los Anuarios Meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2000 - 2010.

3.2 MATERIAL GENÉTICO

Se utilizó como material genético de siembra, semillas del sorgo híbrido 'P83G19', proporcionado por la Empresa productora de semillas "Pionner".

Este es un híbrido muy versátil; concebido para sembrarlo en áreas de buen temporal. Posee tallos fuertes, gran sanidad foliar, y alto potencial de rendimiento de grano. Florece entre los 70-80 días y se cosecha a los 120 días, con rendimiento de grano de 5-6 toneladas por hectárea (9).

3.3 TRATAMIENTOS

Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes distancias de siembra en hileras, las que se presentan en el Cuadro # 1.

Cuadro # 1. Distancias de siembra, área y área útil de las parcelas experimentales en el ensayo: Efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L.*) 'P83G19', en el Cantón Ventanas, Provincia de los Ríos.

Distancia entre hileras	Área de las parcelas experimentales	Área útil de las parcelas experimentales
m	m ²	m ²
0,40	9.6	4.8
0,45	10.8	5.4
0.50	12.0	6.0
0,55	13.2	6.6
0,60	14.4	7.2
0.65	15.6	7.8
0,70	16.8	8.4

3.4 METODOS DE INVESTIGACION

Se utilizaron los métodos deductivos - inductivos; inductivos - deductivos y el método experimental.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental denominado "Bloques completos al azar" en cuatro repeticiones. Cada bloque estuvo constituido por 7 tratamientos distribuidos en forma aleatoria.

La parcela experimental estuvo conformada por 4 hileras de 6.0 m de longitud, separadas de acuerdo a las distancias de siembra ensayadas. El área útil de la parcela experimental estuvo determinada por las 2 hileras centrales, eliminándose una hilera a cada lado por efecto de borde.

La separación entre bloques o repeticiones fue de 2.0 m; y no existió separación entre las parcelas experimentales.

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza; para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

3.6 MANEJO DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

Durante el desarrollo del cultivo, se utilizaron las prácticas agronómicas que resulten en un eficiente manejo tecnológico.

3.6.1 ANÁLISIS DEL SUELO

Se tomó una muestra compuesta del suelo en el lugar donde se estableció el ensayo experimental, procediéndose luego al análisis físico - químico del mismo el resultado consta en hoja anexo.

3.6.2. PREPARACIÓN DEL SUELO

La preparación del suelo se realizó con dos pases de rastra en sentido encontrado, quedando el suelo suelto y mullido, con lo que se obtuvo una buena germinación de las semillas.

3.6.3 SIEMBRA

La siembra se realizó manualmente a chorro continuo y en hileras separadas de acuerdo a los distanciamientos de siembra ensayados. Se abrieron surcos, depositando las semillas en el fondo de ellos, luego se cubrieron; dejando entre 20 - 25 semillas por metro lineal.

3.6.4 CONTROL DE MALEZAS

Realizada la siembra, se aplicó el herbicida pre-emergente "Pendimethalin" (Prowl) en dosis de 3 l/ha, para el control de gramíneas. Posteriormente, hubo presencia de otras malezas, aplicándose el herbicida "Atrazina", en dosis de 2 kg/ha., a los 25 días después de la siembra.

3.6.5 RIEGO

El cultivo se realizó en condiciones de secano, es decir a expensas de las precipitaciones de la estación invernal; por tanto no se aplicó riego adicional.

3.6.6 FERTILIZACIÓN

El programa de fertilización estuvo determinado en base a los resultados del análisis físico - químico del suelo, aplicándose: 100 - 50 - 100 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio. Se utilizaron los fertilizantes Superfosfato triple al 46% P_2O_5 y Muriato de potasio al 60% K_2O como fuente de fósforo y potasio, los que se aplicaron al momento de la siembra, quedando incorporados. El fertilizante nitrogenado, fue la Urea al 46% de N; este se fraccionó en dos partes iguales; aplicándolo a los 15 días después de la siembra y al inicio de la etapa reproductiva.

3.6.7 CONTROL FITOSANITARIO

A los 6 días después de la siembra, se aplicó el insecticida "Furadan" en dosis de 10 kg/ha para el control preventivo de insectos trozadores. Posteriormente a los 46 días después de la siembra se aplicó el insecticida "Lannate" en dosis de 300 g/ha para el control de "Diatrea saccharalis" (orugas).

3.6.8 COSECHA

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica en cada parcela experimental. Se cortaron las panojas, se las secaron y luego se procedió al trillado de las mismas.

3.7 DATOS TOMADOS Y FORMA DE EVALUACIÓN

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los datos siguientes:

3.7.1 ALTURA DE PLANTA

Es la distancia comprendida desde la base del tallo hasta el ápice de la panoja al momento de la cosecha. Se realizaron 10 evaluaciones al azar en cada parcela experimental; el promedio se expresó en metros.

3.7.2 DÍAS A LA FLORACIÓN

Estuvo determinada por el número de días transcurridos desde la fecha de siembra y la fecha en que el 50% de las plantas presentaron panojas, en cada parcela experimental.

3.7.3 ACAME DE PLANTA

Se realizaron observaciones visuales periódicas durante el desarrollo del ensayo, no encontrándose plantas acamadas.

3.7.4 MADUREZ FISIOLÓGICA

Estuvo definida por los días comprendidos desde la fecha de siembra hasta cuando el 50 % de los granos alcanzaron la madurez fisiológica, en cada parcela experimental.

3.7.5 LONGITUD DE PANOJA

La longitud de panoja se estableció midiendo la distancia entre la base y el ápice de la panoja. Se escogieron diez plantas al azar en cada parcela experimental; su promedio se expresó en centímetros.

3.7.6 PESO DE PANOJA

Se tomaron al azar 10 panojas en cada parcela experimental, procediéndose a pesar; este peso se expresó en gramos.

3.7.7 PESO DE 1000 GRANOS

En cada parcela experimental se tomaron al azar 1000 granos o semillas, procediéndose a pesar en una balanza de precisión; su peso se expresó en gramos. Cabe indicar, que los granos estuvieron libres de daños (por insectos y/o enfermedades).

3.7.8 PLANTAS POR METRO LINEAL A LA COSECHA

Previo a la cosecha, se contabilizaron las plantas existentes en un metro lineal, en cada parcela experimental.

3.7.9 NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA A LA COSECHA.

En cada parcela experimental, en 10 plantas tomadas al azar, se contabilizó el número de hojas/planta al momento de la cosecha.

3.7.10 RENDIMIENTO DE GRANO

Estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental; los pesos se ajustaron al 14% de humedad y se transformaron en toneladas por hectárea. Se utilizó la siguiente fórmula para uniformizar los pesos.

$$Pu = \frac{Pa (100-ha)}{(100-hd)}$$

Donde:

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = humedad deseada

3.7.11 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico, se realizó a partir del rendimiento de grano. Estuvo en función del costo de producción de cada tratamiento y los ingresos económicos determinados.

IV. RESULTADOS

4.1 ALTURA DE PLANTA A LA COSECHA

Los valores promedios de altura de planta del sorgo híbrido 'P83G19' evaluados al momento de la cosecha, se presentan en el Cuadro 1. Realizado el análisis, de varianza no se determinó significancia estadística para repeticiones y tratamientos. Su coeficiente de variación fue 3.52 %.

La prueba de Tukey, reportó igualdad estadística entre los tratamientos ensayados, con promedios que fluctuaron entre 1.20m de altura correspondiente a la distancia de siembra de 0.60m y 1.24m de altura en la distancia de 0.70m.

Cuadro 1.- Valores promedios de altura de planta, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L.*) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012.

DISTANCIA ENTRE HILERAS m	PROMEDIO (m)
0,40	1,22 a*
0,45	1,21 a
0,50	1,21 a
0,55	1,22 a
0,60	1,20 a
0,65	1,22 a
0,70	1,24 a
PROMEDIO	1,22
COEFICIENTE DE VARIACION (%).	3,52

* Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.2 DIAS A LA FLORACIÓN

En el Cuadro 2, se pueden apreciar los valores promedios de días a la floración del híbrido 'P83G19'. Así mismo, el análisis de varianza detectó igualdad estadística para repeticiones y tratamientos; siendo el coeficiente de variación 1.95 %.

La distancia entre hileras de 0.40m, floreció más temprano a 51.75 días; luego siguieron las distancias entre hileras de 0.45 y 0.50m con un mismo promedio 52 días; mientras que las distancias de siembra de 0.55m; 0.65m y 0.70m, florecieron a los 53 días, sin existir diferencia significativa entre los tratamientos ensayados.

Cuadro 2.- Valores promedios de días a la floración, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L.*) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012.

DISTANCIA ENTRE HILERAS m	PROMEDIO (días)
0,40	51,75 a*
0,45	52,00 a
0,50	52,00 a
0,55	53,00 a
0,60	52,50 a
0,65	53,00 a
0,70	53,00 a
PROMEDIO	52,46
COEFICIENTE DE VARIACION (%).	1,95

* Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.3 DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA

Los promedios de días a la madurez fisiológica del sorgo híbrido 'P83G19' se registran en el Cuadro 3. El análisis de varianza no reportó significancia estadística para repeticiones y tratamientos, y su coeficiente de variación fue 0.73 %.

Aplicada la prueba de Tukey, los tratamientos ensayados se comportaron iguales estadísticamente; con promedios variando de 92 días correspondiente a la distancia entre hileras de 0.40 m, a 93.25 días logrado por la distancia entre hileras de 0.70 m.

Cuadro 3.- Valores promedios de días a la madurez fisiológica, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012.

DISTANCIA ENTRE HILERAS m	PROMEDIO (días)
0,40	92,00 a*
0,45	92,50 a
0,50	92,25 a
0,55	93,00 a
0,60	93,00 a
0,65	93,00 a
0,70	93,25 a
PROMEDIO	92,71
COEFICIENTE DE VARIACION (%).	0,73

* Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.4 LONGITUD DE PANOJA

En el Cuadro 4, se registran los valores promedios de la longitud de las panojas; no encontrado significancia estadística para los tratamientos. El coeficiente de variación fue 6.85 %.

Según la prueba de Tukey los tratamientos ensayados no difirieron estadísticamente. Los promedios variaron de 25.7 cm correspondiente a la distancia entre hileras de 0.55 m a 28.37 cm en el tratamiento sembrado a la distancia entre hileras de 0.70 m.

Cuadro 4.- Valores promedios de la longitud de panoja, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L.*) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012.

DISTANCIA ENTRE HILERAS m	PROMEDIO (cm)
0,40	26,12 a*
0,45	27,07 a
0,50	27,00 a
0,55	25,70 a
0,60	26,85 a
0,65	27,22 a
0,70	28,37 a
PROMEDIO	26,91
COEFICIENTE DE VARIACION (%).	6,85

* Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.5 PESO DE PANOJA

Los pesos promedios de las panojas del sorgo híbrido 'P83G19', se muestran en el Cuadro 5. El análisis de varianza detectó significancia estadística sólo para las repeticiones, siendo su coeficiente de variación 23.99 %.

Las distancias entre hileras de 0.40 m y 0.55 m, presentaron los menores pesos de panoja con promedios de 19.25 g y 20 g respectivamente; mientras que, las distancias de siembra 0.70 m y 0.65 m, lograron los mayores pesos con 29.25 g y 28.5 g, en su orden.

Cuadro 5.- Valores promedios del peso de la panoja, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L.*) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012.

DISTANCIA ENTRE HILERAS m	PROMEDIO (gr)
0,40	19,25 a*
0,45	23,25 a
0,50	25,00 a
0,55	20,00 a
0,60	27,25 a
0,65	28,50 a
0,70	29,25 a
PROMEDIO	24,64
COEFICIENTE DE VARIACION (%).	23,99

* Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.6 PESO DE 1000 GRANOS

En el Cuadro 6, se pueden observar los pesos promedios de 1000 granos (o semillas de sorgo). El análisis de varianza no detectó significancia estadística para repeticiones y tratamientos; siendo el coeficiente de variación 8.47 %.

Según la prueba de Tukey, los tratamientos se comportaron iguales estadísticamente; con promedios fluctuando entre 30 gramos del distanciamiento 0.45 m, a 32.5 gramos del distanciamiento 0.55 m.

Cuadro 6.- Valores promedios del peso de 1000 granos, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L.*) `P83G19`, Ventanas, Los Ríos - 2012.

DISTANCIA ENTRE HILERAS m	PROMEDIO (gr)
0,40	31,75 a*
0,45	30,00 a
0,50	30,50 a
0,55	32,50 a
0,60	31,00 a
0,65	30,50 a
0,70	30,75 a
PROMEDIO	31,00
COEFICIENTE DE VARIACION (%).	8,47

* Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.7 NÚMERO DE PLANTAS POR METRO LINEAL

Los valores promedios del número de plantas por metro lineal evaluados al momento de la cosecha del sorgo híbrido 'P83G19', se pueden observar en el Cuadro 7; no existiendo significancia estadística para los componentes de variación. El coeficiente de variabilidad fue 5.10 %.

Los tratamientos que incluyen las distancias entre hileras de 0.45 m y 0.50 m presentaron los mayores promedios con 24.00 y 23.75 plantas en su orden; en cambio las distancias entre hileras de 0.65 m y 0.60 m, obtuvieron los menores promedios con 21.00 y 21.75 plantas por metro lineal, respectivamente; siendo iguales estadísticamente.

Cuadro 7.- Valores promedios del número de plantas por metro lineal a la cosecha, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L.*) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012.

DISTANCIA ENTRE HILERAS m	PROMEDIO
0,40	22,00 a*
0,45	24,00 a
0,50	23,75 a
0,55	23,25 a
0,60	21,75 a
0,65	21,00 a
0,70	23,00 a
PROMEDIO	22,68
COEFICIENTE DE VARIACION (%).	5,10

* Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.8 HOJAS POR PLANTA

En el Cuadro 8, se registran los promedios del número de hojas por planta, evaluados al momento de la cosecha. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para las repeticiones, no así para los tratamientos; siendo el coeficiente de variación 4.65 %.

Los promedios de número de hojas por planta oscilaron entre 6.97 y 7.35, correspondientes a las distancias entre hileras de 0.40 m y 0.70 m, sin diferir significativamente.

Cuadro 8.- Valores promedios del número de hojas por planta, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012.

DISTANCIA ENTRE HILERAS m	PROMEDIO
0,40	6,97 a*
0,45	7,25 a
0,50	7,07 a
0,55	7,05 a
0,60	7,20 a
0,65	7,12 a
0,70	7,35 a
PROMEDIO	7,15
COEFICIENTE DE VARIACION (%).	4,65

* Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.9 RENDIMIENTO DE GRANO

Los valores promedios del rendimiento de grano del sorgo híbrido 'P83G19', se muestran en el Cuadro 9. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos; su coeficiente de variación fue 6.77 %.

Según la prueba de Tukey, la distancia entre hileras de 0.50 m se comportó superior y diferente estadísticamente a los demás tratamientos, con un rendimiento de grano de 6.028 Ton/ha. Luego, siguió la distancia entre hileras de 0.45 m con un rendimiento de 5.087 Ton/ha, difiriendo con los demás tratamientos; mientras que, la distancia entre hileras de 0.65 m, logró el menor rendimiento de grano con 4.084 Ton/ha.

Cuadro 9.- Valores promedios del rendimiento de grano, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L.*) 'P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012.

DISTANCIA ENTRE HILERAS m	PROMEDIO (Ton/ha)
0,40	4,753 bc*
0,45	5,087 b
0,50	6,028 a
0,55	4,794 bc
0,60	4,477 cd
0,65	4,084 d
0,70	4,470 cd
PROMEDIO	4,814
COEFICIENTE DE VARIACION (%).	6,77

* Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

4.10 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico de rendimiento de grano en función al costo de producción de cada tratamiento, se presenta en el Cuadro 10. Se observa que todos los tratamientos obtuvieron utilidades económicas por hectárea; estas oscilaron entre \$327.36 en el tratamiento sembrado a distancia de 0.65 m entre hileras, a \$873.43 en el tratamiento de 0.50 m entre hileras. Cabe indicar que las mayores utilidades económicas por hectárea, se lograron con las distancias de siembra en hileras más estrechas.

Cuadro 10.- Análisis económico del rendimiento de grano, en el ensayo de efecto de siete distancias de siembra en hileras en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor L.*)`P83G19', Ventanas, Los Ríos - 2012.

DISTANCIA ENTRE HILERAS m	RENDIMIENTO DE GRANO Kg/ha	COSTOS VARIABLES				COSTO DE PRODUCCION		COSTO TOTAL DE CADA TRATAMIENTO	BENEFICIO	
		COSTO DE SEMILLA	COSTO DE SIEMBRA	COSTO DE TRATAMIENTO	COSECHA + TRANSPORTE	COSTO VARIABLE	COSTO FIJO		BRUTO \$	NETO \$
0,40	4753	40,00	30,00	70,00	209,13	279,13	794,58	1073,71	1568,49	494,78
0,45	5087	35,55	26,66	62,21	223,83	286,04	794,58	1080,62	1678,71	598,09
0,50	6028	32,00	24,00	56,00	265,23	321,23	794,58	1115,81	1989,24	873,43
0,55	4794	29,09	21,82	50,91	210,94	261,85	794,58	1056,43	1582,02	525,59
0,60	4477	26,66	20,00	46,66	196,99	243,65	794,58	1038,23	1477,41	439,18
0,65	4084	24,62	18,46	43,08	179,70	222,78	794,58	1020,36	1347,72	327,36
0,70	4470	22,86	16,00	38,86	196,69	235,55	794,58	1030,13	1475,10	444,97

Valor: Kg de sorgo \$ 0,33

Valor Kg de semilla \$ 4.00

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluó los efectos de las distancias de siembra en hileras, sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del híbrido sorgo 'P83G19', en condiciones de secano, en la zona del cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos; los resultados experimentales obtenidos; demuestran que existió alta significancia estadística para el carácter rendimiento de grano; no así, para los otros caracteres evaluados; demostrándose que es de mucha importancia las distancias de siembra (densidades poblacionales) en la producción de grano.

En lo que respecta al carácter altura de planta, estas fueron de mayor altura (1.24 m), cuando el sorgo híbrido se lo sembró a 0.70 m entre hileras, lo cual se debe a que existe un mayor espaciamiento y las plantas desarrollan más, coincidiendo con Villalobos *et al* (16), quien indica que el crecimiento de una población es proporcional a la densidad de siembra.

Las distancias de siembra en hileras no influyeron significativamente en la floración y madurez fisiológica,

determinándose que el híbrido presenta estabilidad fenotípica para dichos caracteres en las distancias ensayadas. Cabe destacar, que el híbrido fue más precoz, pues la empresa Pioneer (9), menciona que este genotipo florece entre los 70 - 80 días. En el presente ensayo la floración fue en promedio a los 52.46 días; estos posiblemente se debe a las altas temperaturas registradas en la etapa que se desarrolló el cultivo; lo que debe tomarse en cuenta, pués al existir inviernos de poca duración, el híbrido 'P83G19', no estará afectado por la ausencia de lluvias.

Los caracteres longitud y peso de panojas fue mayor en las distancias de siembra entre hileras de 0.70 m y 0.65 m, no difiriendo significativamente con las otras distancias de siembra; esto se debe a que las plantas tienen mayor espacio para desarrollar. Pero contrariamente, los rendimientos de grano disminuyeron; determinándose así el efecto positivo de las distancias de siembras al existir más plantas por hectárea, aunque las panojas sean más pequeñas y de menor peso, el rendimiento se incrementa significativamente.

El componente de rendimiento, peso de 1000 granos no presentó diferencia estadística en presencia de las diferentes

distancias de siembra entre hileras, obteniendo el mayor peso con la distancia 0.55 m, con un valor de 32.50 gramos; mientras que el menor peso fue de 30 gramos con la distancia de 0.45 m entre hileras; así mismo, el número de hojas por planta al momento de la cosecha, no estuvo influenciada por la distancia de siembra; demostrándose la estabilidad fenotípica del híbrido 'P83G19' en la presente investigación.

En lo que respecta al número de plantas por metro lineal al momento de la cosecha, no existió significancia estadística entre las distancias de siembra, lo cual era de esperarse debido a que en la siembra se dejaron entre 20 - 25 plantas por metro lineal. Cabe indicar, que al disminuir la distancia entre hileras, se aumenta la densidad de plantas por hectárea; influyendo significativamente en el rendimiento de grano. Las distancias entre hileras de 0.50 m y 0.45 m, presentaron el mayor número de plantas por metro lineal con 23.75 y 24.00 plantas; originando los mayores rendimientos de grano con 6.028 y 5.087 Ton/ha, respectivamente, difiriendo significativamente entre sí y con las restantes distancias de siembras ensayadas.

Al comparar los rendimientos de grano con las distancias de siembra: 0.50 m y 0.45 m, existe una diferencia de 941 Kg/ha, lo que representa un incremento de 18.49%; así mismo, al comparar las distancias de siembra: 0.50 m y 0.65 m, estos obtuvieron el mayor y menor rendimiento, existiendo una diferencia de 1944 Kg/ha, lo que representa un incremento del 47.64 %.

Estos resultados demuestran la importancia del factor densidad poblacional o distancias de siembra en el incremento del rendimiento de grano del sorgo, coincidiendo con Mendieta (8) y Villalobos et al (16), quienes indican que la mayor o menor densidad de planta en un cultivo determinan la ocurrencia de numerosos procesos de interferencia de plantas, como intensidad de radiación, cantidad de luz, disponibilidad de agua y nutrientes, incidiendo en el rendimiento final de la cosecha.

Lo anteriormente expresado, se ratifica con los resultados del análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de los tratamientos. Se observó que en los tratamientos de mayor rendimiento se obtuvieron las mayores utilidades económicas por hectárea; siendo indispensable la

aplicación de un programa balanceado de fertilización química que incluya macro y micronutrientes.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se infieren las siguientes conclusiones:

1. Las distancias de siembra entre hileras no influyeron significativamente en los caracteres evaluados. Si influyo en el rendimiento de grano.
2. Las plantas de mayor altura se obtuvieron con la distancia entre hileras de 0.70 m.
3. El sorgo híbrido 'P83G19' se comportó en forma precoz, debido a las altas temperaturas del ciclo invernal en la zona de ensayo.
4. La longitud y peso de panojas fue mayor cuando el híbrido se sembró a distancias entre hileras de 0.70m y 0.65 m.
5. El mayor peso de 1000 granos; se alcanzó con la distancia de siembra entre hileras de 0.55 m, con 32.5 gramos. El

mayor número de hojas por planta fue con la distancia de 0.70 m, con promedio de 7.35 hojas/planta.

6. No existió diferencia estadística al momento de la cosecha en la variable "número de plantas por metro lineal", ello porque a la siembra se colocaron entre 20-25 semillas por metro lineal.
7. Las distancias de siembra en hileras de 0.50 m y 0.45 m, obtuvieron los mayores rendimientos de grano de 6.088 y 5.087 Ton/ha, respectivamente; difiriendo estadísticamente entre sí y con los demás tratamientos.
8. Con la densidad de 0.50 m entre hileras se alcanzó el mayor rendimiento de grano (6.028 ton/ha); en tanto que con la distancia 0.65m se obtuvo el menor rendimiento (4.084 ton/ha).

El incremento de producción entre ambas densidades fue del 47.6%.

9. Las distancias de siembra entre hileras de 0.50 m y 0.45m, obtuvieron las mayores utilidades económicas con \$873.43 y \$598.09 por hectárea, respectivamente.

10. El sorgo híbrido 'P83G19' mostró buen comportamiento agronómico y capacidad productiva de grano.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. La utilización del sorgo híbrido 'P83G19' en siembras comerciales, por su eficiencia agronómica y alto rendimiento de grano, por unidad de área.
2. En las siembras comerciales del sorgo híbrido 'P83G19' utilizar las distancias de siembra entre hileras de 0.50 m y 0.45 m para procurar altos rendimientos de grano y adecuadas utilidades económicas por hectárea.
3. Asumir un equilibrado programa de fertilización química definido en base a los resultados del análisis de suelo y requerimientos nutricionales del cultivo.
4. Continuar con la investigación en sorgo, aprovechando la humedad residual del suelo, y como cultivo de rotación con el arroz.

VII. RESUMEN

La presente investigación se realizó en los terrenos del predio "Dos Hermanos" de propiedad de la Sra. Carmen Ramírez Cervantes, ubicado en el Recinto "El Pasaje", Parroquia Zapotal Viejo, Cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos, con el sorgo híbrido 'P83G19', probando siete distancias de siembra, con la finalidad de: a) Definir la eficiencia agronómica del híbrido cultivado en diferentes distancias de siembra; b) Identificar la más apropiada distancia de siembra entre hileras para maximizar el rendimiento de grano; y, c) Analizar económicamente los tratamientos ensayados.

Los tratamientos estuvieron definidos por las distancias de siembra entre hileras; así: 0.40 m; 0.45 m; 0.50 m; 0.55 m; 0.60 m; 0.65 m y 0.70 m; dando un total de siete tratamientos.

Se utilizó el diseño experimental "Bloques completos al azar" en cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales estuvieron constituidas por 4 hileras de 6m de longitud, separadas de acuerdo a las distancias de siembras ensayadas. El área útil de las parcelas experimentales estuvo determinada por las 2

hileras centrales, eliminándose una hilera a cada lado por efectos de bordes.

Se evaluaron las variables: altura de planta; días a la floración; acame de plantas; madurez fisiológica; longitud de panoja; peso de panoja; peso de 1000 granos; plantas por metro lineal a la cosecha; hojas por planta rendimiento de grano, y análisis económico del rendimiento de grano.

Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza; y se utilizó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos.

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales se concluyó que:

1. Las distancias de siembra entre hileras no influyeron significativamente en los caracteres evaluados, pero si en el rendimiento de grano.

2. El sorgo híbrido 'P83G19' se comportó precoz, debido a las altas temperaturas del ciclo invernal, en la zona de ensayo.
3. La longitud y peso de panoja fue mayor cuando el híbrido se sembró a distancias entre hileras de 0.70 m y 0.65 m.
4. Las distancias de siembra entre hileras de 0.50 m y 0.45m, obtuvieron los mayores rendimientos de grano con 6.088 y 5.087 Ton/ha, respectivamente; difiriendo estadística-mente entre sí y con los demás tratamientos ensayados.
5. Con la densidad de 0.50 m entre hileras se alcanzó el mayor rendimiento de grano (6.028 ton/ha); en tanto que con la distancia 0.65 m se obtuvo el menor rendimiento (4.084 ton/ha).
6. Las distancias de siembra entre hileras de 0.50 m y 0.45m, obtuvieron las mayores utilidades económicas con \$873.43 y \$598.09 por hectárea, respectivamente.

Se recomienda:

1. La utilización del sorgo híbrido 'P83G19' en siembras comerciales, por su eficiencia agronómica y alto rendimiento de grano por unidad de área.
2. En las siembras comerciales del sorgo híbrido 'P83G19' utilizar las distancias de siembra entre hileras de 0.50 m y 0.45m para procurar altos rendimientos de grano y adecuadas utilidades económicas por hectárea.
3. Asumir un equilibrado programa de fertilización química, definido en base a los resultados del análisis de suelos y requerimientos nutricionales del cultivo.
4. Continuar con la investigación en sorgo, aprovechando la humedad residual del suelo, y como cultivo de rotación con el arroz.

VII. SUMMARY

This research was conducted on the grounds of the estate "Two Brothers" owned by Mrs. Carmen Ramirez Cervantes, located in the Exhibition "The Passage" Zapotal Old Parish, Canton Ventanas, Los Rios Province, with sorghum hybrid ' P83G19 ', testing seven planting distances, in order to: a) Define the agronomic efficiency of the hybrid grown in different planting distances b) Identify the most appropriate planting distance between rows to maximize grain yield, and c) Analyze the treatments tested economically.

Treatments were defined by the spacings between rows, as follows: 0.40m, 0.45m, 0.50m, 0.55m, 0.60m, 0.70m 0.65m, giving a total of seven treatments.

Experimental design was used "randomized complete blocks" in four replications. The experimental plots were constituted by 4 rows of 6 m length, separated according to the seeding distances tested. The useful area of the experimental plots was determined by the 2 central rows, eliminating a row on each side by edge effects.

Variables were evaluated: plant height, days to flowering, plant lodging, physiological maturity, panicle length, panicle weight, 1000 grain weight, plants per linear meter at harvest, leaves per plant grain yield, and economic analysis of grain yield. All variables were subjected to analysis of variance, and used the Tukey test at 95% probability to determine the statistical difference between treatment means.

Based on statistical analysis and interpretation of experimental results it was concluded that:

1. Planting distances between rows did not significantly influence the traits evaluated, but if the grain yield.
2. The sorghum hybrid 'P83G19' acted early, due to the high temperatures of the winter cycle in the test area.
3. The panicle length and weight was greater when the hybrid was planted to row spacing of 0.65m 0.70my.
4. Planting distances between rows of 0.50 and 0.45m, obtained the highest grain yields in 6088 and 5,087 t / ha, respectively, differing statistically from each other and with the other treatments tested.

5. With the density of 0.50m between rows had the greatest grain yield (6,028 t / ha) while the distance is 0.65m had the lowest yield (4084 t / ha).
6. Planting distances between rows of 0.50m 0.45m, showed the highest economic profit with \$ 873.43 and \$ 598.09 per hectare, respectively.

We recommend:

1. The use of hybrid sorghum 'P83G19' in commercial plantings, on the agronomic efficiency and high grain yield per unit area.
2. In commercial plantings of sorghum hybrid 'P83G19' use plant spacing between rows of 0.45m 0.50m to ensure high yields of grain per hectare and economic right.
3. Assuming a balanced chemical fertilizer program, defined based on the results of soil analysis and crop nutritional requirements.
4. Continue research on sorghum, taking advantage of residual soil moisture, and as a rotation crop with rice.

IX. LITERATURA CITADA

1. BASF. s.f.p. La nutrición de las plantas. Boletín Técnico. pp: 6
2. BEAR, F. E. 1967. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Edición Omega, S.A. Barcelona, España. pp: 62 - 75.
3. BUESTAN, R. H. 1994. Los parámetros de estabilidad y la selección de cultivares. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental "Boliche". Ecuador.
4. DELORIT, R. y H. AHLGREN. 1987. Sorgos. Biblioteca de Agricultor. Tomo 1 de Cia. Editorial Continental, S. A. México. pp: 223 - 225.
5. GALLO, B. C. 1991. Respuesta del sorgo granero (*Sorghum bicolor* L.) variedad 201, a varios niveles de fertilización nitrogenada. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Guayaquil. Ecuador. 39p.

6. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. s.f.p. Manual Agrícola de los principales cultivos del Ecuador. *Sorgo granífero*.

7. INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO. s.f.p. Potasa: su necesidad y uso en agricultura moderna. Requerimiento de potasa en los cultivos. Canadá. pp: 23 - 25.

8. MENDIETA, M. 2009. Cultivo y producción de maíz. Densidad de siembra. Ediciones Ripalme. E.I.R.L. Primera Edición. Lima, Perú. pp: 61 - 62.

9. PIONEER. s.f.p. Nuevo sorgo híbrido 'P83G19'. Ecuador.

10. POEHLMAN, J. M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa, S. A. México, D. f. pp: 20 -27

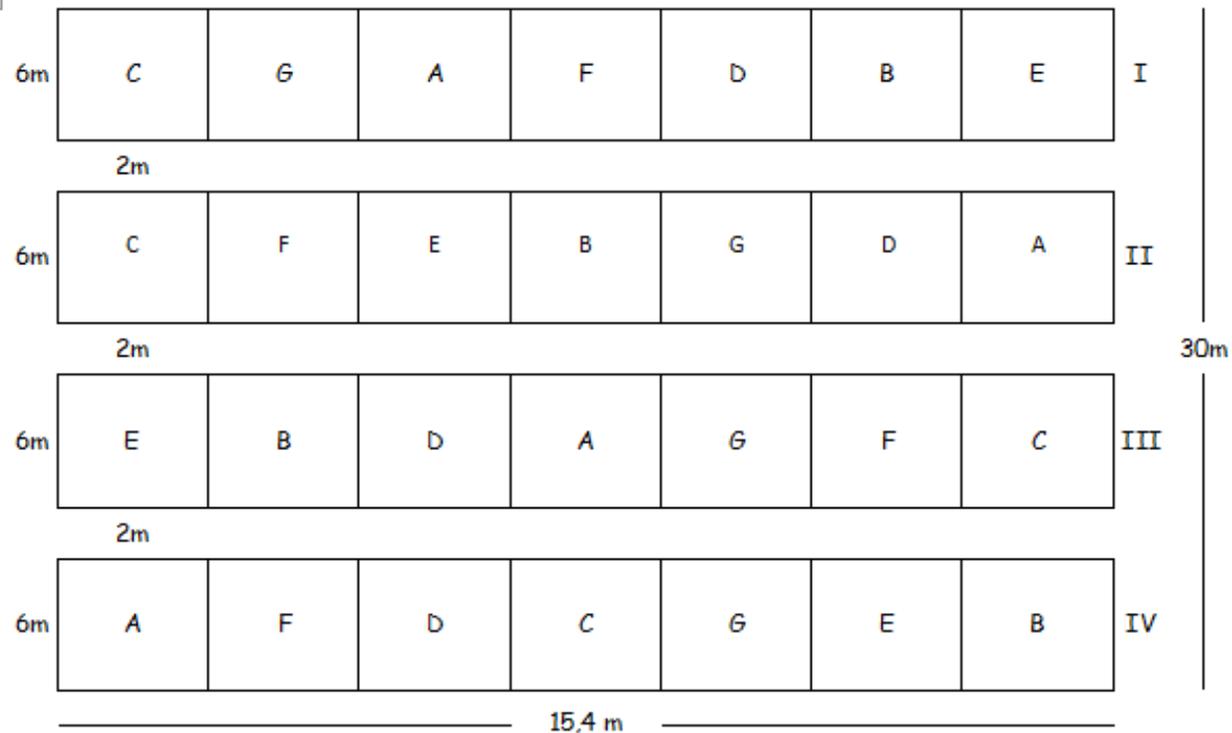
11. POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE. 1989. Manual de fertilidad de los suelos. Atlanta, Georgia, U.S.A. pp 24; 34; 44.

12. PRODUCTOS AGRI - NOVA. Productos para Agricultor, por una vida más saludable. www.agri-nova.com.
13. RAMIREZ, L. 1980. Respuesta del sorgo híbrido E - 57 (*Sorghum vulgare L*) a diferentes fuentes y niveles de fertilización nitrogenada. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad de Guayaquil. Ecuador, pp: 22 - 23.
14. RUIZ, C. R. 1987. Manual de fertilizantes. Temas de Orientación Agropecuaria. México. pp: 5- 8.
15. THOMPSON, L.M. Y F.R. TROEH. 1982. Los suelos y su fertilidad. Editorial Reverté, S.A. Cuarta Edición. España. pp.: 265 - 266; 437.
16. 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. Madrid, España. pp: 157 - 161.

17. WIKIPEDIA, Consultado el 18 de Enero del 2012.
Disponible en
<http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=sorghum>.
18. WILSON, H. y A. ROCHER. 1976. Producción de cosechas. Los sorgos. Compañía Editorial Continental, S. A. México. pp: 252 - 258.
19. YAMADA, T. 2003. Como mejorar la eficiencia de la fertilización aprovechando las interacciones entre nutrientes. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 50. pp: 1 - 6.

ANEXOS

CROQUIS DE CAMPO



TRATAMIENTOS

- (A) 0,40 m
- (B) 0,45 m
- (C) 0,50 m
- (D) 0,55 m
- (E) 0,60 m
- (F) 0,65 m
- (G) 0,70 m

Área del ensayo: 15,4 m x 30 m = 462 m²



Eliecer Ortega Ramírez.

FOTOS



FOTO 1. Letrero de tesis de grado



FOTO 2. Estado del cultivo a los 8 d.d.s



FOTO 3. Estado del cultivo a los 25 d.d.s



FOTO 4. Estado del cultivo a los 35 d.d.s



FOTO 5. Estado del cultivo a los 50 d.d.s



FOTO 6. Cultivo en estado de llenado de grano.



FOTO 7. Cultivo en estado de maduración.