

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL COMPORTAMIENTO DE SELECCIONES
INDIVIDUALES DE GIRASOL (*Helianthus annuus* L.), EN UNA REGIÓN DEL
MUNICIPIO DE PASTO, NARIÑO

ANA MARÍA HERNÁNDEZ PAZ
PAOLA STELLA LUNA BOLAÑOS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO-COLOMBIA
2004

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL COMPORTAMIENTO DE SELECCIONES
INDIVIDUALES DE GIRASOL (*Helianthus annuus* L.), EN UNA REGIÓN DEL
MUNICIPIO DE PASTO, NARIÑO.

ANA MARIA HERNANDEZ PAZ
PAOLA STELLA LUNA BOLAÑOS

Trabajo de grado presentado como requisito parcial
Para optar al título de Ingeniero Agrónomo

Presidente de Tesis
BENJAMIN SAÑUDO SOTELO
Ingeniero Agrónomo

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
PASTO – COLOMBIA
2004

“Las ideas y conclusiones aportadas en la presente tesis de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo primero del acuerdo número 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, Mayo, 2004

*A mis padres María del Carmen y Heriberto
Por ser el pilar de mi vida
A mis hermanos, amigos y todas las
personas del campo que me permitieron
realizar con ellos este sueño.*

Ana Maria

*A Dios por darme la oportunidad de triunfar
A mis padres Enrique y Stella
por su amor y apoyo incondicional
en cada una de mis metas y aspiraciones
A mi familia y a mis amigos por haber creído en mí.*

Paola

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

BENJAMÍN SAÑUDO, Ingeniero Agrónomo y docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, por su valiosa asesoría y acompañamiento al presente trabajo.

Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño y sus Docentes, por la colaboración y orientación en el desarrollo de este trabajo.

Y a todas aquellas personas que de una u otra manera favorecieron el alcance de los objetivos planteados en este estudio.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	18
1. MARCO TEORICO	19
1.1 GENERALIDADES	19
1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	20
1.3 MORFOLOGIA	20
1.3.1 Raíz	20
1.3.2 Tallo	21
1.3.3 Hojas	22
1.3.4 Inflorescencia	23
1.3.5 Fruto y semillas	23
1.4 FISIOLOGÍA	24
1.4.1 Floración	24
1.4.2 Polinización	25
1.4.3 Fecundación	25
1.5 ADAPTABILIDAD	25
1.6 MANEJO DEL CULTIVO	26
1.6.1 Clima y suelo	26
1.6.2 Variedades	28
1.7 AGRONOMÍA DEL CULTIVO	28
1.7.1 Preparación del suelo	28
1.7.2 Fertilización	28
1.7.3 Siembra	29
1.7.3.1 Densidad de siembra	29
1.7.4 Control de malezas	30
1.7.5 Plagas y enfermedades	30
1.7.6 Cosecha	33

	Pág.
1.8 USOS	33
2. DISEÑO METODOLÓGICO	35
2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL	35
2.2 AREA EXPERIMENTAL	35
2.3 SIEMBRA	35
2.4 LABORES DE CULTIVO	35
2.5 VARIABLES EVALUADAS	36
2.5.1 Ciclo de vida	36
2.5.2 Características morfológicas	36
2.5.3 Fertilidad	36
2.5.4 Número y peso de semillas	36
2.5.5 Relación semilla – almendra	36
2.5.6 Rendimiento	36
2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
3.1 CICLO DE VIDA	37
3.1.1 Días a floración	37
3.1.2 Días a formación de semilla	38
3.1.3 Días a madurez fisiológica	39
3.1.4 Días a madurez de cosecha	39
3.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	41
3.2.1 Altura de plantas	41
3.2.2 Diámetro floral	42
3.2.3 Diámetro total	42
3.3 FERTILIDAD	43
3.4 NUMERO Y PESO DE CIEN SEMILLAS	44
3.4.1 Número total de semillas por planta	44
3.4.2 Peso de cien semillas	45
3.4.3 Vaneamiento	45

	Pág.
3.5 RELACION SEMILLA – ALMENDRA	46
3.6 RENDIMIENTO	47
4. CONCLUSIONES	50
5. RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFIA	53
ANEXOS	54

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Resultados para floración, formación de semilla, madurez fisiológica y secamiento de semillas	37
Cuadro 2. Resultados para características morfológicas	41
Cuadro 3. Resultados para fertilidad	43
Cuadro 4. Resultados para Número de semillas, peso de cien semillas y vaneamiento	44
Cuadro 5. Resultados para relación semilla-almendra	46
Cuadro 6. Resultados para rendimiento	48

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Floración del Girasol (<i>Helianthus annus</i> L.) a los 105 días	38
Figura 2. Formación de semilla del Girasol (<i>Helianthus annus</i> L.) a los 136 días	38
Figura 3. Madurez fisiológica del Girasol (<i>Helianthus annus</i> L.) a los 163 días	39
Figura 4. Secamiento de semillas del Girasol (<i>Helianthus annus</i> L.) a los 174 días	40

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Andeva para ciclo de vida de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño	55
Anexo B. Andeva para características morfológicas de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño	56
Anexo C. Andeva para variables productivas de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño	57
Anexo D. Prueba de Tukey para días a floración de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño	58
Anexo E. Prueba de Tukey para días formación de semilla de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño	59
Anexo F. Prueba de Tukey para días a madurez fisiológica de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño	60
Anexo G. Prueba de Tukey para días a secamiento o madurez de cosecha de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.	61
Anexo H. Prueba de Tukey para altura de planta de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño	62
Anexo I. Prueba de Tukey para diámetro floral de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño	63

	Pág.
Anexo J. Prueba de Tukey para diámetro total de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.	64
Anexo K. Prueba de Tukey para infertilidad de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.	65
Anexo L. Prueba de Tukey para número de semillas por planta de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.	66
Anexo M. Prueba de Tukey para vaneamiento de selecciones individuales de girasol (<i>helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.	67
Anexo N. Prueba de Tukey para peso de 100 semillas de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.	68
Anexo O. Prueba de Tukey para relación semilla –almendra de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.	69
Anexo P. Prueba de Tukey para rendimiento de selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.	70
Anexo Q. Prueba de Correlación de Pearson para las variables días a floración, días a formación de semilla, días a madurez fisiológica, días a madurez de cosecha, altura de plantas, diámetro floral, diámetro total, fertilidad, número de semillas por planta, peso de cien semillas, vaneamiento, relación semilla – almendra y rendimiento en 20 selecciones individuales de girasol (<i>Helianthus annus</i> L.) en una región del municipio de Pasto, Nariño.	71

GLOSARIO

ALOGAMA: planta en la cual el embrión se forma por la unión del gameto femenino y masculino, pero que provienen de individuos diferentes.

ANGIOSPERMA: planta en la cual la semilla se encuentra encerrada en un receptáculo.

AQUENIO: fruto que contiene una sola semilla.

DICOTILEDONES: par de hojas modificadas consumidas por el embrión cuando está germinando.

ESTIGMA: parte de la flor que es el remate del estilo formado a veces por sustancias pegajosas para favorecer el proceso de la polinización.

FOTOPERIODO: tiempo de luz diaria que una planta necesita para desarrollar sus funciones vitales.

HELIOTROPISMO: movimiento rotatorio que efectúan los capítulos en desarrollo, formando un ángulo recto con la dirección de caída de los rayos solares.

INFLORESCENCIA: capítulo formado por numerosas flores sobre un receptáculo

MONOCEFALICA: planta que presenta un solo capítulo.

PECIOLO: estructura de la planta que une al tallo con el limbo foliar.

VANEAMIENTO: cantidad de semillas llenas en relación a semillas vanas o vacías, sin almendra, efecto relacionado con la falta de fecundación.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Vereda Mapachico centro del Corregimiento de Mapachico, ubicada a 7 kilómetros al occidente de la ciudad de Pasto (Nariño), Colombia. Presenta las siguientes condiciones climáticas promedio: altura 2710 msnm. Temperatura de 130 C, precipitación de 720 mm/año y una humedad relativa de 70%.

Como objetivos se plantearon la evaluación de 20 selecciones individuales de girasol y además conocer y evaluar los componentes de rendimiento.

En un diseño de bloques al azar con tres repeticiones se determinaron las variables: ciclo de vida (días a floración, a formación de semilla, a madurez fisiológica y a madurez de cosecha o secamiento); altura de plantas, diámetro floral y total, infertilidad y vaneamiento. Además se evaluaron los componentes de rendimiento (peso de 100 semillas, número de semillas en cada cabezuela y rendimiento en Kg/Ha).

Como resultado se obtuvo que las selecciones más precoces en todo el ciclo de vida fueron SMVR 10 y SP2R 19 con 173,6 a 177 días, la primera debido a un regular comportamiento en el ciclo y la última por la disminución de días en las últimas etapas del ciclo.

Para las demás variables los mejores resultados fueron: mayor altura, la selección SM2R 11 con 137,4 centímetros; mayor diámetro floral, la selección SP2R 19 con 18,2 centímetros; el mayor diámetro total, la selección SM2R 14 con 30,4 centímetros; menor porcentaje de infertilidad, la selección SP2R 5 con 5,9%; mayor número de semillas, la selección SM2R 11 con 602,8; mayor peso de 100 semillas, la selección SGVR 9 con 10,4 gramos; menor vaneamiento, la selección SP2R 5 con 12,2%; relación semilla – almendra, la selección SM2R 7 con 85,2%.

El mejor rendimiento en kilogramos por hectárea fue para la selección SGVR 20 con 3438,2 Kg/ha.

ABSTRACT

The work has been fulfilled in Mapachico village. Mapachico is located to the west of Pasto (Nariño) which is about 7 Km, Colombia South America.

The following is an average of the weather condition: Altitude 2710 msnm, temperature 13 °C yearly rain quantity 720mm/yearly and moisture atmosphere of 70%.

The objective was to evaluate 20 different types of sunflower seeds, taking into account the characteristics and production of the seed.

It was designed as parcel of land, with three different repetitions was evaluated as: periods of life, flowering periods of days, seed formation, fertility and final status of plant. Height, measure. Also concerning the performance of 100 seeds weight in kg/ha.

As a result, the period of time was SMVR 10 and SP2R 19 between 173,6 to 177 days, the first one as a regular period of life, and the last one as a diminution in the period of time within the last two cycles.

Another types of evaluations results were: greater height, selection SM2R 11 with 137,4 centimeters; greater flowering diameter, selection SP2R 19 with 18,2 centimeters; smaller non seed percentage, selection SP2R 11 with 5,9%, greater number of seeds selection SM2R 11 with 602,8; greater weight of 100 seeds, selection SGVR 9 with 10,4 grams; smaller empty seed selection SP2R 5 with 12,2% related to almond seed selection SM2R 7 with 85,2%.

The best performance in kilograms in the parcel of land was selection SGVR 20 with 3438,2 kg/ha.

INTRODUCCION

Entre las alternativas agrícolas para regiones frías del departamento de Nariño, el girasol puede llegar a tener perspectivas económicas en pequeñas áreas, debido a sus usos como flor ornamental, harina para balanceados en la alimentación de gallinas ponedoras, fuente de aceite, etc. Además de lo anterior el girasol muestra algunas ventajas comparativas con respecto a otros cultivos productores de flor, como son: buen comportamiento al aire libre, precios estables en el mercado, posibilidades de lograr un producto de calidad y perspectivas de otros usos.

La posibilidad de hacer cultivos en pequeños espacios y emplear mano de obra familiar, permite tener en cuenta al girasol como una alternativa importante, que contribuye a la rentabilidad global de los sistemas agrícolas.

Hasta el momento no se ha realizado ninguna investigación sobre girasol en el departamento de Nariño, a pesar de la demanda creciente de la flor y otras posibilidades agrícolas. Sin embargo, a través de varios ciclos de selección, la Facultad de Ciencias Agrícolas, ha obtenido una colección de 20 selecciones, individuales material que es necesario caracterizar.

Los primeros ensayos efectuados hace tres años por la Facultad de Ciencias Agrícolas, determinaron pocas posibilidades de implantar el cultivo en regiones frías Nariño, por la desuniformidad de las plantas y el vaneamiento total de las semillas. Sin embargo, mediante selecciones sucesivas se han obtenido 20 genotipos fértiles, los cuales no se han evaluado en aspectos agronómicos y morfológicos.

El conocimiento del ciclo de floración y de producción de semilla, las características morfológicas de la planta, el tamaño de flor, las tasas de fertilidad de las semillas y la variabilidad de cada selección, son características que se deben estudiar, con el fin de determinar que materiales, posiblemente, sean más promisorios para las perspectivas económicas del agricultor nariñense.

Por lo tanto el siguiente trabajo se realizó con el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Evaluar el ciclo productivo de 20 selecciones individuales de girasol, determinando variabilidad y duración de la flor.
- Conocer y evaluar los componentes del rendimiento y la producción de grano seco por hectárea de las selecciones evaluadas.

1. MARCO TEORICO

1.1 GENERALIDADES

García menciona que:

El girasol, llamado también mirasol o acahual, fue llevado por los españoles a Europa procedente de México, en donde crecen de forma espontánea. Hoy en día, uno de los principales países productores es Rusia. De ahí provienen la mayoría de las variedades que actualmente se cultivan. También se siembra en gran escala en los países balcánicos y en Francia, España, Italia, China, India, Estados Unidos, Canadá y Argentina. La planta de girasol puede utilizarse en forma integral. Si se cosecha cuando el 50% de las plantas ya han florecido, puede usarse como ensilaje, con un rendimiento y una composición similar a los del sorgo y maíz. Las semillas o granos contienen 26-28% de aceite graso, 0.44% de lecitina y 14.4% de materias albuminoideas¹.

El girasol es una planta oleaginosa teniendo un papel fundamental en la alimentación humana y además como planta forrajera; es una planta herbácea de extracción de aceite para consumo humano más cultivada en el mundo. Es un cultivo en expansión con un incremento medio anual bastante estable en los últimos años.

Según Agudelo y Bastidas:

El girasol se adapta a un amplio rango de suelos, produce bien en suelos marginales, crece bien bajo condiciones adversas de clima, es tolerante a condiciones de sequía, se puede sembrar a diferentes altitudes, responde a la fertilización, sirve como cultivo de rotación, tiene altos contenidos de aceite y los residuos de cosecha se pueden utilizar como ensilaje².

¹ GARCIA, Hernando. Flora Medicinal de Colombia. 3 ed. Bogotá: Mundo Editores, 1992. 507 p.

² AGUDELO, Alfonso y BASTIDAS, Gabriel. El girasol un cultivo con futuro. En : Agricultura Tropical. Vol. 7, No. 35 (1984); p. 23-29

1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Según Zeni, citado por Gómez, el girasol se clasifica así:

Reino: Vegetal

Subreino: Embriófitas

División: Traqueófitas

Clase: Angiospermas

Subclase: Dicotiledóneas

Orden: Campanulales

Familia: Compositae

Subfamilia: Tubuliflorea

Tribu: Helanoidea

Género: Helianthus

Especie: annus³

1.3 MORFOLOGÍA

El girasol es una planta anual con las siguientes características morfológicas:

1.3.1 Raíz. Según Infoagro⁴: “Esta formada por una raíz pivotante y un sistema de raíces secundarias de las que nacen las terciarias que exploran el suelo en sentido horizontal y vertical. Normalmente la longitud de la raíz principal sobrepasa la altura del tallo”.

Según Sánchez Antonio:

³ GOMEZ MARTINEZ, Mónica Patricia. Caracterización morfoagronómica de tres tipos de girasol (*Helianthus annuus* L.), en una región del Valle del Cauca. Pasto, 1986, 120 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁴ www.Infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/girasol.asp

En el estado cotiledonar, tiene de 4 a 8 cm de largo. En la fase cuando tiene de 4 a 5 pares de hojas, alcanza una profundidad de 50 a 70cm. Su máximo crecimiento ocurre al tiempo de la floración. Del cuello de la planta y algo más abajo se originan un gran número de raíces laterales. Algunas de ellas crecen horizontalmente de 10 a 40 cm partiendo de la raíz principal⁵.

Según Gómez:⁶ “La raíz primaria se desarrolla a partir de la radícula, hasta tomar un espaciamiento secundario, es similar en anatomía y presenta los tres sistemas de tejido: el sistema dermal o epidermis, el sistema basal o corteza y el sistema vascular”

Viorel⁷ afirma: “Durante el desarrollo vegetativo se forman numerosas raíces adventicias o “raíces de lluvias”, que pueblan rápidamente la zona superficial del suelo”.

El girasol es una planta que se caracteriza por poseer un sistema radicular sumamente eficaz. Las raíces del girasol y sobretodo su raíz principal son capaces de penetrar a grandes profundidades siempre que no se encuentren obstáculos en su desarrollo y tengan en esos horizontes nutrientes y agua disponible.

1.3.2 Tallo. El tallo es de consistencia semileñosa y maciza en su interior, siendo cilíndrico con un diámetro variable entre 2 y 6 centímetros. Es vigoroso, ondulado y de superficie vellosa. Puede alcanzar una longitud de 0.60 a 2.5 m, dependiendo de la variedad. En algunas de ellas, es erecto y en otras, se inclina en su parte terminal, debajo de la cabezuela.

En la madurez, este tallo se inclina en su parte terminal, esto suele ser beneficioso por el perjuicio ocasionado por pájaros y el golpe de sol disminuyendo los efectos negativos.

Cockerell, citado por Gómez.⁸ sostiene: “La ramificación del tallo, propia de las formas silvestres, no es deseable en los girasoles destinados para la obtención de aceite, aunque pudiera ser interesante para su aprovechamiento forrajero o para estudios de mejoramiento.”

⁵ SANCHEZ, Antonio. Cultivos Oleaginosos. México: Trillas, 1985. 72 p.

⁶ GOMEZ MARTINEZ, Mónica Patricia. Caracterización morfoagronómica de tres tipos de girasol (*Helianthus annuus* L.), en una región del Valle del Cauca. Pasto, 1986, 120 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

⁷ VIOREL, Albert. El Girasol. Madrid : Mundi-Prensa, 1977. 380 p. p.21

⁸ GOMEZ, Op.cit., p.71.

La altura en las variedades de aceite está comprendida entre 60 y 220 cm, incluso más en ciertas condiciones. El diámetro del tallo varía entre 2 y 6 cm, sin que sea igual a distintas alturas. Generalmente se nota un leve aumento del mismo, de abajo hacia arriba, hasta llegar al primer octavo de la altura total, después del cual adelgaza cada vez más. En la mayoría de los casos el tallo es recto, solamente en la madurez se inclina en la parte terminal, bajo el peso del capítulo. No obstante, existe una gran variabilidad en cuanto a la inclinación del tallo dado por el grado de desarrollo de sus tejidos mecánicos.⁹

Cockerell, citado por Gómez¹⁰ asevera:

Algunas líneas puras tienen un tallo débil, que se dobla en el centro de modo que el capítulo cuelga cerca de la tierra; mientras que otras tienen un tallo erecto, duro, que no se inclina. Entre estos extremos existen numerosas formas intermedias. Parece ser que el pecíolo largo en las hojas y los entrenudos largos están asociados con el tallo débil, y el pecíolo y los entrenudos cortos, con el tallo fuerte y resistente.

1.3.3 Hojas. Sostiene García¹¹ “Las hojas son enteras y varían en tamaño y forma, éstas se insertan en el tallo directamente y la forma varía desde ovaladas y acorazadas, estrechándose bastante en el extremo, teniendo el borde aserrado y la superficie cubierta de pelos ásperos y cortos”.

Según Sánchez:¹² “Las hojas de los dos o tres primeros pares de la base del tallo son opuestas y las demás, alternas. Su número varía entre 12 y 40. El color puede variar de verde oscuro a verde amarillento”.

La forma cambia en función de su posición en el tallo. El primer par de hojas, que se forma inmediatamente después de los cotiledones, se caracteriza por un desarrollo más fuerte del limbo foliar, en comparación con el pecíolo, teniendo en la mayoría de los casos una forma romboidal o algunas veces levemente lanceolada. El borde del primer par de hojas es entero, raras veces levemente aserrados. Las hojas del segundo par son siempre lanceoladas, ensanchándose hacia el pecíolo, el cual se desarrolla más a partir de esta posición. El borde de estas hojas es aserrado y rara vez dentado. Las hojas del tercer par son generalmente triangulares y raras veces levemente acorazonadas, con el borde dentado o débilmente festoneado. Las hojas siguientes

⁹ SANCHEZ, Antonio. Cultivos Oleaginosos. México: Trillas, 1985. 72 p.

¹⁰ GOMEZ, Op.cit., p.7.

¹¹ GARCIA, Hernando. Flora Medicinal de Colombia. 3 ed. Bogotá : Mundo Editores, 1992. 507 p. p.10.

¹² SANCHEZ, Op.cit., p.42.

adquieren forma típica acorazonada hasta el octavo o noveno donde se nota de nuevo un cambio de forma¹³.

1.3.4 Inflorescencia. Afirma Sánchez¹⁴: “es un capítulo formado por numerosas flores sobre un receptáculo discoide. “Su diámetro puede variar entre 10 y 40 cm”.

El receptáculo floral o capítulo puede tener forma plana, cóncava o convexa. El capítulo es solitario y rotatorio y esta rodeado de brácteas involucrales. El número de flores varía entre 700-3000 en variedades para aceite, hasta 6000 o más en variedades de consumo directo. Las flores del exterior del capítulo (pétalos amarillos) son estériles, están dispuestas radialmente y su función es atraer a los insectos polinizadores. Las flores del interior están formadas por un ovario inferior, dos sépalos, una corola en forma de tubo compuesta por cinco pétalos y cinco anteras unidas a la base del tubo de la corola.

Los capítulos en desarrollo efectúan movimientos de rotación, de modo que la superficie discoidal forma un ángulo recto con la dirección de caída de los rayos solares. Durante la noche, el disco queda, por breve tiempo en una posición horizontal. El heliotropismo de los capítulos jóvenes cesa a partir del momento en el cual se desarrollan las flores, orientándose con posterioridad en una sola dirección, aquella de donde sale el sol, que es la que tienen en la floración, aunque hay también algunas excepciones¹⁵.

El polen es relativamente grande, unas 40 micras aproximadamente, con forma esférica y un poco aplastada.

1.3.5 Fruto y semillas. Sánchez¹⁶ afirma que: “el fruto es un aquenio que contiene una sola semilla, con el pericarpio estrechamente pegado a ella. La semilla es de forma alargada, angosta en su base y comprimida. Su color puede ser blanco, marrón, negro o a menudo, oscuro con bandas blancas”.

El fruto tiene un tamaño comprendido entre 3 –20 milímetros de largo; y entre 2-13 milímetros de ancho. El pericarpio es fibroso y duro, quedando pegado a la semilla. La membrana seminal crece en el endospermo y forma una película fina que recubre el embrión y asegura la adherencia entre el pericarpio y la semilla.

¹³ VIOREL, Op.cit., p.25.

¹⁴ SANCHEZ, Op.cit., p.42.

¹⁵ VIOREL, Op.cit., p.112.

¹⁶ SANCHEZ, Op.cit., p.42.

Según Viorel:¹⁷ “es ligeramente aterciopelado veloso con el pericarpio duro y fibroso. En el lenguaje vulgar los aquenios son denominados impropriamente semillas”.

La semilla de girasol contiene en su totalidad 42% de aceite en comparación con otras oleaginosas. Un gramo de aceite de semilla de girasol tiene 8.8 calorías, de las cuales el ser humano asimila aproximadamente el 98%.

1.4 FISIOLÓGÍA

Gostincari y Yuste afirman:

El hecho de que los capítulos cuelguen hacia abajo es una buena característica, pues se disminuyen los daños causados por los pájaros y por las lluvias. La ramificación del tallo constituye un carácter negativo en las variedades de girasol para aceite. Las cabezuelas jóvenes tienen un movimiento diario, formando un ángulo recto con la dirección de los rayos solares, conocido como heliotropismo. Cuando se desarrollan las flores, cesa el heliotropismo y todos los capítulos se orientan hacia una sola dirección, aquella por donde sale el sol ¹⁸.

El girasol es una planta alógama, debido a la diferencia de la época de maduración de los estambres y de los pistilos, y al fenómeno de autoincompatibilidad. La polinización es en su mayor parte, entomófila y se hace principalmente mediante las abejas, que son atraídas por el néctar segregado por las flores. La mayor cantidad de néctar se produce cuando la temperatura nocturna no baja de 18 grados centígrados y cuando la diurna se mantiene alrededor de 25° C. Al iniciarse la fase de formación de la cabezuela, el tallo ha alcanzado 40% de su altura final y al tiempo de la floración es de 95%¹⁹.

1.4.1 Floración. Es precedida de la apertura del involucre de las hojas del capítulo, después de la cual aparece la primera fila de flores liguladas. Unos días después comienza la aparición de las flores tubulosas, desde el borde hacia el centro del capítulo. Cuando este es mayor, la floración dura más. La duración de las mismas está influida tanto por la temperatura media diaria como por la temperatura mínima desde el comienzo de la fase. Asevera Viorel:²⁰ “en las formas cultivadas un capítulo florece durante 6 a 11 días. La intensidad máxima

¹⁷ VIOREL, Op.cit., p.113.

¹⁸ GOSTINCARI, Josué y YUSTE, Marín. Biblioteca de la Agricultura. Barcelona, España: Lexus, 1998. p. 486 – 492

¹⁹ VIOREL, Op.cit., p.114.

²⁰ Ibid., p.114.

de la floración ocurre entre el 3 y 4 día desde la apertura del capítulo, momento en que la zona en floración abarca 3 a 4 filas de flores abiertas”.

1.4.2 Polinización. Es en su mayor parte entomófila y solo parcialmente anemófila, ya que el polen está escasamente adaptado al transporte a través del viento, siendo pesado y aglomerándose fácilmente. Según Viorel:²¹ “la polinización se hace en la mayoría de los casos a través de abejas, abejorros y otros insectos. La mayor importancia la tienen las abejas que son atraídas por el néctar segregado por las flores”.

1.4.3 Fecundación. El polen germina 5 a 10 minutos después de haber caído en el estigma, siendo la velocidad de crecimiento de los tubos polínicos mayor en los granos situados en la base de los lóbulos de aquél. El contenido del grado de polen del girasol se evacua en el tubo polínico, cuando este penetra profundamente en el tejido del estigma. Afirma Viorel²²: “Otra característica de la germinación del polen del girasol, es que el núcleo vegetativo no deja nunca la cavidad del grano germinado, reabsorbiéndose paulatinamente si esta se inhibiera”.

1.5 ADAPTABILIDAD

La adaptación se ha definido como el acondicionamiento de un organismo a una situación distinta a aquella en la que ha funcionado últimamente. Cuando una especie se puede cultivar en una amplia variedad de ambiente se dice que posee adaptabilidad, la cual no es más que la capacidad de adaptarse a varias condiciones ambientales sin disminuir su rendimiento o carácter de interés.²³

Vásquez sostiene:

En Colombia el girasol es una planta de bajos requerimientos de agua, necesitando de 200 – 500 mm, la densidad de siembra del girasol debe estar en relación directa con la cantidad de lluvia recibida en el lugar del cultivo; se recomiendan de 25.000 a 100.000 plantas por hectárea, dependiendo de la humedad disponible. El girasol ha empezado a adquirir importancia en la economía agrícola del país, dada su fácil adaptación a diferentes condiciones climáticas, a la obtención de excelentes rendimientos y a su contribución al desarrollo

²¹ Ibid., p.115.

²² Ibid., p.115.

²³ VALENCIA, Santiago. Caracterización de 20 genotipos de girasol (*Helianthus annuus* L.) por su rendimiento, contenido y calidad de aceite, bajo tres condiciones ambientales. En : Chapingo. Vol. 16, No. 77 (1992); p. 44-48.

agroindustrial del país, por el alto contenido de aceites que aporta a las empresas procesadoras.²⁴

1.6 MANEJO DEL CULTIVO

1.6.1 Clima y suelo. El girasol se adapta a oscilaciones de temperatura. Este es un factor muy importante en su desarrollo, adaptándose muy bien a un amplio margen de temperaturas que van desde 25 a 30° C y más bajas de 13 a 17° C, si la temperatura es muy alta durante la floración y llenado del grano, provoca una importante pérdida en la producción final, tanto en peso como en contenido graso.

Según Sánchez:

La germinación ocurre a temperaturas de 5° C y más. Durante la fase de las primeras 4 o 5 hojas verdaderas, la planta puede resistir, por corto tiempo, temperaturas de 6 a 8° C. Las temperaturas bajas, durante la fase de crecimiento, demoran la maduración. Temperaturas muy altas, durante la época de formación de semillas, son perjudiciales.

Afirma también que: en condiciones de humedad y crecimiento normales, las mayores producciones de semilla y de aceite se obtienen a temperaturas promedio de 18 a 22° C, durante la formación y llenado de los granos. En esta fase las temperaturas son mayores de 25 a 26° C y la humedad atmosférica es reducida, los rendimientos y el porcentaje de aceite disminuye²⁵.

Con temperaturas medias de 10° C durante la floración y la formación de las semillas, el contenido de ácido linoléico aumenta hasta 78%. El girasol consume importantes cantidades de agua, durante la época de crecimiento activo, y de formación y llenado de la semilla. Desde la germinación hasta la formación de la cabezuela, la planta consume una quinta parte de la cantidad total de agua. El mayor consumo de agua ocurre desde la formación de la cabezuela, hasta el final de la floración.²⁶

El girasol durante la época de crecimiento activo y sobre todo en el proceso de formación y llenado de las semillas consume importantes cantidades de agua, este consumo será máximo durante el periodo de formación del capítulo, ya que el

²⁴ VASQUEZ, Martín. ¿Es rentable producir girasol?. En : Asiava. No. 21 (1987); p. 21.

²⁵ SANCHEZ, Antonio. Cultivos Oleaginosos. México : Trillas, 1985. p.45.

²⁶ Ibid., p.45

girasol toma casi la mitad de la cantidad total de agua necesaria, la secreción de néctar está influida por la humedad atmosférica durante la floración.

El girasol puede resistir la sequía debido a la capacidad de su sistema radical, para aprovechar el agua existente en las capas profundas del suelo. Además, la planta soporta la deshidratación temporal de sus tejidos. Sin embargo, la sequía reduce la absorción de nutrimentos e influye negativamente en el crecimiento y en el rendimiento. La máxima sensibilidad del girasol al déficit hídrico, está entre los 20 días antes y los 20 días después de la floración.²⁷

Al fotoperiodo para el girasol, son atribuidas las diferencias en cuanto a la aparición de hojas, fecha de floración y a la duración de las fases de crecimiento y desarrollo. Durante la fase reproductiva el fotoperiodo deja de tener influencia y comienza a tener importancia la intensidad y calidad de la luz, por tanto un sombreado en plantas jóvenes produce un alargamiento del tallo y reduce la superficie foliar.

La influencia de la duración del día varía en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo. En la fase de formación de las hojas, acelera o demora el ritmo de su crecimiento. Sin embargo, las diferencias en fechas de floración y en duración en ciertas fases del crecimiento, muchas veces atribuidas al fotoperiodismo, comúnmente son más afectadas por la temperatura.²⁸

El girasol es un cultivo poco exigente en el tipo de suelo, aunque prefiere los arcillo-arenosos y ricos en materia orgánica. Es poco tolerante a la salinidad, y el contenido de aceite disminuye cuando esta aumenta en el suelo. En suelos neutros o alcalinos la producción no se ve afectada, ya que no aparecen problemas de tipo nutricional. Es una de las plantas con mayor capacidad para utilizar los residuos químicos aportados por las cosechas anteriores, aprovechando mejor el suelo.

El girasol requiere para un buen desarrollo, suelos bien drenados, sin impedimentos físicos en el perfil que permitan el desarrollo profundo del sistema radicular. Suelos con baja fertilidad o con capas endurecidas producen sistemas radiculares restringidos que ofrecen un mal anclaje a la planta, absorción deficiente de agua y minerales por lo tanto crecimiento limitado.

El girasol es una planta de fácil adaptación al clima desarrollándose bien en los de tipo continental con veranos largos. Su resistencia a la sequía es notable, más la mejor garantía para la obtención de una

²⁷ Ibid., p.45

²⁸ Ibid., p.45

regular cosecha de girasol es el que no tropiece la planta con alguna helada en los primeros pasos de su ciclo, así como una precipitación de lluvia en verano por ligera que sea, siendo especialmente beneficiosa ésta, cuando la planta está en floración.²⁹

1.6.2 Variedades. Las variedades cultivadas para semillas y forraje son formas monocefálicas con foliolos involucrados de ancho mayor de 8.5 centímetros, con flores radiadas liguladas de color amarillo anaranjado y con aquenios grandes. Estas formas cultivadas se pueden denominar *H. annus var macrocarpus* 8DC9 Ckll. Las variedades para efectos ornamentales son formas ramificadas teniendo los foliolos involucrados de 6 a 9 centímetros de ancho y las flores radiadas, liguladas, de color amarillo anaranjado o con pigmentación roja. Las formas ornamentales provienen de *H. annus spp. annus L.* Algunas variedades son: Peredovik, Vniimk 6540, Vniimk 8931, Smena, Krasnodarets y algunos híbridos como el TECMON-2.

1.7 AGRONOMIA DEL CULTIVO DE GIRASOL

1.7.1 Preparación del suelo. Afirma Valencia:

El girasol constituye una buena alternativa para el aprovechamiento de zonas ecológicas con ambiente desfavorable sobre todo por suelos pobres, escasa y errática precipitación, por sus características morfo-fisiológicas y agronómicas el girasol puede prosperar en suelos donde otros cultivos no producen buenos rendimientos.³⁰

La aradura de la tierra se efectúa a una profundidad de hasta 30 cm, para asegurar un buen desarrollo de las raíces. La labranza secundaria debe estar encaminada a proporcionar a las semillas una cama firme, húmeda y mullida, con el objeto de asegurar rápida germinación. Conviene eliminar totalmente las malezas recién germinadas, para evitar su competencia con las plántulas de girasol.³¹

1.7.2 Fertilización. Los fertilizantes nitrogenados disminuyen el porcentaje de aceite, mientras que los fosfóricos lo incrementa.

Sostiene Sánchez:

En las primeras etapas del crecimiento, la acción positiva del fósforo se manifiesta en el peso y cantidad de raíces. A partir de la fase de cuatro

²⁹ GARCIA, Fernando. El girasol y su cultivo. En : La Tierra. Vol.1, No. 18 (1963); p.206.

³⁰ VALENCIA, Op.cit., p.44.

³¹ SANCHEZ, Op.cit., p.46.

pares de hojas, es más notable la influencia del nitrógeno. Para la fertilización se recomienda aplicar una fórmula 60-40-00 que se obtiene al mezclar 6 bultos de 50 kg de sulfato de amonio con 4 bultos de 50kg de superfosfato simple. Esta cantidad es suficiente para una hectárea sembrada en surcos separados 76cm. Debe aplicarse un kilo por cada 50 m de surco. También puede usarse una mezcla de 180 kg de nitrato de amonio y 87 kg de superfosfato triple por hectárea aplicados en la misma dosis que en el caso anterior. La fertilización debe hacerse al momento de la siembra.³²

La absorción de algunos nutrientes es similar a la ganancia de altura y peso seco, razón por la cual la concentración de dichos nutrientes por unidad de biomasa disminuye de forma inversamente proporcional al incremento del peso total de la misma.

El girasol es un cultivo muy sensible a la toxicidad por aluminio, dificultando su desarrollo radicular y como consecuencia en la parte aérea aparecen síntomas de estrés hídrico o carencia de otros nutrientes como fósforo o magnesio.

1.7.3 Siembra. La época de siembra debe coincidir con el establecimiento de las lluvias. La semilla debe quedar en una profundidad de 3 a 6 cm. Si se siembra a mano, se deposita en el surco una semilla cada 7 o 10 cm.

La cantidad de semilla a sembrar para grano es de 10 kilogramos por hectárea y aproximadamente 25 kilogramos para forraje.

En las zonas de humedad suficiente y en las primaveras cálidas, en los suelos pesados y húmedos, la profundidad de siembra es de 5 a 6 cm. En las regiones de precipitaciones reducidas, con primaveras secas, en los suelos ligeros y de poca humedad o cuando el suelo está seco en las superficie, la semilla se debe enterrar a la profundidad de 7 a 9 cm. En los suelos arcillosos se siembra a la profundidad de 6 a 7 cm.

1.7.3.1 Densidad de siembra. Viorel asevera:

Las condiciones ecológicas, especialmente el régimen de las precipitaciones y la fertilidad del suelo, así como las particularidades morfológicas y fisiológicas de las especies y de los híbridos cultivados, tienen un papel primordial en el establecimiento de la densidad óptima de las plantas de girasol. El número óptimo de plantas por hectárea se encuentra situado entre 28.000 y 60.000 en el marco de unos parámetros ecológicos extremadamente variables.³³

³² Ibid., p.46.

³³ VIOREL, Op.cit., p.223.

La distancia entre los surcos varía normalmente de 75 a 90 cm. Si se siembra con una sembradora, se ajusta la máquina para que deposite dos semillas cada 25 cm. Para obtener una población de 40.000 plantas por hectárea, tomando en cuenta las pérdidas durante la germinación y emergencia, se siembran entre 6 y 8 kg/ha.³⁴

En zonas áridas es conveniente aumentar la distancia entre surcos (80-100 cm.) para garantizar el agua disponible durante los periodos de floración y maduración siendo la población de 45.000-50.000 plantas por hectárea. En regadío según la fertilidad del suelo y las practicas agrícolas empleadas la densidad de plantación puede llegar hasta 80.000 o 100.000 plantas por hectárea.

1.7.4 Control de malezas. El Instituto Colombiano Agropecuario ICA sostiene:

El girasol es un cultivo que presenta 2 periodos de crecimiento bien marcados. El primero de ellos es el llamado estado vegetativo (Vn), que se caracteriza por un lento crecimiento, que va desde la siembra hasta que el girasol tiene de 8-10 hojas verdaderas. Durante esta etapa el cultivo se defiende muy mal de la competencia de las malezas y las mismas originan una disminución en el rendimiento que se torna irreversible por ello es importante tener el cultivo limpio durante esta etapa. La segunda etapa denominada estado reproductivo (Rn), se caracteriza por un rápido crecimiento del girasol (periodo de elongación). Este periodo comienza a partir de aproximadamente 10 hojas hasta la floración completa. De aquí en adelante se defiende muy bien de la competencia de malezas.³⁵

Cuando las plantitas tengan de 20 a 25 cm de altura, con 4 a 6 hojas, debe darse un paso de cultivadora a fin de eliminar malezas y aflojar el suelo. Luego, se hace el aclareo, dejando las plantas más vigorosas a una distancia de 25 a 30 cm. Cuando las plantas tengan 40 a 50 cm se hace el segundo pase de la cultivadora, evitando arrimar demasiada tierra a la base de los tallos a fin de prevenir pudriciones. Para el control químico de las malezas, se recomiendan herbicidas base de prometrina, con alto efecto residual, que no es tóxico para el girasol y que tampoco presenta peligro para las abejas.³⁶

1.7.5 Plagas y enfermedades. Las principales plagas que afectan el girasol, son:

³⁴ SANCHEZ, Op.cit., p.46.

³⁵ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. El cultivo del girasol. Palmira : ICA, 1993. p.150.

³⁶ Ibid., p.46.

Gusanos tierreros. (*Agrotis* sp.) Las larvas atacan al girasol desde la germinación de las semillas hasta que las plantas tienen unos 15 cm de altura. Producen daños en la raíz y en la base del tallo, pudiendo llegar a cortar la planta, que marchita y detiene su crecimiento. El control se hace a base de cebos o piretroides.

Según Sánchez³⁷: “si las infestaciones son graves pueden aplicarse al suelo, el momento de la siembra; Basudín al 2% polvo o Dipterex al 2.5%”.

Polillas o palomillas. (*Homoeosoma nebulella*) “Sánchez afirma: comen las flores y el polen. Roen y perforan las semillas. Sobre las cabezuelas atacadas se observa una red con excrementos y larvas de color gris. Pueden combatirse con Malathión. 1000 E”.³⁸

El control también se realiza sembrando variedades resistentes a la polilla del girasol o como medida preventiva se recomienda destruir las plantas espontáneas de la familia Asteraceae.

Trozadores de hojas. (*Diabrotica* sp.) Según Ospina:³⁹ “Las larvas se pueden alimentar de las raíces y los adultos comen follaje perforando las hojas.”

Ospina⁴⁰ afirma también: “Varios insectos pueden comer hojas y aún dañar los capítulos. En caso necesario, puede aplicarse Dipterex en aspersión.”

Pájaros y roedores. Sánchez⁴¹ argumenta: Pueden causar pérdidas en las semillas al tiempo de su maduración o de la siembra. Lo más práctico es usar pajareros y colocar cebos envenenados con Endrín junto con un material atrayente, como esencia de vainilla, plátanos maduros y semilla de girasol hervida.

Algunas de las enfermedades que pueden presentarse en el girasol son:

Mildeu. (*Plasmopara helianthi*) Según Sánchez⁴²: Produce manchas cloróticas en la cara superior de las hojas, en el envés se cubren de un moho blanquecino cuando la humedad atmosférica es alta. Puede causar enanismo de las plantas jóvenes.

³⁷ Ibid., p.47.

³⁸ Ibid., p.47.

³⁹ OSPINA, Jaime. Oleaginosas, girasol. En: Terranova. Vol. 1 (1998); p.150

⁴⁰ SANCHEZ, Op.cit., p.47.

⁴¹ Ibid., p.47.

⁴² Ibid., p.48.

El control se realiza empleando semillas híbridas certificadas tratadas con anticriptogámicos, tratar la semilla con funguicidas específicos, como el Metalaxil, para controlar las infecciones que se originan en el suelo y en las que pudieran provenir de las semillas infectadas.

Pudrición gris. (*Botrytis cinerea*) Las hojas se decoloran, pierden su turgencia, se retuercen y se pudren. Que cuando la infección es severa, las lesiones se cubren de un polvo gris. En las cabezuelas aparecen manchas oscuras en las cuales los tejidos se ablandan, se pudren y también se cubren de un polvo gris-verdoso. Debe evitarse exceso de humedad ambiental mediante densidades de siembra apropiadas, así como también encharcamiento⁴³.

El control se realiza aplicando tratamientos químicos con Diclofuanida o Tiofanato-metil maneb.

Pudrición blanca. (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Las plantas pueden ser atacadas en todos los estados de desarrollo, pero su sensibilidad es mayor en la fase de cotiledones y en la fase de formación del capítulo. En las plantas muy jóvenes, los primeros síntomas aparecen en la base del tallo. Se pueden observar manchas húmedas amarillo-castaño, que pueden abarcar el tallo por todos lados. Los tejidos de la parte invadida por el micelio del hongo se vuelven blancos, de color castaño y se pudren, determinando el marchitamiento y muerte de las plantas. El ataque se puede manifestar también en la región superior del tallo, en el pecíolo de las hojas, incluso sobre el limbo, en este último caso afectando especialmente la nervadura principal.⁴⁴

Como medidas de control se recomienda la rotación del cultivo de seis a siete años, evitar el exceso de humedad y los terrenos bajos, aplicar de forma racional abonos orgánicos y realizar labores profundas.

Chahuistle o roya. (*Puccinia helianthi*) Afirma Viorel:

La enfermedad se puede manifestar en todos los órganos aéreos de la planta, especialmente sobre las hojas jóvenes en donde aparecen numerosas manchas pequeñas, circulares, cubiertas de un polvo amarillo, en las cuales se forman los ecidios y picnidios del hongo. Más tarde, cuando el ataque evoluciona, en la parte inferior de las hojas aparecen

⁴³ Ibid., p.48.

⁴⁴ VIOREL, Op.cit., p.231.

pústulas pulverulentas, alargadas o circulares, de color oscuro-cobrizo hasta negro, que representan los uredos del hongo.⁴⁵

Afirma Sánchez:⁴⁶ “para prevenir la roya, se pueden usar variedades resistentes. “También se pueden hacer aspersiones con fungicidas del grupo de los dithiocarbamatos”.

Pudrición de raíces y tallos. (*Macrophomina phaseoli*) Según Viorel:

La enfermedad se caracteriza por una maduración temprana de las plantas y su marchitez total o parcial. Los tejidos son desorganizados y transformados en una masa esponjosa, en la que se pueden formar algunas veces materias gomosas. Tanto en el interior como en la superficie de los órganos atacados se forman microesclerocios, de color castaño a negro, lo que constituye la forma de resistencia del hongo.⁴⁷

1.7.6 Cosecha. Según Sánchez:

La humedad óptima que debe tener la semilla, para poder efectuar la recolección es de hasta 12%. Al tiempo de la madurez de la semilla, los capítulos toman un color marrón y su dorso, un color amarillento. Si la cosecha es manual, se cortan los capítulos para llevarlos a un asoleadero, en donde permanecen aproximadamente tres días, antes de proceder al desgrane. Este puede hacerse a mano, utilizando un palo con el cual se golpean los capítulos colocados sobre una lona o dentro de costales.⁴⁸

Afirma Ospina:⁴⁹ “Las variedades altas se cosechan entre 120 a 160 días después de sembradas y las de porte bajo entre 90 y 120 días. El rendimiento oscila entre 1500 y 3000 kilogramos por hectárea”.

1.8 USOS

Además de utilizarse para la extracción de aceite, también sirve en la alimentación de aves de corral, en las raciones de rumiantes con las cáscaras resultado de la extracción de aceite, lo mismo que la levadura forrajera que se obtiene de la

⁴⁵ Ibid., p.232.

⁴⁶ SANCHEZ, Op.cit., p.48.

⁴⁷ VIOREL, Op.cit., p.232.

⁴⁸ SANCHEZ, Op.cit., p.48.

⁴⁹ OSPINA, Op.cit., p.150.

cáscara y las cabezas de girasol se emplean en la alimentación de los ovinos y bovinos, además es una excelente planta melífera.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente trabajo se realizó en la Vereda Mapachico centro del Corregimiento de Mapachico, ubicada a 7 kilómetros al occidente de la ciudad de Pasto; limitado por el Sur con el barrio Figueroa y Hospital San Pedro, por el Norte con la Inspección de Policía de Genoy, por el Oriente con la Vereda Briceño y por el Occidente con la Vereda San Cayetano del mismo corregimiento. Según Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC⁵⁰ presenta las siguientes condiciones climáticas promedio: “altura 2710 msnm. Temperatura de 13⁰ C, precipitación de 720 mm/año y una humedad relativa de 70%”.

2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó un diseño de Bloques al Azar con 20 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos correspondieron a las 20 selecciones individuales logradas en una evaluación preliminar, después de tres años de selección individual de genotipos, por fertilidad, a partir de un material comercial no definido, que se adquirió en SEMICOL, Bogotá.

2.2 ÁREA EXPERIMENTAL

Se trazaron tres bloques de 4,50m por 15,50m, separados por una calle de 1,0m. Cada bloque fue dividido en 2 parcelas de 2m por 15,60m, separadas por una calle de 0.50m. En cada parcela se trazaron 26 surcos separados a 0.60m y de 2m de longitud, para distribuir al azar 12 selecciones individuales de 20 totales, sembrado 2 surcos por cada una y dejando los surcos extremos con siembra de girasol comercial como bordes (Ver figura 1).

De acuerdo con lo anterior cada línea tuvo 2 surcos por repetición (bloque), para un total de 6 surcos en el ensayo, con una parcela útil de 2,16 m².

2.3 SIEMBRA

La distancia de siembra correspondió a 0.60m entre surcos por 0.10m entre sitios, con una semilla por sitio.

2.4 LABORES DE CULTIVO

No se realizó fertilización por cuanto se buscó conocer el crecimiento y producción de las plantas, bajo condiciones de fertilidad natural del lote, donde se efectuó el ensayo.

⁵⁰ INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTÍN CODAZZI. Diccionario geográfico de Colombia. Bogotá: IGAC, 1996. 570 p.

En la época de emergencia de las plantas se hizo una aplicación de Lannate (Metomil) 1 l/ha, para control de tierreros. Cerca de la floración, se aplicó Anvil (Hexaconazole) 500 ml/ha para el control de la roya *Puccinia helianthi*.

2.5 VARIABLES EVALUADAS

2.5.1 Ciclo de vida. Se determinó el número de días de la siembra a la floración a la formación de semillas, a madurez fisiológica y al secamiento de las semillas, cuando en más del 50% de las flores de cada surco, se observó la aparición del botón floral, la flor abierta, la caída de los pétalos y el secamiento de la cabezuela.

2.5.2 Características morfológicas. En cinco plantas tomadas al azar de cada surco se determinó el diámetro de la flor, en el área de las semillas o cabezuela y el diámetro total hasta los ápices de los pétalos. En dichas plantas se midió la longitud de los tallos hasta el ápice del receptáculo floral.

2.5.3 Fertilidad. En cinco plantas tomadas al azar de cada surco y teniendo en cuenta el área de las semillas de cada una de ellas, se determinó si hay diámetro central fértil o infértil. Al encontrarse infertilidad se midió el diámetro y el número de hileras fértiles, respecto al número total.

2.5.4 Número y peso de semillas. De cinco cabezuelas secas, se extrajeron todas las semillas haciendo el conteo total. Se hizo la separación de semillas llenas y vanas, para obtener el porcentaje de vaneamiento. Finalmente se realizó un pesaje de las semillas llenas.

2.5.5 Relación semilla-almendra. Se tomaron 20 semillas por cada selección, se pesaron con cáscara y posteriormente se pesó únicamente la almendra, para obtener el espacio que ocupa esta dentro de la semilla.

2.5.6 Rendimiento Se cosechó toda la parcela útil de 2,16 m² y se transformaron los datos a producción de grano seco en Kg/ha

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de variancia y los promedios se evaluaron con base en la prueba de diferencia de medias de Tukey.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 CICLO DE VIDA

Los resultados correspondientes al análisis de variancia para la variable ciclo de vida se muestran en el anexo A.

Cuadro 1. Resultados para floración, formación de semilla, madurez fisiológica y secamiento de semillas

SELECCION	FLORACION	FORMACION DE SEMILLA	MADUREZ FISIOLOGICA	SECAMIENTO
SP2R 1	110,6	155,6	165,6	183,0
SM1R 2	124,6	173,0	188,0	214,6
SP2R 3	104,6	159,0	173,0	181,0
SP2R 4	110,6	159,0	173,0	184,0
SP2R 5	125,0	163,6	192,6	201,6
SPUR 6	115,3	166,0	175,6	184,0
SM2R 7	118,6	166,0	180,6	191,6
SM1R 8	120,6	168,3	185,6	194,6
SGVR 9	108,3	163,6	180,3	189,0
SMVR 10	100,3	135,6	163,0	177,0
SM2R 11	130,0	176,0	199,6	212,0
SM2R 12	122,0	166,0	186,3	195,3
SM2R 13	112,6	159,0	170,6	181,0
SM2R 14	111,3	162,0	178,0	186,3
SM2R 15	118,6	161,0	181,0	190,0
SP2R 16	118,6	163,6	183,3	192,3
SG2R 17	110,6	163,6	192,6	204,0
SG1R 18	105,0	159,0	166,0	175,0
SP2R 19	104,6	159,0	166,0	173,6
SGVR 20	98,0	156,3	166,0	175,0

Fuente: esta investigación.

3.1.1 Días a floración. En días de siembra a floración (Ver Figura 1), hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo A). La prueba de Tukey muestra que los tratamientos SGVR 20, SMVR 10, SP2R 3, SP2R 19, SG1R 18 y SGVR 19 mostraron mayor precocidad con periodos de 98; 100,3 104,6 105 y 110 días, mientras que la selección más tardía fue SM2R 11 con 130 días (Ver Anexo D).

Figura 1. Floración



3.1.2 Días a formación de semilla. En días a formación de semilla (Ver Figura 2), se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo A). Al realizar la prueba de Tukey se encontró que las selecciones SMVR 10 y SP2R 1 presentaron los promedios más bajos, con 135,6 155,6 días; por el contrario la selección SM2R 11 con 176 días tuvo un periodo más amplio (Ver Anexo E).

Figura 2. Formación de semilla



3.1.3 Días a madurez fisiológica. El análisis de variancia para madurez fisiológica (Ver Figura 3) mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo A). Al realizar la prueba de Tukey se concluyó que SMVR 10, con un periodo de 163; días, fue la más precoz. Por el contrario SM2R 11 fue la más tardía con 199,6 días (Ver Anexo F).

Figura 3. Madurez fisiológica



3.1.4 Días a madurez de cosecha. En días a secamiento o madurez de cosecha (Ver Figura 4), se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo A). En la prueba de Tukey la selección SP2R 19 tuvo un periodo reducido con un valor de 173,6 días; mientras que SM1R 2 fue la más tardía con 214,6 días (Ver Anexo G).

En general el conjunto de selecciones no mencionadas, mostraron un comportamiento medio con 110 a 122 días a floración, 159 a 166 días a formación de semilla, 166 a 188 días a madurez fisiológica y 177 a 204 días a secamiento o madurez de cosecha.

Para todo el ciclo de vida, la selección SMVR 10, mostró precocidad desde floración hasta madurez fisiológica, pero aumentó el número de días a secamiento en comparación a los otros materiales precoces. Por el contrario, SP2R 19, material más precoz a secamiento, solo mostró esta característica en la etapa de madurez fisiológica. En cuanto a las selecciones tardías, SM1R 2

presentó regularidad dentro del ciclo de vida, siendo el material con mayor cantidad de días desde floración a madurez de cosecha.

Figura 4. Secamiento de semillas



Para Gómez, en un estudio realizado en Palmira (Valle del Cauca) con materiales híbridos de girasol, a 1001 msnm, los resultados en diferentes etapas del ciclo de vida fueron: 63 a 69 días para floración, 82 a 91 días para madurez fisiológica y 115 a 125 días para madurez de cosecha. Las diferencias con este estudio se basan, además de las obvias condiciones de altitud, en el mayor número de días que transcurrieron de floración a madurez fisiológica, mientras que para las otras etapas hay valores más o menos equivalentes con los ensayos realizados en Palmira⁵¹.

Según Agudelo y Bastidas en otro trabajo de evaluación de materiales de girasol realizado en Tibaitatá (Bogotá) a 2550 msnm, y que utilizó como materiales de análisis variedades rusas como Peredovick, Vinnick y Sputnik, mostrando una duración de 180 días para el ciclo de cultivo, mientras que la variedad Relax de Pakistán tuvo una duración de 175 días⁵².

⁵¹ GOMEZ, Op.cit., p.52.

⁵² AGUDELO, Alfonso y BASTIDAS, Gabriel. El girasol un cultivo con futuro. En : Agricultura Tropical. Vol. 7, No. 35 (1984); p. 23-29

El anterior estudio muestra equivalencias con el presente trabajo ya que ambos fueron realizados en climas fríos, por tanto los resultados obtenidos son similares en cuanto a duración de ciclo de vida demostrando así la influencia del clima en altitudes mayores.

3.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS

Los resultados correspondientes al análisis de variancia para la variable características morfológicas se muestran en el Anexo B.

Cuadro 2. Resultados para características morfológicas (cm)

SELECCION	ALTURA DE PLANTAS	DIAMETRO FLORAL	DIAMETRO TOTAL
SP2R 1	112.4	13.1	23.6
SM1R 2	108.9	11.7	24.2
SP2R 3	114.1	16.2	28.6
SP2R 4	105.8	13.1	29.4
SP2R 5	111.5	12.4	24.8
SPUR 6	130.1	16.3	28.4
SM2R 7	114.8	16.5	26.9
SM1R 8	95.6	14.2	28.2
SGVR 9	112.8	14.7	28.2
SMVR 10	104.0	15.0	27.1
SM2R 11	137.4	14.8	24.3
SM2R 12	101.5	14.3	26.2
SM2R 13	106.2	13.9	24.7
SM2R 14	120.8	13.9	30.4
SM2R 15	112.0	14.1	26.2
SP2R 16	121.6	15.4	28.7
SG2R 17	127.8	16.3	30.0
SG1R 18	118.6	12.6	24.0
SP2R 19	117.8	18.2	29.8
SGVR 20	105.7	13.8	27.1

Fuente: Esta investigación

3.2.1 Altura de plantas. Hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo B). La prueba de diferencia de medias de Tukey mostró que la selección SM2R 11, con 137, 4 cm tuvo el valor más alto, mientras que SM1R 8 con 95,6 cm, presentó el valor más bajo para esta variable (Ver Anexo H).

Las selecciones no mencionadas mostraron un comportamiento medio entre 130 y 111 cm de altura, presentando diferencias altamente significativas con los tratamientos anteriormente mencionados.

En un trabajo realizado por Gómez,⁵³ “con híbridos de girasol en Palmira, se midieron las alturas de materiales híbridos de girasol resultando valores entre 153,3 y 179 cm”. Igualmente Bastidas citado por Gómez,⁵⁴ “en ensayos con los mismos híbridos, en el departamento del Tolima obtuvo alturas de 150 a 170 cm”.

Los resultados de este estudio en comparación a los anteriores son menores, dichas diferencias se debieron posiblemente a los múltiples cambios de temperatura que se presentaron en clima frío, siendo temperaturas altas en el día y temperaturas bajas en la noche, afectando el normal desarrollo vegetativo del cultivo, en comparación con un clima menos variable como el de Palmira y a las características genéticas de los materiales utilizados

3.2.2 Diámetro floral. Hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo B). Según la prueba de diferencia de medias de Tukey la selección con mayor diámetro floral fue SP2R 19 con 18,2cm, por el contrario la selección que mostró menor diámetro fue SM1R 2 con 11,7cm (Ver Anexo I).

Al realizar el análisis de correlación entre diámetro floral y altura de plantas, el coeficiente de correlación resultante fue 0,3344, relación baja y positiva entre estas variables, mostrando poca asociación entre ellas (Ver Anexo Q).

3.2.3 Diámetro total. Hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (Anexo B). Con la prueba de Tukey se determinó que SM2R 14 con 30,4 mostró el valor más alto, mientras que SP2R 1 con 23,6 cm, obtuvo el valor más bajo (Ver Anexo J).

Para Gómez,⁵⁵ “en un estudio de híbridos de girasol en Palmira, los valores de diámetro de capítulo fueron de 16 a 19 centímetros”.

Según Gostincari y Yuste,⁵⁶ “el diámetro del capítulo varía entre 10 y 40 cm” y Báez citado por Gómez,⁵⁷ menciona que “el diámetro del capítulo es influenciado por la variedad, el crecimiento de la planta y la densidad de población usada.

⁵³ GOMEZ, Op.cit., p.63.

⁵⁴ Ibid., p.56.

⁵⁵ Ibid., p. 93.

⁵⁶ GOSTINCARI y YUSTE, Op.cit., p.487.

⁵⁷ GOMEZ, Op.cit., p.93.

Estas pueden ser tomadas como explicaciones a las diferencias entre este estudio y el mencionado anteriormente”.

El coeficiente de correlación entre diámetro total y altura de plantas es de 0,1085 siendo una correlación baja y negativa, indicando que no hay asociación entre estas variables (Ver Anexo Q).

3.3 FERTILIDAD

Los resultados correspondientes al análisis de variancia para la variable fertilidad, se muestran en el Anexo C.

Cuadro 3. Resultados para fertilidad.

SELECCION	FERTILIDAD (%)
SP2R 1	14.9
SM1R 2	17.7
SP2R 3	13.0
SP2R 4	19.9
SP2R 5	5.9
SPUR 6	17.6
SM2R 7	13.9
SM1R 8	7.4
SGVR 9	8.4
SMVR 10	7.1
SM2R 11	19.9
SM2R 12	7.2
SM2R 13	8.2
SM2R 14	12.6
SM2R 15	15.2
SP2R 16	13.3
SG2R 17	8.4
SG1R 18	9.3
SP2R 19	9.1
SGVR 20	9.5

Fuente: esta investigación.

En la variable fertilidad se encuentran diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo C). La prueba de diferencia de medias de Tukey concluyó que SP2R 5 (5,9%), mostró el más bajo porcentaje, por el contrario SM2R 11 con 19,9% presentó el valor más alto (Ver Anexo K).

La variable infertilidad y rendimiento presentan una correlación baja y negativa ($r = -0.3269^{**}$), indicando que al aumentar el porcentaje de infertilidad el rendimiento disminuye.

En general las selecciones que no se mencionan presentaron un porcentaje de infertilidad entre el 17% y 6%,

3.4 NUMERO DE SEMILLAS, PESO DE CIEN SEMILLAS Y VANEAMIENTO

Los resultados correspondientes al análisis de variancia para las variables número, peso de cien semillas y vaneamiento, se muestran en el Anexo C.

Cuadro 4. Resultados para número de semillas, peso de cien semillas y saneamiento

SELECCION	No DE SEMILLAS POR PLANTA	PESO DE CIEN SEMILLAS (gr)	VANEAMIENTO (%)
SP2R 1	397.8	5.8	14.4
SM1R 2	496.5	4.5	14.7
SP2R 3	372.1	4.8	17.4
SP2R 4	359.2	5.4	16.0
SP2R 5	416.9	6.7	12.2
SPUR 6	435.9	4.6	25.8
SM2R 7	488.8	7.8	16.8
SM1R 8	396.6	7.8	14.1
SGVR 9	502.1	10.4	13.1
SMVR 10	374.6	7.2	19.5
SM2R 11	602.8	6.5	16.6
SM2R 12	483.5	6.7	25.3
SM2R 13	488.4	6.9	12.7
SM2R 14	380.4	7.8	14.9
SM2R 15	557.5	6.8	17.0
SP2R 16	413.8	5.9	17.2
SG2R 17	591.8	7.7	21.5
SG1R 18	539.8	9.4	26.4
SP2R 19	490.4	6.9	16.0
SGVR 20	538.9	10.2	16.5

Fuente: esta investigación

3.4.1 Número total de semillas por planta. Hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo C). Mediante la prueba de Tukey se determinó que la selección SM2R 11 con 602,8 semillas mostró el valor más alto,

mientras que SMVR 10 con 374,6 días; SM2R 14 con 380,4 días SP2R 3 con 372,1 días y SP2R 4 con 359,2 días presentaron los valores más bajos (Ver Anexo L).

El coeficiente de correlación entre número de semillas por planta y diámetro floral es 0.0281ns, mostrando muy baja o ninguna relación entre estas variables, igualmente en comparación con diámetro total el coeficiente es -0,2368ns que representa escasa asociación entre ellas (Ver Anexo Q).

Sin embargo relacionando rendimiento con número de semillas por planta, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.6220**, altamente significativo, determinando alta asociación entre estas dos variables (Ver Anexo Q).

3.4.2 Peso de cien semillas. Hay diferencias altamente significativas entre tratamientos y bloques (Ver Anexo C). Según la prueba de diferencia de medias de Tukey las selecciones con mejor peso fueron SGVR 9, SGVR 20 y SG1R 18 con 10,4; 10,2 y 9,4 gramos; mientras que SM1R 2 y SPUR 6 con 4,5 y 4,1 gramos mostraron los menores pesos (Ver Anexo N).

Realizando equivalencias con un trabajo hecho por Gómez, en Palmira con híbridos de girasol, los pesos para cien semillas obtenidos por este autor fueron de 5,15 a 6,92 gramos, mostrando diferencias con los resultados de este estudio debido a las características de buena fertilidad, presentes en los suelos andinos donde se realizó este estudio, cabe anotar que la época de formación de semilla fue entre los meses de febrero a marzo donde se presentó una precipitación óptima para el cultivo, favoreciendo la formación de semilla y la época de llenado de grano, obteniendo semillas con un buen peso y de buena calidad.⁵⁸

Las variables peso de 100 semillas y número de semillas por planta presentan una correlación baja y positiva ($r= 0.3045^*$), lo que indica que existe asociación entre estas variables. En este caso el peso no está correlacionado con el número de granos producidos por planta sino que dependen probablemente de condiciones genéticas inherentes a los materiales en estudio (Ver Anexo Q).

3.4.3 Vaneamiento. Hay diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo C). La prueba de diferencia de medias de Tukey mostró que las selecciones SP2R 5, SM2R 13 y SGVR 9 tuvieron los valores más bajos para esta variable con 12,2; 12,7 y 13,1%. Por el contrario los valores más altos de vaneamiento los tuvieron las selecciones SPUR 6 y SG1R 18 con 25,8 y 26,4% (Ver Anexo M).

⁵⁸ Ibid., p.94.

El vaneamiento es una condición genética que se ve afectada por el ambiente, debido a esto se encontraron altos porcentajes de vaneamiento demostrando que la semilla es de otra localidad y no se ha adaptado completamente a esta región.

Al realizar el análisis de correlación entre vaneamiento y diámetro floral, el coeficiente resultante es 0,1063ns, que muestra una baja relación entre variables, igualmente al compararlo con días a secamiento o madurez de cosecha, el coeficiente toma un valor de -0,1553ns, mostrando poca asociación entre variables (Ver Anexo Q).

3.5 RELACIÓN SEMILLA – ALMENDRA

Los resultados correspondientes al análisis de variancia para la variable relación semilla-almendra, se muestran en el Anexo C.

Cuadro 5. Resultados para relación semilla-almendra

SELECCION	RELACION SEMILLA ALMENDRA (%)
SP2R 1	68.3
SM1R 2	54.6
SP2R 3	64.3
SP2R 4	72.2
SP2R 5	83.9
SPUR 6	72.5
SM2R 7	85.2
SM1R 8	72.7
SGVR 9	60.7
SMVR 10	58.9
SM2R 11	57.7
SM2R 12	78.7
SM2R 13	63.8
SM2R 14	61.8
SM2R 15	55.6
SP2R 16	72.9
SG2R 17	79.7
SG1R 18	63.4
SP2R 19	69.7
SGVR 20	57.8

Fuente: esta investigación

Para esta variable se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo C). La prueba de diferencia de medias de Tukey

determinó que el tratamiento SM2R 7 con 85,2% tuvo mayor cantidad de almendra con relación a la cáscara que la recubre. Mientras que SGVR 20, SM2R11 SM2R 15 y SM1R 2 con porcentajes de 57,8%; 57,7%, 55,6% y 54,6% respectivamente mostraron menor cantidad de almendra en la semilla (Ver Anexo O).

Para esta variable, Gómez, encontró porcentajes entre 67% y 71% para medir el espacio que ocupa la almendra en la semilla.

Fonseca, Navarro y Cáceres citados por Gómez, mencionan:

Que desde el punto de vista económico tiene gran importancia la proporción de cáscara en el peso total de la semilla. Aun dentro de una misma variedad influyen los factores ambientales. Así la proporción de cáscara aumenta con el tiempo frío y húmedo, mientras que una maduración normal y con tiempo cálido, la disminuye. Los valores extremos de proporción oscilan entre 23 y 65%.⁵⁹

3.6 RENDIMIENTO

Los resultados correspondientes al análisis de variancia para la variable rendimiento, se muestran en el Anexo C.

Como puede observarse en el cuadro 6. Para la variable rendimiento se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos (Ver Anexo C).

La prueba de diferencia de medias de Tukey mostró que las selecciones con mayor rendimiento fueron SGVR 20 y SGVR 9 con 3438,2 y 3420,8 Kg/ha, por el contrario el más bajo rendimiento los presentó la selección SPUR 6 con 995,8 Kg/ha (Ver Anexo P).

Según Gómez, en un estudio realizado en Palmira con híbridos de girasol, encontró rendimientos entre 1860 y 2257 Kilogramos por hectárea, que son producciones promedio para Colombia, pero que difieren con el presente trabajo debido al buen peso de grano resultante de los materiales evaluados, variable que se correlaciona significativamente con rendimiento.⁶⁰

⁵⁹ Ibid., p.21.

⁶⁰ Ibid., p.98.

Cuadro 6. Resultados para rendimiento

SELECCION	RENDIMIENTO (Kg/ha)
SP2R 1	1478.2
SM1R 2	1428.1
SP2R 3	1116.6
SP2R 4	1228.6
SP2R 5	1848.1
SPUR 6	995.8
SM2R 7	1408.3
SM1R 8	1992.9
SGVR 9	3420.8
SMVR 10	1638.1
SM2R 11	2475.5
SM2R 12	1831.7
SM2R 13	2225.6
SM2R 14	1903.1
SM2R 15	2366.4
SP2R 16	1513.3
SG2R 17	2701.8
SG1R 18	2800.9
SP2R 19	2140.2
SGVR 20	3438.2

Fuente: esta investigación

Ensayos realizados por el Instituto Colombiano Agropecuario en Tibaitatá (2550 msnm) con variedades rusas de girasol mostraron rendimientos de 1160 a 1243 Kg/Ha, mientras que con la variedad RELAX de Pakistán se obtuvo rendimientos de 1531 Kg/Ha. Este estudio muestra la superioridad en cuanto a rendimiento de los materiales evaluados.

El análisis de correlación presenta un coeficiente de $-0,3269^{**}$ entre rendimiento e infertilidad, que es bajo y negativo, mostrando una relación inversa entre estas dos variables; entre las variables rendimiento y número de semillas el coeficiente de correlación es $0,6620^{**}$, siendo alto y positivo, demostrando que la carga final en los materiales se asocia al número de semillas en cada planta; las variables rendimiento y peso de 100 semillas presentan una correlación alta y positiva ($r=0,8921^{**}$), mostrando que los rendimientos en cosecha están asociados con el adecuado llenado de las semillas en el ciclo de cultivo; entre rendimiento y vaneamiento el coeficiente de correlación es $-0.0828ns$, no hay asociación entre variables, el rendimiento final no fue afectado por las semillas vanas lo que

confirma la baja correlación con la variable infertilidad y entre rendimiento y relación semilla- almendra el coeficiente de correlación $-0,2698^*$ relación baja y negativa, muestra poca asociación, la cantidad de almendra dentro de la semilla, no disminuyó el rendimiento lo que hace más importante al peso (Ver Anexo Q).

4. CONCLUSIONES

- En la evaluación del ciclo de vida, que comprende las variables días a floración, días a formación de semilla, días a madurez fisiológica y días a secamiento de semilla, los materiales SP2R 19 y SMVR 10 mostraron mayor precocidad en comparación al resto del grupo en estudio, con 173,6 y 177 días respectivamente.
- El material SMVR 10 adelantó su ciclo en las etapas de floración a madurez fisiológica, retardándolo en madurez de cosecha, mientras que SP2R 19 fue más precoz en las últimas etapas del ciclo.
- Dentro de las características morfológicas, para la variable altura de planta la selección SM2R 11 con 137,4 centímetros, mostró el mayor promedio.
- Igualmente para diámetro floral y diámetro total de capítulo, las selecciones SP2R 19 y SM2R 7 con 18,2 y 16,5 cm respectivamente, para la primera variable y las selecciones SM2R 14 y SG2R 17 con 30,4 y 30 cm en la segunda variable obtuvieron los valores más altos.
- En la variable infertilidad, la selección SP2R 5 con 5,9% mostró el valor más bajo, en comparación a la selección SM2R 11 con 19,9% que obtuvo el valor más alto.
- Para número de semillas por planta, se concluye que: SM2R 11 con 602,8 semillas, tuvo el valor más alto, posible característica importante para futuras selecciones ya que esta variable se relaciona directamente con el rendimiento.
- En cuanto a peso de cien semillas, los materiales SGVR 9 y SGVR 20 con 10,4 y 10,2 gramos por cien semillas, fueron las selecciones con mejor peso, característica fundamental que se relaciona con buenos rendimientos
- Para la variable vaneamiento el material SG1R 18 con 26,4%, tuvo el valor más alto en comparación a SP2R 5 con 12,2% que tuvo el valor más bajo, mostrando este último características promisorias para otros estudios.
- En la relación semilla – almendra, la selección SM2R 7 con 85,2% tuvo el mejor resultado, mostrando mayor cantidad de almendra en la semilla, característica muy importante especialmente en materiales destinados para extracción de aceite.

- Para rendimiento, las selecciones SGVR 9 y SGVR 20, que mostraron los mayores pesos de semilla, fueron las de mejor rendimiento con 3403,3 y 3438,2 kilogramos por hectárea, siendo estos los materiales más promisorios para que el agricultor los emplee en siembras sucesivas.

5. RECOMENDACIONES

- La evaluación realizada por este estudio arrojó resultados preliminares, por tanto se cree conveniente que se continúe dicha evaluación con los mejores materiales teniendo en cuenta sus características promisorias.
- Evaluar la aceptación por parte del agricultor de materiales promisorios de girasol, mostrando el mejoramiento de la calidad de vida, dadas las bondades de sus múltiples usos.

BIBLIOGRAFIA

AGUDELO, Alfonso y BASTIDAS, Gabriel. El girasol un cultivo con futuro. En: Agricultura Tropical. Vol. 7, No. 35 (1984); p. 23-29

COLOMBIA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. El cultivo del girasol. Palmira: ICA, 1993. 265 p.

COLOMBIA. INTITUTO GEOGRAFICO AGUSTÍN CODAZZI. Diccionario geográfico de Colombia. Bogotá: IGAC, 1996. 570 p.

GARCIA, Fernando. El girasol y su cultivo. En: La Tierra. Vol.1, No. 18 (1963); p. 180-181

GARCIA, Hernando. Flora Medicinal de Colombia. 3 ed. Bogotá: Mundo Editores, 1992. 507 p.

GOMEZ MARTINEZ, Mónica Patricia. Caracterización morfoagronómica de tres tipos de girasol (*Helianthus annuus* L.), en una región del Valle del Cauca. Pasto, 1986, 120 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

GONZALEZ, José et al. Desarrollo de las raíces activas del girasol bajo condiciones de sequía. En: Investigación Agraria: Producción y protección vegetales. Vol. 1, No. 2 (1987); p. 67-87

GOSTINCARI, Josué y YUSTE, Marín. Biblioteca de la Agricultura. Barcelona, España: Lexus, 1998. p. 486 – 492

OSPINA, Jaime. Oleaginosas, girasol. En : Terranova. Vol. 1 (1998); p. 149-150

SANCHEZ, Antonio. Cultivos Oleaginosos. México : Trillas, 1985. 72 p.

VALENCIA, Santiago. Caracterización de 20 genotipos de girasol (*Helianthus annuus* L.) por su rendimiento, contenido y calidad de aceite, bajo tres condiciones ambientales. En: Chapingo. Vol. 16, No. 77 (1992); p. 44-48

VASQUEZ, Martín. Es rentable producir girasol?. En : Asiava. No. 21 (1987); p. 21-24

VIOREL, Albert. El Girasol. Madrid: Mundi-Prensa, 1977. 380 p.

www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/girasol.asp.

Anexos

Anexo A. Andeva para Ciclo de Vida de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA CICLO DE VIDA EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL CUADRADOS MEDIOS

FV	GL	DIAS A FLORACION	DIAS A FORMACIÓN DE SEMILLA	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA	DIAS A MADUREZ DE COSECHA	F Tab
TRATAMIENTO	19	226,4**	193,6**	330,5**	419,2**	1,8 (0.05)
BLOQUES	2	28,3	22,4	19,7	14,8	2.4 (0.01)
ERROR	38	14,3	30,6	42,4	41,1	
TOTAL	59					

Fuente: esta investigación

CV% 3.34% 3.42% 3.64% 3.38%

** Diferencia altamente significativa

Anexo C. Andeva para Variables Productivas de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus L.*), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

**ANÁLISIS DE VARIANCA PARA VARIABLES PRODUCTIVAS
EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL CUADRADOS MEDIOS**

FV	GL	FERTILID	NUMERO SEMILLAS POR PLANTA	PESO 100 SEMILLAS	VANEA MIENTO	SEMILLA ALMENDRA	RENDIMIENTO	F Tab
TRATAMIENTO	19	53,2**	17240,3**	9.5**	53.9**	261.6**	1486317**	1,8 (0.05)
BLOQUE	2	23,7	1801,9	0.5	37.2	37,87	13861	2.4 (0.01)
ERROR	38	3,8	1034,9	0.15	6.6	41,71	421046,5	
TOTAL	59							

Fuente: esta investigación:

CV% 17.32% 6,96% 14.8% 5,64% 12,17% 7,8%

** Diferencia altamente significativa

Anexo D. Prueba de Tukey para Días a Floración de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.

**COMPARACIÓN DE PROMEDIOS PARA DIAS A FLORACION
EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL**

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SGVR 20	98	A
SMVR 10	100,3	AB
SP2R 3	104,6	ABC
SP2R 19	104,6	ABC
SG1R 18	105	ABC
SGVR 9	108,3	ABCD
SP2R 4	110,6	BCDE
SP2R 1	110,6	BCDE
SG2R 17	110,6	BCDE
SM2R 14	111,3	BCDE
SM2R 13	112,6	CDE
SPUR 6	115,3	CDEF
SP2R 16	118,6	DEFG
SM2R 7	118,6	DEFG
SM2R 15	118,6	DEFG
SM1R 8	120,6	EFG
SM2R 12	122	EFG
SM1R 2	124,6	FG
SP2R 5	125	FG
SM2R 11	130	G

Fuente: esta investigación

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 11,77

Selecciones con la misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas

Anexo E. Prueba de Tukey para Días Formación de Semilla de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.

COMPARACION DE PROMEDIOS PARA DIAS A FORMACIÓN DE SEMILLA EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SMVR 10	135,6	A
SP2R 1	155,6	B
SGVR 20	156,3	BC
SP2R 3	159	BCD
SG1R 18	159	BCD
SP2R 19	159	BCD
SP2R 4	159	BCD
SM2R 13	159	BCD
SM2R 15	161	BCD
SM2R 14	162	BCD
SGVR 9	163,6	BCD
SP2R 5	163,6	BCD
SP2R 16	163,6	BCD
SG2R 17	163,6	BCD
SM2R 12	166	BCD
SPUR 6	166	BCD
SM2R 7	166	BCD
SM1R 8	168,3	BCD
SM1R 2	173	CD
SM2R 11	176	D

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 17,1

Anexo F. Prueba de Tukey para Días a Madurez Fisiológica de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

COMPARACION DE PROMEDIOS PARA DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SMVR 10	163	A
SP2R 1	165,6	AB
SG1R 18	166	AB
SP2R 19	166	AB
SGVR 20	166	AB
SM2R 13	170,6	ABC
SP2R 3	173	ABCD
SP2R 4	173	ABCD
SPUR 6	175,6	ABCD
SM2R 14	178	ABCD
SGVR 9	180,3	ABCDE
SM2R 7	180,6	ABCDE
SM2R 15	181	ABCDE
SP2R 16	183,3	BCDE
SM1R 8	185,6	BCDE
SM2R 12	186,3	CDE
SM1R 2	188	CDE
SG2R 17	192,6	DE
SP2R 5	192,6	DE
SM2R 11	199,6	E

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 20,2

Anexo G. Prueba de Tukey para Días a Secamiento o Madurez de Cosecha de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

COMPARACION DE PROMEDIOS PARA DIAS A SECAMIENTO O MADUREZ DE COSECHA EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SP2R 19	173,6	A
SG1R 18	175	AB
SGVR 20	175	AB
SMVR 10	177	ABC
SP2R 3	181	ABC
SM2R 13	181	ABC
SP2R 1	183	ABCD
SP2R 4	184	ABCD
SPUR 6	184	ABCD
SM2R 14	186,3	ABCDE
SGVR 9	189	ABCDE
SM2R 15	190	ABCDE
SM2R 7	191,6	ABDDE
SP2R 16	192,3	ABCDEF
SM1R 8	194,6	BCDEF
SM2R 12	195,3	CDEFG
SP2R 5	201,6	DEFG
SG2R 17	204	EFG
SM2R 11	212	FG
SM1R 2	214,6	G

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 19,9

Anexo H. Prueba de Tukey para Altura de Plantas de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

**COMPARACION DE PROMEDIOS PARA ALTURA DE PLANTA (cm)
EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL**

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SM2R 11	137,4	A
SPUR 6	130,1	AB
SG2R 17	127,8	AB
SP2R 16	121,6	BC
SM2R 14	120,8	BCD
SG1R 18	118,6	BCDE
SP2R 19	117,8	BCDEF
SM2R 7	114,8	BCDEFG
SP2R 3	114,1	CDEFG
SGVR 9	112,8	CDEFGH
SP2R 1	112,4	CDEFGH
SM2R 15	112	CDEFGH
SP2R 5	111,5	CDEFGH
SM1R 2	108,9	DEFGH
SM2R 13	106,2	EFGHI
SP2R 4	105,8	FGHI
SGVR 20	105,7	FGH
SMVR 10	104	GHI
SM2R 12	101,5	HI
SM1R 8	95,6	I

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 12,5

Anexo I. Prueba de Tukey para Diámetro Floral de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

**COMPARACION DE PROMEDIOS PARA DIÁMETRO FLORAL (cm)
EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL**

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACION
SP2R 19	18,2	A
SM2R 7	16,5	AB
SPUR 6	16,3	ABC
SG2R 17	16,3	ABC
SP2R 3	16,2	ABC
SP2R 16	15,4	ABCD
SMVR 10	15	ABCDE
SM2R 11	14,8	BCDE
SGVR 9	14,7	BCDE
SM2R 12	14,3	BCDE
SM1R 8	14,2	BCDE
SM2R 15	14,1	BCDE
SM2R 13	13,9	BCDE
SM2R 14	13,9	BCDE
SGVR 20	13,8	BCDE
SP2R 1	13	CDE
SP2R 4	13	CDE
SG1R 18	12,6	DE
SP2R 5	12,4	DE
SM1R 2	11,7	E

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 3,4

Anexo J. Prueba de Tukey para Diámetro Total de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

**COMPARACION DE PROMEDIOS PARA DIÁMETRO TOTAL (cm)
EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL**

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SM2R 14	30,4	A
SG2R 17	30	AB
SP2R 19	29,8	AB
SP2R 4	29,4	ABC
SP2R 16	28,7	ABC
SP2R 3	28,6	ABC
SPUR 6	28,4	ABC
SGVR 9	28,2	ABC
SM1R 8	28,2	ABC
SMVR 10	27,1	ABC
SGVR 20	27,1	ABC
SM2R 7	26,9	ABC
SM2R 15	26,2	ABC
SM2R 12	26,2	ABC
SP2R 5	24,8	ABC
SM2R 13	24,7	ABC
SM2R 11	24,3	BC
SM1R 2	24,2	BC
SG1R 18	24	BC
SP2R 1	23,6	C

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5% = 6,13

Anexo K. Prueba de Tukey para Fertilidad de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.

**COMPARACIÓN DE PROMEDIOS PARA FERTILIDAD (%)
EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL**

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SP2R 5	5,9	A
SMVR 10	7,1	AB
SM2R 12	7,2	ABC
SM1R 8	7,4	ABC
SM2R 13	8,2	ABCD
SG2R 17	8,4	ABCDE
SGVR 9	8,4	ABCDE
SP2R 19	9,1	ABCDE
SG1R 18	9,3	ABCDEF
SGVR 20	9,5	ABCDEFG
SM2R 14	12,6	ABCDEFG
SP2R 3	13	BCDEFGH
SP2R 16	13,3	CDEFGH
SM2R 7	13,9	DEFGH
SP2R 1	14,9	EFGHI
SM2R 15	15,2	FGHI
SPUR 6	17,6	GHI
SM1R 2	17,7	HI
SP2R 4	19,9	HI
SM2R 11	19,9	I

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 6,07

Anexo L. Prueba de Tukey para Número de Semillas por Planta de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

COMPARACIÓN DE PROMEDIOS PARA NUMERO DE SEMILLAS POR PLANTA EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SM2R 11	602,8	A
SG2R 17	591,8	AB
SM2R 15	557,5	ABC
SG1R 18	539,8	ABC
SGVR 20	538,9	ABC
SGVR 9	502,1	ABCD
SM1R 2	496,5	BCDE
SP2R 19	490,4	CDE
SM2R 7	488,8	CDE
SM2R 13	488,4	CDE
SM2R 12	483,5	CDE
SPUR 6	435,9	DEF
SP2R 5	416,9	DEF
SP2R 16	413,8	DEF
SP2R 1	397,8	EF
SM1R 8	396,6	EF
SP2R 14	380,4	F
SMVR 10	374,6	F
SP2R 3	372,1	F
SP2R 4	359,2	F

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 99,9

Anexo M. Prueba de Tukey para Vaneamiento de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

**COMPARACIÓN DE PROMEDIOS PARA VANEAMIENTO (%)
EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL**

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACION
SP2R 5	12,2	A
SM2R 13	12,7	A
SGVR 9	13,1	A
SM1R 8	14,1	AB
SP2R 1	14,4	AB
SM1R 2	14,7	AB
SM2R 14	14,9	AB
SP2R 4	16	AB
SP2R 19	16	AB
SGVR 20	16,5	AB
SM2R 11	16,6	AB
SM2R 7	16,8	AB
SM2R 15	17	AB
SP2R 16	17,2	AB
SP2R 3	17,4	ABC
SMVR 10	19,5	ABCD
SG2R 17	21,5	BCD
SM2R 12	25,3	CD
SPUR 6	25,8	D
SG1R 18	26,4	D

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 7,97

Anexo N. Prueba de Tukey para Peso de 100 semillas de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

**COMPARACIÓN DE PROMEDIOS PARA PESO DE 100 SEMILLAS (gr.)
EN SELECCIONES DE GIRASOL**

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SGVR 9	10,4	A
SGVR 20	10,2	A
SG1R 18	9,4	A
SM1R 8	7,8	B
SM2R 14	7,8	B
SG2R 17	7,7	B
SMVR 10	7,2	BC
SM2R 13	6,9	BCD
SP2R 19	6,9	BCD
SM2R 15	6,8	BCD
SM2R 12	6,7	BCD
SP2R 5	6,7	BCD
SM2R 11	6,5	CDE
SP2R 16	5,9	DEF
SP2R 1	5,8	DEF
SP2R 4	5,4	EFG
SP2R 3	4,8	FGH
SM2R 7	4,6	GH
SM1R 2	4,5	GH
SPUR 6	4,1	H

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 1,2

Anexo O. Prueba de Tukey para Relación Semilla-Almendra de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño

**COMPARACIÓN DE PROMEDIOS PARA RELACION SEMILLA –
ALMENDRA EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL**

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SM2R 7	85,2	A
SP2R 5	83,9	AB
SG2R 17	79,7	ABC
SM2R 12	78,7	ABC
SP2R 16	72,9	ABC
SM1R 8	72,7	ABC
SPUR 6	72,5	ABC
SP2R 4	72,2	ABC
SP2R 19	69,7	ABC
SP2R 1	68,3	ABC
SP2R 3	64,3	ABC
SM2R 13	63,8	ABC
SG1R 18	63,4	ABC
SM2R 14	61,8	ABC
SGVR 9	60,7	ABC
SMVR 10	58,9	BC
SGVR 20	57,8	C
SM2R 11	57,7	C
SM2R 15	55,6	C
SM1R 2	54,6	C

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 24,2

Anexo P. Prueba de Tukey para Rendimiento de selecciones individuales de girasol (*Helianthus annus* L.), en una región del Municipio de Pasto, Nariño.

**COMPARACIÓN DE PROMEDIOS PARA RENDIMIENTO (Kg /ha)
EN 20 SELECCIONES DE GIRASOL**

SELECCIÓN	PROMEDIO	CALIFICACIÓN
SGVR 20	3438,2	A
SGVR 9	3420,8	A
SG1R 18	2800,3	B
SG2R 17	2701,8	BC
SM2R 11	2475,5	BCD
SM2R 15	2366,4	BCDE
SM2R 13	2226,8	CDEF
SP2R 19	2140,8	DEF
SM2R 8	1998,4	DEFG
SM1R 14	1903,1	EFGH
SM2R 5	1848,1	FGHI
SP2R 12	1831,7	FGHI
SMVR 10	1638,1	GHIJ
SP2R 16	1513,3	HIJK
SP2R 1	1478,2	HIJKL
SM2R 2	1428,1	HIJKL
SM1R 7	1408,6	IJKL
SP2R 4	1228,6	JKL
SP2R 3	1116,6	KL
SPUR 6	995,8	L

Fuente: esta investigación.

COMPARADOR DE TUKEY 5%= 483,91

