

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



CLASIFICACIÓN DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE GIRASOL

ORNAMENTAL (*Helianthus annuus* L.)

POR:

JESSICA JOSEFINA HUERTA CASTRO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO

DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
CLASIFICACIÓN DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE GIRASOL
ORNAMENTAL (*Helianthus annuus* L.)
PRESENTADA POR
JESSICA JOSEFINA HUERTA CASTRO

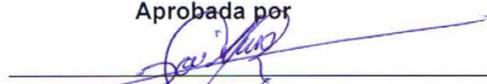
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

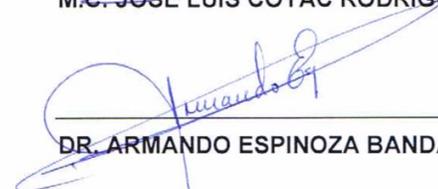
INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobada por

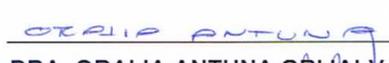
PRESIDENTE


M.C. JOSE LUIS CÒYAC RODRIGUEZ

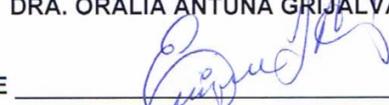
VOCAL


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL


DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

VOCAL SUPLENTE


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNANDEZ TORRES


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

CLASIFICACIÓN DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE GIRASOL
ORNAMENTAL(*Helianthus annuus L.*)

PRESENTADA POR

JESSICA JOSEFINA HUERTA CASTRO

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

ASESOR PRINCIPAL


MC. JOSÉ LUIS COYAC RODRIGUEZ

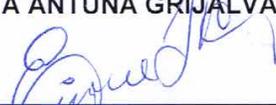
ASESOR

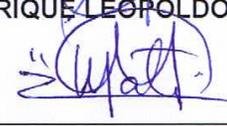

DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR


DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR


ING. ENRIQUE LEOPOLDO HERNANDEZ TORRES


M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


Coordinador de la División de
Carreras Agronómicas

COORDINADOR INTERNO DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE, 2015

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por permitirme cumplir un sueño que hoy es una realidad, por darme la oportunidad de ser quien lucha por sus sueños y anhela ser mejor cada día como persona.

A mis padres **Héctor Salvador Huerta Guajardo y Ma del Socorro Castro Rodríguez**, por todo su apoyo y comprensión que en cada paso de esta etapa de mi vida han estado presentes, que con esfuerzo, dedicación, me han dado todo lo que está a su alcance, esas palabras que me alentaron a luchar día a día, que en los momentos más difíciles me hicieron entender que no debía darme por vencida, que tengo que lograr lo que me proponga, gracias por todo los amo.

A mis hermanos **Andrés y Héctor Abraham**, que siempre se preocupan por mí, que siempre han estado a mi lado que con su cariño, amor, comprensión, consejos, regaños, me alientan a superar los obstáculos a los que nos enfrentamos, a luchar por lograr mis sueños, a entender que siempre la vida continua así tu caigas. Con ustedes aprendí a trabajar lo que el día de hoy es mi pasión, formara parte de mi vida, a ustedes gracias los amo.

A mis abuelos **†Lucio Huerta Reyes y Josefina Guajardo Gamíz**, a ustedes gracias por todas sus enseñanzas, por siempre estar con migo por sus consejos por apoyarme, por sus consejos y compartir sus experiencias de vida. A mi abuelito **† Lucio** por enseñarme lo que es el amor, el amor a la vida, el amor a la tierra, lo que es ser feliz, por enseñarme lo que es luchar cada minuto cada segundo por ser feliz, a usted gracias, donde quiera que este muchas gracias.

A mi sobrino **Lucio Andrés** gracias por aparecer en nuestras vidas y por ser el niño más hermoso y cariñoso, te adoro eres el mejor regalo que dios nos ha enviado te amo.

A mi novio **Aldo Sánchez de Jesús**, gracias por todos los momento y por el apoyo que me brindaste en los momentos de alegría y tristeza, gracias por formar parte de este sueño y parte de mi vida.

A mis profesores gracias por sus enseñanzas, al **M.C. José Luis Coyac R., Dra. Oralia Antuna, Dr. Armando Espinoza Banda, Ing. Leopoldo Hernández** muchas gracias por su apoyo, por trasmitirme algo de su conocimiento, por su tiempo, por guiarme para cumplir mi objetivo, por darme las herramientas que me ayudaron a conocer el mundo real, les agradezco cada palabra de apoyo, estaré siempre muy agradecida con ustedes.

A mi **ALMA TERRA MATER**, por abrir sus puertas para recibir una nueva alumna y proporcionarle las bases para su formación profesional, y formar una profesionista, quien que realizara su labor con principios, amor y respeto a el campo y a la sociedad.

DEDICATORIA

A **DIOS** por darme la oportunidad de vivir para lograr mi objetivo.

† A mi abuelo **LUCIO HUERTA REYES**, por lo que un día prometí, “mi logro es dedicado a un hombre especial en mi vida a mi abuelito”.

A mis padres **HECTOR y SOCORRO**, sin ellos esto no hubiera sido posible, mi logros son gracias a ustedes.

A mis hermanos **ANDRES y HECTOR ABRAHAM**, lo que un día inicio con una despedida y consejos hoy sigue con un gracias y un futuro

A mi sobrino **LUCIO ANDRES**, a mis abuelos, **JOSEFINA, JOSEFINA Y ESTEBAN** todo lo que un día soñé se comienza a cumplir.

A mi novio **ALDO** tu formas parte de este logro por esto y mucho más.

Este logro es dedicado a ustedes por todo su apoyo incondicional y siempre estar a mi lado, en cada momento y decisión, por todo esto muchas gracias siempre los llevare en mi corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN GENERAL	viii
1 CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 Importancia mundial del girasol	1
1.1.1 <i>Uso como ornamental</i>	2
1.1.2 <i>Uso como forraje</i>	3
1.1.3 <i>Otros usos</i>	3
1.2 Importancia nacional	4
1.3 Antecedentes de mejoramiento de girasol en México	5
1.4 Objetivos	8
1.5 Hipótesis	8
2 CAPITULO 2. POTENCIAL GENÉTICO Y DIVERSIDAD DE LÍNEAS DE GIRASOL	9
2.1 RESUMEN	9
2.2 INTRODUCCIÓN	10
2.3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
2.3.1 <i>Variables cuantitativas</i>	13
2.3.2 <i>Variables cualitativas</i>	14
2.3.3 <i>Análisis de datos</i>	15
2.4 RESULTADOS.....	16
2.4.1 <i>Gráficos de Estrellas</i>	16
2.4.2 <i>Correlaciones fenotípicas</i>	28
2.4.3 <i>Componentes Principales</i>	30

2.5	DISCUSIÓN	35
2.6	CONCLUSIONES	37
2.7	LITERATURA CITADA.....	37
3	CAPITULO 3. IDEOTIPOS DE LÍNEAS DE GIRASOL PARA FLOR DE CORTE, MACETA, PRODUCCIÓN DE GRANO Y PAISAJISMO.....	40
3.1	RESUMEN	40
3.2	INTRODUCCIÓN	41
3.3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
3.3.1	<i>Variables cuantitativas</i>	46
3.3.2	<i>Variables cualitativas</i>	48
3.3.3	<i>Análisis de datos</i>	48
3.4	RESULTADOS.....	49
3.5	DISCUSIÓN	54
3.6	CONCLUSIONES	56
3.7	LITERATURA CITADA.....	56
4	DISCUSIÓN GENERAL.....	57
5	CONCLUSIONES GENERALES	59
6	LITERATURA CITADA GENERAL	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Producción, superficie sembrada y rendimiento en el mundo (SAGARPA, 2010).....	2
Figura 2.1. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 1 a 24)	17
Figura 2.2. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 25 a 48)	19

Figura 2.3. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 49 a 72)	20
Figura 2.4. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 73 a 96)	22
Figura 2.5. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 97 a 120)	24
Figura 2.6. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 121 a 144)	26
Figura 2.7. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 145 a 165)	27
Figura 2.8. Matriz de dispersión de datos estandarizados de girasol (165 entradas)	29
Figura 2.9. Varianzas propias de cada uno de los componentes principales en 15 variables de girasol	31
Figura 2.10. Biplot de dispersión para 165 genotipos de girasol. Componentes Principales 1 y 2, y su respectiva varianza explicada.....	33
Figura 3.1. Screeplot de componentes y sus eigenvalues con respecto a 3 ajustes estadísticos., para detección de grupos y similitudes en girasol	50
Figura 3.2. Dendrograma de 165 genotipos de girasol y su correspondiente agrupación, de acuerdo a los componentes principales extraídos mediante ajuste de Harman.....	52

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 2.1.....	31
-----------------	----

RESUMEN GENERAL

El girasol es una especie con potencial genético para diversos usos. En la actualidad se aprovecha para la extracción de aceite y producción de grano. También se usa como alternativa de forraje, y uno de los usos potenciales es como ornamental para flor de corte, siendo un cultivo con diversidad de colores atractivos a la vista; del mismo modo, puede ser empleado efectos de paisajismo o planta en maceta, lo que representa una alternativa en la floricultura. El presente estudio se realizó con la finalidad de caracterizar los genotipos de acuerdo a la diversidad y potencial genético; asimismo se buscó determinar que ideotipos eran los adecuados para satisfacer posibles necesidades de consumo, aprovechando la diversidad, y el potencial del germoplasma. La investigación se realizó en la UAAAN- UL, en donde se valoró potencial genético de 165 genotipos, de los cuales se registraron 16 variables para la clasificación del material genético. De acuerdo con los resultados, algunos genotipos sobresalientes fueron 1402-13-3, 1401-110-13, 1402-22-3, 1409-3-9 y 1405-2-4, para paisajismo; para características de flor de corte fueron destacaron 1402-31-1, 1406-36-1, 1401-6-2, 1401-27-1, SSE-MH-56-73_, 1410-2-1; por otro lado, los genotipos 1405-27-10, 1410-10-1, 1405-22-7, 1401-61-17, así como 1402-13-3, 1401-110-13, 1402-22-3, 1409-3-9, 1405-2-, 1405-4-11, 1405-31-1, 1405-1-14, 1405-28-6, fueron interesantes para aprovechar como planta en maceta, o bien por su altura y presencia de ramificaciones, algunas pueden ser empleadas para la producción de forraje o por su alto rendimiento, para producción de grano.

Palabras clave: Floricultura, Ideotipos, Diversidad, Potencial Genético, Genotipos

1 CAPITULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1 Importancia mundial del girasol

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una especie vegetal nativa de América del Norte (Melgarejo, 2003). Como cultivo se utiliza principalmente por su semilla, obtención de aceite, como forraje por su alto contenido proteico (Robles, 1985) y con fines ornamentales (flor de corte, planta en maceta, paisajismo); para la flor de corte se interrumpe su ciclo biológico natural de planta es por ello que el producto tiene duración natural temporal, a diferencia de las planta es macetas se utilizan para decorar los ambientes interiores, ventanas (Morisigue *et.al.*, 2012). Antiguamente también se usaba como fuente de pigmentos, Uso como grano

El girasol es una planta básica en la alimentación humana y en la de los animales. De acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos se estima que la producción mundial de girasol para grano, para el ciclo 2015-2016 será de 38.84 millones de toneladas. La producción mundial del año 2014 fue de 40.24 millones de toneladas, lo que representa una disminución de 1.4 millones de toneladas (USDA, 2015).

Existen países que tienen mayor superficie y mayor producción como lo son Rusia, Argentina y Ucrania, sin embargo, no se caracterizan por contar con los mayores rendimientos. En contraste, Francia y Hungría tienen el mayor rendimiento; esto se debe a que han desarrollado y cuentan con nuevas variedades de girasol para mejorar el rendimiento (SAGARPA, 2010).

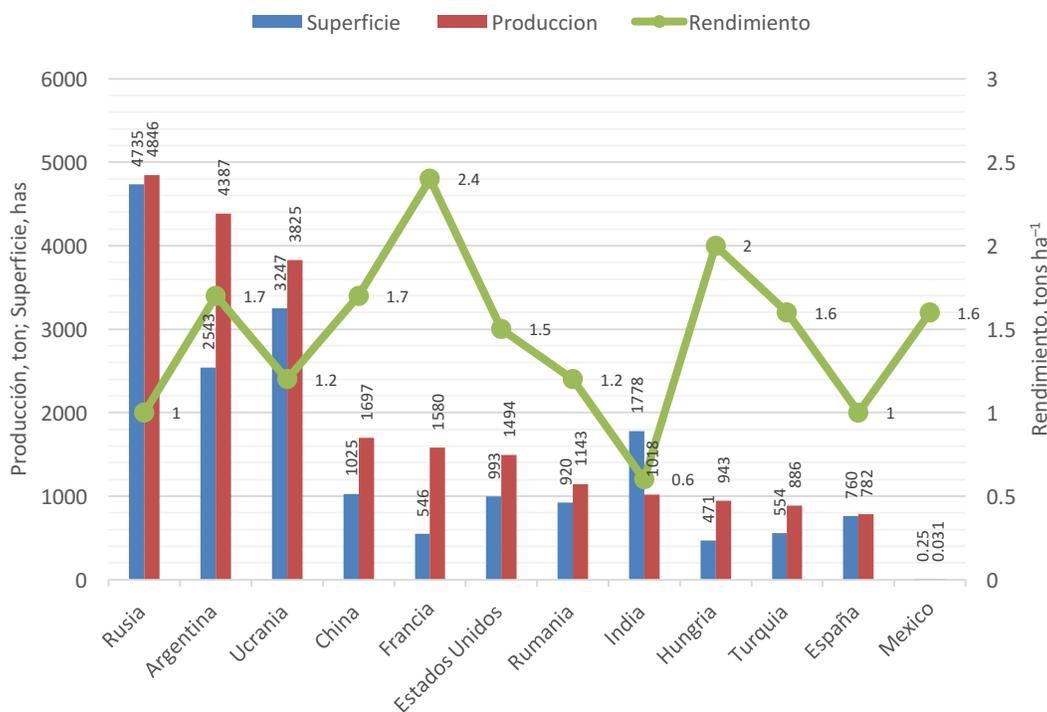


Figura 1.1. Producción, superficie sembrada y rendimiento en el mundo (SAGARPA, 2010)

1.1.1 Uso como ornamental

Según Melgares (2001), el girasol se ha utilizado como ornamental cuando fue introducido a Europa, el primer uso de este cultivo fue el de planta ornamental, al poco tiempo de su introducción la planta comenzó a cultivarse en los reales botánicos de Madrid. En 1568 se publica la primera descripción detallada de la planta por Dodonaeus. En lo ornamental se busca un capítulo no muy grande debido a que de lo contrario esto impediría su uso como flor de corte.

En la producción mundial de flores destaca ocupando más de 190,000 ha. Los mayores productores son Holanda 7,378 ha, Estados Unidos 20,181 ha y Japón siendo que estos controlan hasta el 50% de la producción y más del 20% del área de producción (Gómez, 2011).

1.1.2 Uso como forraje

El girasol (*Helianthus annuus L.*) es una dicotiledónea adaptada a climas templados, tropicales y subtropical, existen factores que promueven el cultivo de girasol para la producción de ensilajes como la capacidad de utilizar el agua disponible en el suelo y la tolerancia a las temperaturas; siendo este forraje que contiene un alto valor proteico por su elevado contenido de aceite, y también aporta un alto valor energético (Ribeiro *et. al.*, 2007).

1.1.3 Otros usos

El girasol también es utilizado empleado para la extracción de aceite, aunque la producción del girasol no figure en el comercio mundial de las oleaginosas, para la producción de granos se sabe de un déficit del 95% que padece este tipo de granos (Sagarpa, 2010).

Es característico por sus aplicaciones culinarias, el aceite de girasol tiene características sensoriales suaves, agradables así mismo ha sido utilizado en ensaladas, salsas etc. El consumo de las semillas de girasol es un alimento para humanos rico en nutrientes; para la alimentación de animal son utilizados pos

pellets o harinas proteicas, estas son derivadas de la extracción de la semilla de girasol (Melgarejo, 2003).

1.2 Importancia nacional

A nivel nacional se cultivan girasol considerado una oleaginosa para la extracción de aceite, que ocupa el sexto lugar después del cártamo, soya, cacahuate, ajonjolí y canola (CONASIPRO, 2008). Recientemente se ha demostrado que México es el centro de origen de esta especie (Lentz, 2008). Es por esto que en algunos estados de México se encuentran grandes poblaciones silvestres que pueden ser encontradas en los estados de Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, y otros 16 estados de la república (SINAREFI, 2012).

En México la superficie sembrada para grano en 2007 fue de 230 ha, con una producción de 93 toneladas en el estado de México y Morelos, que se registran como los únicos productores (SAGARPA, 2010); sin embargo, esta cantidad es insuficiente para el consumo interno, por lo que anualmente la industria importa aproximadamente cerca de 130 mil toneladas lo cual representa casi el 100% de la demanda, es por ello que el girasol mexicano no se asegura en el comercio mundial.

Los estados con mayor superficie cosechada de girasol para grano son Morelos, Nayarit, baja california sur y norte, Campeche y Coahuila. Sin embargo la superficie establecida va decreciendo en Tamaulipas y Sonora ya que en los últimos años no se tiene el registro datos de cosecha (CONASIPRO, 2008)

En México se cultiva girasol para forraje en los estados de Durango y Jalisco que se siembra un total de 298.35 ha siendo la producción de del ciclo 11976.96 ton con rendimiento por hectárea de 40.14 ton; (SIAP, 2014)

1.3 Antecedentes de mejoramiento de girasol en México

Con base en las necesidades, a lo largo del tiempo se ha buscado mejorar las características agronómicas como: rendimiento, alto contenido del aceite (Cabrera, 2007¹), precocidad, porte bajo, uniformidad en la altura y en la floración y resistencia a insectos y enfermedades. Recientemente, el programa de mejoramiento genético de cultivos básicos, forrajes y oleaginosas de la UAAAN UL, se ha enfocado en el mejoramiento genético para propósitos ornamentales de esta especie (Concilco, 2004²; Coyac, 2007³, Barrera, 2007⁴)

En la producción comercial de girasol inicialmente se empleaban variedades de polinización libre de origen ruso Peredovik, Cernianka, Smena y el grupo de VNIIMKS, entre otras, ya que eran las que predominaban a nivel

¹ Cabrera S.R. 2007, Efectos genéticos y Heterosis en cruzas de girasol cultivado X silvestre (*Helianthus annuus* L.), Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México.

² Concilco A.M.R. 2004 selección y evaluación de líneas S1 de girasol (*Helianthus annuus* L.) con características ornamentales Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México.

³ Coyac R.J.L. 2007, Caracterización multivariada de cruzas de girasol cultivado X silvestre (*Helianthus annuus* L.) con propósitos ornamentales, Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México.

⁴ Barrera O.M.E.N 2007, Parámetros Genéticos en cruzas de girasol cultivado X silvestre (*Helianthus annuus* L.) con propósitos ornamentales, Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México

mundial. Después estas variedades fueron utilizadas para derivar nuevos materiales (Ortegón, *et. al.*, 1993).

De acuerdo con los datos de Gahnavati y Nahavandi (1981), se han derivado nuevas variedades a partir de Record y VNIIMK tardíos. Dichas poblaciones fueron derivadas para alto rendimiento de grano y contenido de aceite, siendo iguales a sus progenitores (Ortegón *et. al.*, 1993).

Según Vranceanu (1977), las variedades Select y Record fueron derivadas de la variedad VNIIMK 8931, 1646 y Peredovik formadas por hibridación. Espinoza y Román (1985), formaron la variedad Victoria que fue derivada de Cernianka. Similarmente, en 1985, Ortegón y Escobedo formaron la variedad RIB-77 proveniente de la variedad Peredovik con la población SARH-1 (Ortegón *et. al.*, 1993).

Smena es una de las variedades más tardías debido a que requiere de 110-130 días para alcanzar su madurez, y puede alcanzar hasta un 40% más de aceite que Peredovik y Vniimk-1646. Una de las variedades que se caracteriza por ser precoz es Lenissel, la cual ha sido recomendadas para siembras tardías (Gallegos y Velazco, 1970).

La variedad Krasnodarets una variedad proveniente de Canadá con un ciclo vegetativo más corto que Peredovik (Robles, 1985).

Robles (1980) derivó la variedad Tecmon-1, que se caracteriza por tener un porte bajo de 1.50 m. Esta variedad tiene un ciclo vegetativo de 100-110 días, que

es ideal para siembra de temporal. Tecmon-51, desarrollada por el mismo investigador, es una variedad forrajera que puede alcanzar un rendimiento en 40-50 toneladas (Ortegón *et. al.*, 1993).

En 1986, Robles derivó nuevas variedades para producción de grano, y aceite, las cuales denominó Tecmon-2 y Tecnom-3 (Ortegón *et. al.*, 1993). En México es utilizada la variedad híbrida Big-Top, bajo condiciones de riego, para la producción de grano (Robles, 1985).

En el país la actividad ornamental es favorecida por las condiciones climáticas naturales (diversidad de climas), menor costo en la mano de obra, en la actualidad la actividad la producción de ornamentales ha tomado relevancia económica, estimando que se cuenta con 14400 hectáreas cultivadas con flores, mismas que se concentran en 5 estados de la República Mexicana, de la producción el 90% es destinada al comercio local, y el 10% destinado a la exportación (FUNPROVER, 2008).

En México se sembró para el ciclo agrícola OI-PV 2014, en los estados de Morelos y México 285.5 ha de girasol para flor, siendo la producción total de 128459.50 teniendo un rendimiento por hectárea de 444.34 ton (SIAP, 2014).

A este respecto, el programa de mejoramiento genético de la UAAAN UL cuenta con líneas ornamentales de girasol con potencial de liberación, las cuales se encuentran en proceso de selección y evaluación (Coyac *et al.*, 2015).

1.4 Objetivos

Identificar grupos de líneas experimentales con potencial para distintos usos como flor de corte, planta en maceta, producción de grano, paisajismo, etc.

Clasificar o agrupar las líneas por sus características agronómicas de acuerdo con los ideotipos que se proponen para sus diferentes usos.

Seleccionar genotipos tolerantes a factores bióticos y abióticos adversos.

1.5 Hipótesis

Existen líneas con un potencial genético para ser aprovechadas en los diferentes usos.

Es posible seleccionar con las características ideales de acuerdo con los ideotipos propuestos.

Las líneas seleccionadas tienen tolerancia a efectos ambientales adversos como es el caso de bajas temperaturas, acames, etc.

2 CAPITULO 2. POTENCIAL GENÉTICO Y DIVERSIDAD DE LÍNEAS DE GIRASOL

Jessica Josefina Huerta–Castro, José Luis Coyac–Rodríguez, Mariela Olguín–Villeda, Armando Espinoza–Banda, Oralia Antuna-Grijalva.

2.1 RESUMEN

En el mundo existe el interés por mejorar la producción alimentaria así como mitigar el hambre, emplear cultivos alternativos o para deleitar la vista con plantas ornamentales. Existe por lo tanto interés por especies como el girasol, cuyos usos son muy diversos y el potencial de este es muy amplio el cual puede ser utilizado como ornamentales, alimento para distintas especies animales, para consumo humano, etc. El propósito del presente estudio fue conocer el potencial genético y la diversidad de las líneas para los distintos usos. El trabajo fue llevado a cabo en la UAAAN-UL, en Torreón Coahuila. Se evaluaron 165 genotipos, los cuales presentaron diversidad y características de utilidad para su uso como flor de corte, planta en maceta, producción de grano y paisajismo. Se registraron 16 variables descriptivas para los genotipos. En total 4 componentes principales acumularon 68 por ciento de la varianza total. Se concluye que dentro de este selecto grupo de líneas existe germoplasma potencial para la generación de variedades de interés comercial.

Palabras clave: Germoplasma, ornamental, variación, fenotipos, *Helianthus annuus* L.

2.2 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el SINAREFI (2015), el girasol se encuentra de manera natural desde el norte de México hasta el sur de Canadá, ya que es de fácil adaptación a diferentes ambientes, debido a su diversidad genética, por lo que actualmente se cultiva en todo el mundo.

Según Saler y Riesberg (1997), el género *Helianthus* pertenece a la familia *Asterácea*, subfamilia *Asteroideas*, tribu *Heliantheae* y contiene 48 especies distintas (diferentes niveles de ploidía). De acuerdo con Jansson y Buckler (2007), la diversidad de semillas ofrecen una valiosa oportunidad para el mejoramiento de los cultivos, así como para lograr el aprovechamiento de los recursos genéticos, además de una caracterización fenotípica de los materiales, como la resistencia a patógenos, índices de calidad química, nutricional, rendimiento entre otros (Moreno, 2010). Además, es factible aprovechar la utilización de la diversidad del girasol para utilizarlo en otros usos debido a su gran potencial genético como forraje, obtención de aceite, y como ornamental.

Actualmente existe un gran interés por las especies vegetales silvestres con potencial ornamental para la incorporación a ciertos espacios (lugares urbanos, periurbanos, etc.). México es un país reconocido por su diversidad vegetal; algunas especies ornamentales han sido aprovechadas; para el caso del girasol hay demasiado interés debido a que el país es centro de origen (Lentz et al.,

2008), además de una muy amplia adaptación y un gran potencial ornamental (Coyac, 2007⁵).

En México actualmente se realizan algunas prácticas para la conservación de girasol silvestre, variedades criollas, así como el incremento y caracterización taxonómica y varietal de colectas y mejoramiento genético para generar variedades para el consumo humano, lo cual indica que el girasol tiene gran potencial genético (SINAREFI, 2015). El objetivo principal de este trabajo fue identificar la diversidad del germoplasma contenido en el Programa de Mejoramiento Genético del Grupo Interdisciplinario de Cultivos Básicos de la UAAAN UL, así como su potencial genético.

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL, 25°36'25" LN, 103°22'16" LO, 1124 msnm), durante los ciclos primavera y verano de 2014.

La selección de las líneas a evaluar se llevó a cabo de acuerdo a una selección fenotípica realizada en el ciclo primavera 2014, en donde además de seleccionar, se procedió al incremento de semilla. Para dicho ciclo se

⁵ Coyac R.J.L., 2007, Caracterización multivariada de cruas de girasol cultivado X silvestre (*Helianthus annuus L.*) con propósitos ornamentales, Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila México

establecieron 155 líneas, de las cuales buscaron los materiales más sobresalientes para uso ornamental

En el ciclo verano–otoño de 2014 se estableció un ensayo que comprendía 155 líneas seleccionadas del ciclo anterior, así como un compuesto de características ornamentales y otro de características para grano; se incorporaron al grupo a evaluar un total de cuatro variedades comerciales, y siete progenitores tanto de tipo silvestre como cultivado (los parentales originales del material seleccionado) para dar un total de 168 genotipos. El origen genealógico de las líneas del programa de mejoramiento es proveniente de los trabajos de Coyac (2007)⁶, Barrera (2007)⁷ y Olguín (2014)⁸.

La siembra se realizó el 17 de septiembre de 2014, y el arreglo experimental de campo fue en bloques incompletos (alpha–lattice) con 2 repeticiones por genotipo, y un surco de 3 m por parcela experimental. La distancia entre plantas fue de 25 cm, para dar un total de 12 plantas por surco, y una densidad de 53,868 plantas ha⁻¹. En total hubo 336 parcelas experimentales.

Se empleó un sistema de riego por goteo empleando cintilla; para la aplicación de fertilizantes se llevó a cabo implementando el sistema de Venturi, el tratamiento de fertilización fue 80-60-00. El control de malezas y plagas se realizó

⁶ Coyac R.J.L. 2007, Caracterización multivariada de cruzas de girasol cultivado X silvestre (*Helianthus annuus* L.) con propósitos ornamentales, Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México.

⁷ Barrera O.M.E.N 2007, Parámetros Genéticos en cruzas de girasol cultivado X silvestre (*Helianthus annuus* L.) con propósitos ornamentales, Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México

⁸ Olguín V.M. 2014, Potencial genético y diversidad de germoplasma de girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México

de acuerdo con las recomendaciones para el cultivo de maíz en la región (Reta et al., 2002).

El registro de datos se llevó a cabo en tres plantas por parcela experimental, tomadas al azar, pero siempre garantizando plantas con competencia completa.

2.3.1 Variables cuantitativas

Emergencia (EM, días) se registró en días (tomado en días después de la fecha de siembra), dicho dato considerándose desde que se aplicó el riego de establecimiento; se consideró a partir del 50%.

Aparición de botón (APB, días) a partir del desarrollo completo del botón floral, considerando el 50% del total de las plantas en la parcela. Se registró en días después de la siembra (DDS)

Primera flor (PrF, días) la primera floración fue registrada cuando la primera planta de cada parcela presentó floración tubular.

50% de floración (MF, días) la floración fue registrada cuando el 50% de las plantas de la parcela mostraron flores.

Última flor (UF, días) el registro la última flor en abrir de cada una de los genotipos evaluados

Altura de planta (AP, m) se consideró la altura desde la base del tallo, hasta donde inicia el aquenio, la medición se realizó con estadal, tomando la medida en la fase de llenado de grano.

Numero de hojas (NH, adimensional) Se contabilizó el número total de cada una de las plantas y la sumatoria se promedió respecto a las tres plantas con hojas contabilizadas; el conteo de las hojas se realizó durante el llenado de grano.

Diámetro interno de capitulo (DIC, cm) Se registró el diámetro correspondiente a las flores tubulares (centro del capítulo) correspondiente a la formación posterior del aquenio; el dato fue medido en la etapa de llenado de grano, utilizando una cinta métrica.

Numero de ramificaciones (NR) se contabilizaron el número de ramas presentes por planta y la sumatoria se promedió respecto a las plantas consideradas. El número de ramificaciones fueron consideradas no importando el tamaño de la ramificación

Diámetro de tallo en la base del capítulo (Dta, mm) fue tomado con un vernier electrónico a partir de la base del aquenio o capítulo en (mm).

Diámetro del tallo medio (Dtm, mm) registrado con un vernier electrónico a partir de la parte media del tallo.

Diámetro del tallo de la base del tallo (Dtb mm) se tomó a partir de la base del tallo de la base tomando de referencia 5cm arriba del surco.

2.3.2 Variables cualitativas

Ramificación (RM; 0:1) se observó si las plantas tienen presencia de ramificaciones, 0 sin ramificaciones; 1 presencia de ramas.

Tolerancia al frío (SF; 1:5) se calificó en una escala de 1 al 5; plantas con calificación de 1 representan ausencia daño; 2 representan daño en solo el 25% de la planta, 3 es para la las parcelas que fueron dañados en un 50%, 4 es para los materiales que son dañados en un 75% de daño, y 5 son para las que sufrieron un daño total.

Tipo de daño (TD; 1:5) uno es para las que no sufrieron ningún daño, dos para aquellas en donde solo fueron dañadas las hojas, 3 donde se dañó hojas y el botón floral, 4 solo para el botón dañado, y 5 es para daño completo de la planta

2.3.3 Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó la versión R versión 3.2.2 (2015-08-14) -- "Fire Safety" de R, empleando las librerías **ggplot2** para las salidas gráficas, **mice** para la imputación de datos perdidos, **reshape** para operaciones con la matriz de datos, **psych** para el grafico de correlaciones, **nFactors** para la obtención de los componentes principales necesarios para la agrupación, **devtools** y **ggbiplot** para la representación biplot, **ape** para la generación de los dendrogramas, **gplots** y **RColorBrewer** para la generación del gráfico HeatMap.

La matriz original de datos se estandarizó usando la función $z = (x_i - \mu) / \sigma_x$. A partir de los datos estandarizados se realizó un análisis de correlación para posteriormente emplear la matriz de correlaciones en el análisis de componentes principales.

2.4 RESULTADOS

El análisis de datos originales mostró que los parámetros de los genotipos evaluados en su conjunto tienen grandes diferencias; esto es indicativo de diversidad genética en el germoplasma (Figura 2.1 a Figura 2.7), confiriendo un enorme potencial para la selección de líneas, que pueden ser utilizadas con diferentes propósitos, siguiendo las propuestas descritas por Huerta *et al* (2015)⁹

2.4.1 Gráficos de Estrellas

La representación general de variables a través de gráficos de estrella (starplots) es útil para determinar diferencias o semejanzas entre observaciones (genotipos). A este respecto, en la Figura 2.1 se representan los primeros 24 genotipos del set completo de líneas. De acuerdo con la revisión de estas líneas, se observan genotipos con características interesantes de precocidad, entre los cuales se puede mencionar los siguientes: 1401-14-1B, 1401-104-4, 1404.105-1, 1401-107-2B, 1401-108-2B, 1401-110-13, 1401-114-1, 1401-115-2, 1401-117-6, 1401-18-2 y 1401-19-4; la observación más minuciosa de estas líneas indica que, además de ser precoces, cuentan con la característica de una floración homogénea (la diferencia entre la aparición de la primera flor, la floración media y la última flor no difiere mucho). Esta característica se considera útil para la realización de un solo corte para el caso de flor de corte.

⁹ Huerta C, J,J, Coyac,R,J,L, Espinoza, B,A, Antuna G, O, Sánchez J, A, 2015., Ideotipos de líneas de girasol para flor de corte, maceta, producción de grano y paisajismo, in Huerta C,J,J Clasificación de líneas experimentales de girasol ornamental *Helianthus annuus* L. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila

Otro conjunto interesante de líneas son: 1401-105-1, 1401-117-5, 1401-120-1 y 1401-120-15, las cuales también muestran ser precoces, sin embargo, su periodo de floración es más amplia. Este tipo de variedades puede ser ideales para realizar cortes escalonados en diferentes fechas, y así cubrir un mercado más amplio.

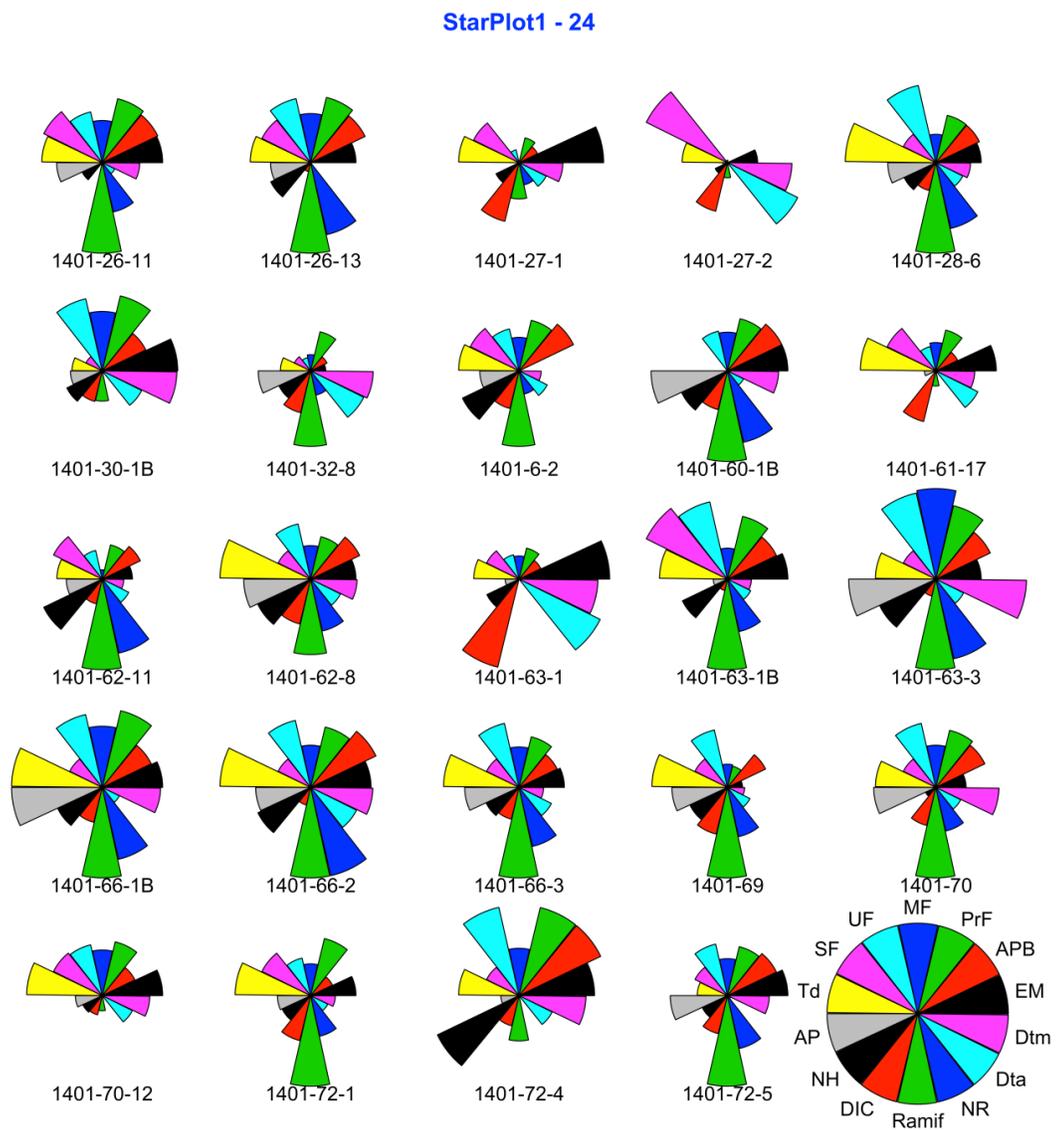


Figura 2.1. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 1 a 24)

Otro uso de interés comercial es el referente al paisajismo. Hay especies exclusivas para este uso, sin embargo, en girasol también es posible encontrar tipos que puedan usarse con esta finalidad. De la figura 2.1 se identificaron los genotipos 1401-117-5, 1401-12-4, 1401-120-1, ya que son plantas con características interesantes para este propósito, como el porte medio con ramas, además de una floración prolongada; algunos de los materiales identificados con potencial y características para planta en maceta fueron 1401-102-1, 1401-102-2. Dichas plantas presentan características morfológicas de presencia de ramas, tallos delgados, y además tienen una floración de ciclo intermedio.

Respecto a una respuesta positiva al estrés por frío, detectado en la última etapa del ciclo de cultivo, se realizó una calificación para tolerancia a este factor adverso. Genotipos identificados con tolerancia al frío fueron 1401-104-4, 1401-105-1, 1401-105-5, 1401-107-2B, 1401-110-13, 1401-115-2, de entre los que se reconocieron como tolerantes y algunos con susceptibilidad baja, que sin embargo, tuvieron daños solamente ligeros.

En el mismo tenor, en la figura 2.2 se identificaron líneas tolerantes al frío (1401-26, 1401-27, 1401-62, 1401-63, 1401-70). Esta tolerancia a bajas temperaturas puede estar relacionada con los días a la emergencia, la aparición de botón, y la aparición de la primera flor, ya que para cuando se presentó la primera helada del año el 2 de noviembre a -2°C , estos materiales ya habían finalizado la floración.

Dentro de este grupo (figura 2.2) se encontraron genotipos con características ideales o con el potencial para producción de forraje (1401-62-B, 1401-63-1, 1401-63-3). Las características apropiadas para esta finalidad son la precocidad, el porte medio, el diámetro intermedio de capítulo (20-25 cm), con ramas abundantes, y un tallo no demasiado grueso (25-30mm).

StarPlot25 - 48

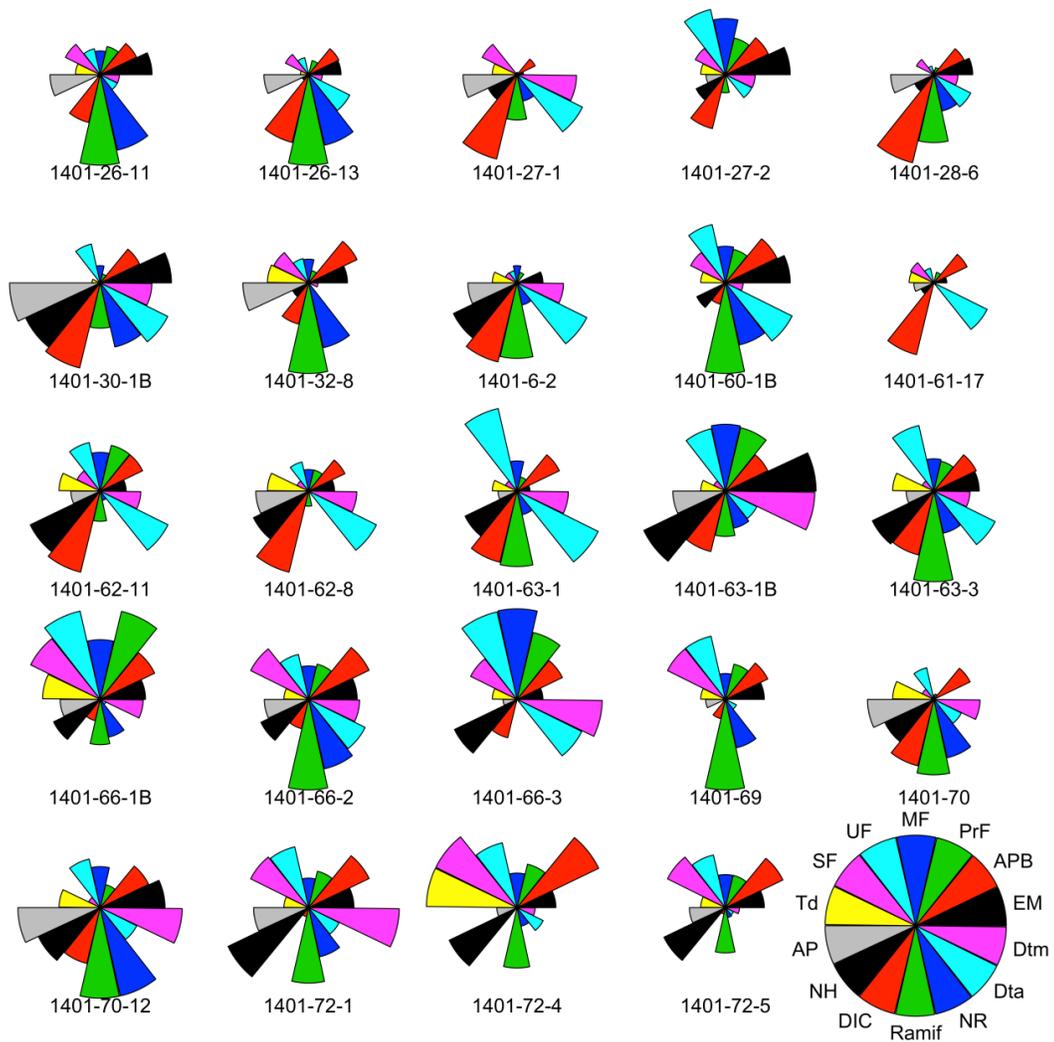


Figura 2.2. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 25 a 48)

En la figura 2.3 se identificó una línea inusual (1401-87-1), la cual por sus características se puede usar como planta en maceta. Las características apropiadas para este uso son el porte bajo, así como la presencia de pocas ramas; su capítulo es pequeño (4.6cm).

StarPlot49 - 72

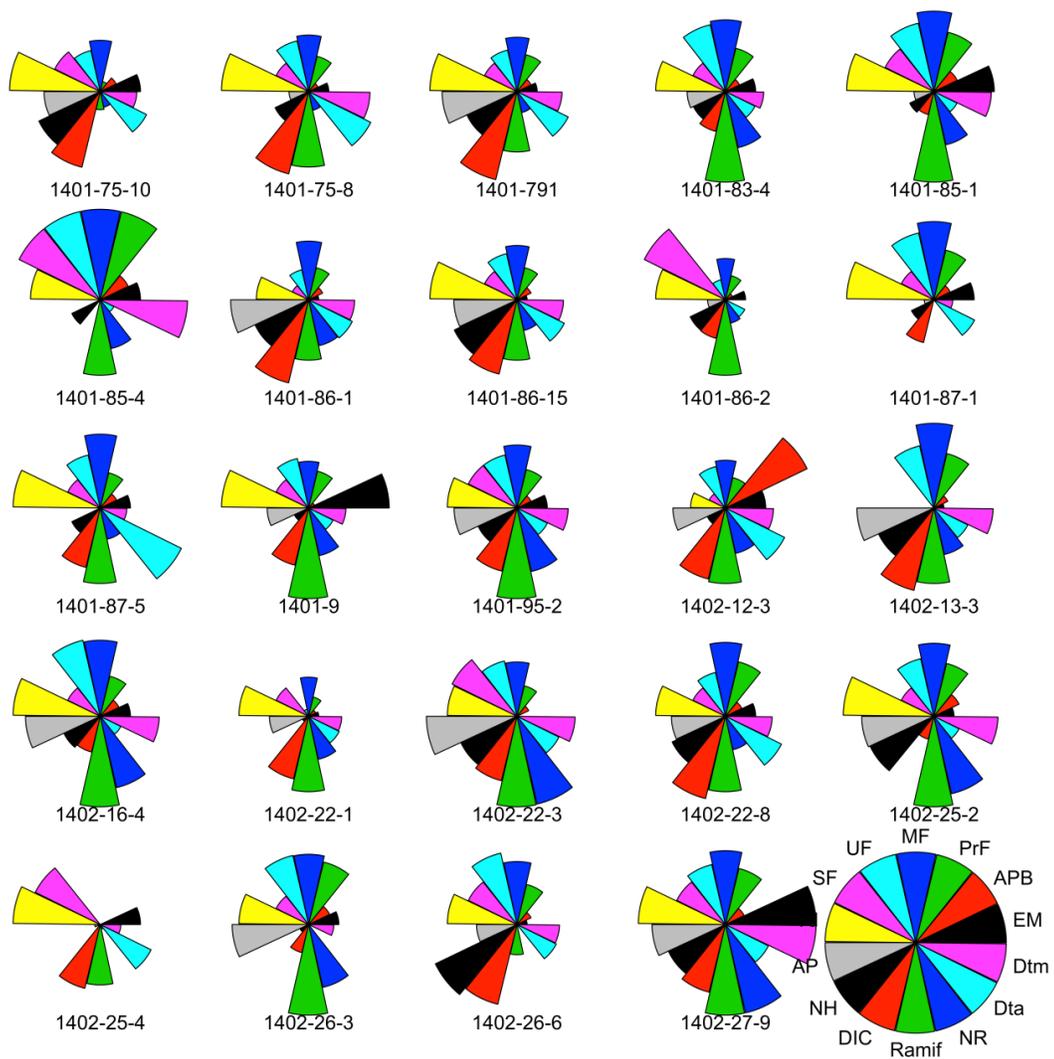


Figura 2.3. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 49 a 72)

Dentro de este grupo el genotipo 1402-26-6 se identificó con características apropiadas para flor de corte. Su floración es prolongada y sus tallos son intermedios. Otra línea de interés aquí fue 1402-22-5, ya que posee características apropiadas para paisajismo ya que posee ramas medianas, y sus tallos no son muy gruesos, así como un capítulo de tamaño regular (Figura 2.3)

Para algunas otras líneas, que presentan características particulares, como la línea 1401-86-15, cuyo tallo es de grosor medio, además, es de una alta presencia de hojas, tiene un capítulo mediano, y presenta ramificaciones. Esta cualidad puede ser usada para la obtención de mayor proteína vegetal, al desarrollar una mayor cantidad de inflorescencias. La utilidad de esta línea puede ser enfocada a la alimentación balanceada en el ganado.

La precocidad es una de las características positivas para uso de flor de corte debido que el ciclo se acorta y se puede establecer el cultivo en ciclos continuos a lo largo del año; asimismo, es factible evitar el daño causado por las bajas temperaturas en algunas regiones.

Las características ideales para el uso de plantas en maceta son: una planta enana con un tamaño de capítulo pequeño y abundantes ramificaciones, que cada uno posea capítulos, tallos delgados y presencia de pocas hojas. Esta característica es típica de la línea 1402-28-6 (Figura 2.4).

StarPlot73 - 96

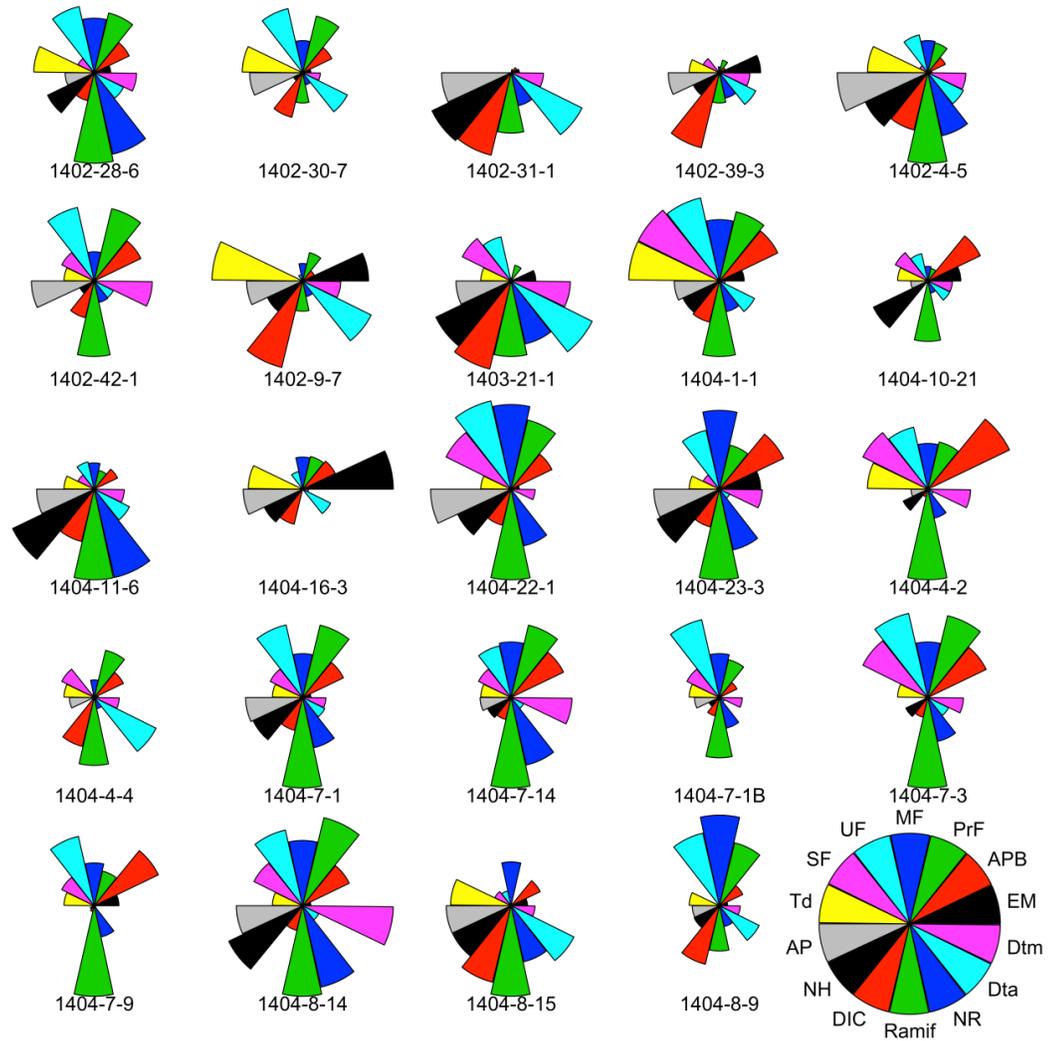


Figura 2.4. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 73 a 96)

La línea 1402-30-7 (Figura 2.4) fue identificada con un potencial para flor de corte, por debido a que el capítulo es de tamaño intermedio, característica adecuada, además es una planta de baja estatura, con ausencia de ramas y presencia de pocas hojas; la floración de dicho material permitiría tener una

cosecha uniforme, ya que su intervalo de floración es estrecho. Además de ser precoz y tener tallos delgados, la línea 1402-31-1 presentó ramificaciones y un capítulo grande, el cual puede aportar proteína, así como una elevada biomasa por la presencia de abundantes hojas; su porte es intermedio, y además presentó tolerancia a las bajas temperaturas.

Para el caso de la producción de grano, las líneas con capítulos grandes fueron 1402-31-1, 1402-9-7 y 1403-21-1; sin embargo, aun muestran características indeseables, como la presencia de ramificaciones, las cuales mediante posterior proceso de selección, pueden ser eliminadas o disminuidas, para facilitar su aprovechamiento con esta finalidad.

La alimentación animal también es otro uso interesante para el girasol. En este sentido, se identificó que los genotipos 1404-22-1 y 1404-23-3 tienen potencial adecuado para producción de forraje, además que estas líneas tienen cierta tolerancia al frío. Dentro de los genotipos que tienen capítulos de tamaño intermedio y que particularmente son interesantes para su uso como flor de corte o bien, producción de grano se ubicaron a las líneas 1404-44, 1404-7-1, 1404-8-15 y 1404-8-9.

Del mismo modo, en la figura 2.5, las entradas 97 a 120 presentaron características interesantes. Cabe destacar a las líneas 1405-1-14, 1405-11-5 y 1405-25-6, las cuales presentaron una alta tolerancia al frío, sus tallos suelen ser de tamaño intermedio, y presentan ramificaciones, a excepción de 1405-25-6. Para producción de forraje el genotipo 1405-23-1B, tiene características apropiadas debido a sus abundantes ramificaciones y siendo que es una planta

enana. Con respecto a la precocidad, este grupo contiene una amplia variación, lo cual permitiría hacer selección dentro de este grupo compacto, y así obtener variedades con distinto ciclo de cultivo.

StarPlot97 - 120

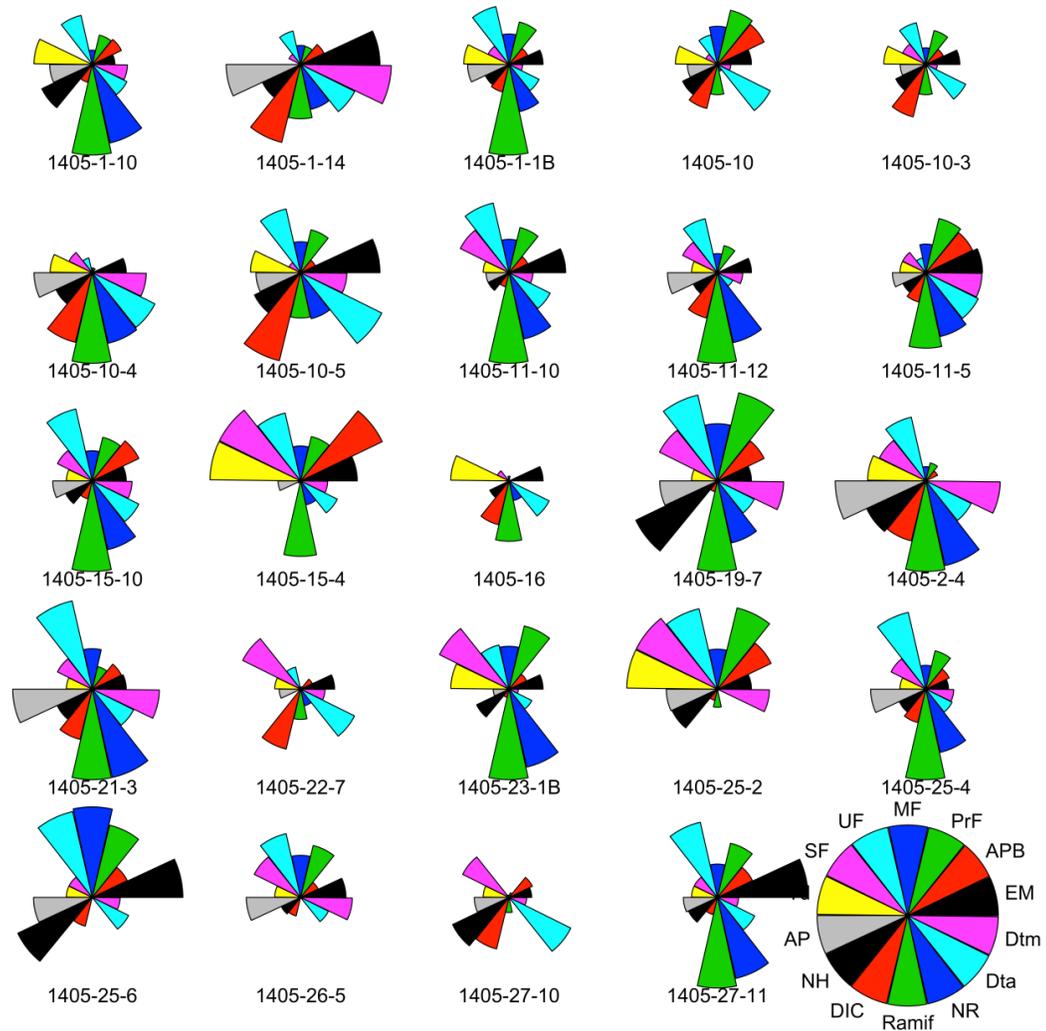


Figura 2.5. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 97 a 120)

Genotipos característicos por su altura de planta, cantidad de hojas, tamaño de capítulo, ramificaciones abundantes y tallos intermedios, tienen una mayor aplicación en la producción de forraje, entre los cuales destacaron las líneas 1405-27-9, 1405-28-3 y 1405-28-6 (figura 2.6). En este segmento, la línea 1405-4-11 mostró características para flor de corte, ya que su porte es intermedio, ramificaciones ausentes, capítulo de tamaño intermedio y su ciclo de floración es precoz.

Las líneas 1409-1B y 1409-3-9 por otra parte, son materiales que no tienen ramificaciones, lo cual es una ventaja, ya que genéticamente pueden ser donantes de esta característica en la formación de híbridos. En este grupo (figura 2.6) la línea 1409-3-9 puede considerarse con el potencial para ser desarrollada con la finalidad de ser usada en paisajismo, por sus características agromorfológicas.

El último grupo de genotipos (figura 2.7), en general, presenta aun mayor diversidad que los anteriores. Esto es debido a que aquí se encuentran variedades comerciales que fueron usadas como referencia o como testigos, así como algunas de las líneas parentales en el programa de mejoramiento. De este grupo destacaron como útiles para flor de corte las líneas 1410-10-1 y 1410-4-1, las cuales son planta de porte bajo y con cierta tolerancia al frío (debida a su precocidad). Las líneas con intervalos amplios de floración, que pueden usarse para una cosecha escalonada en flor de corte fueron: 1410-3-2, 1410-4-1, 1410-7-1B y 1410-7-2.

StarPlot121 - 144

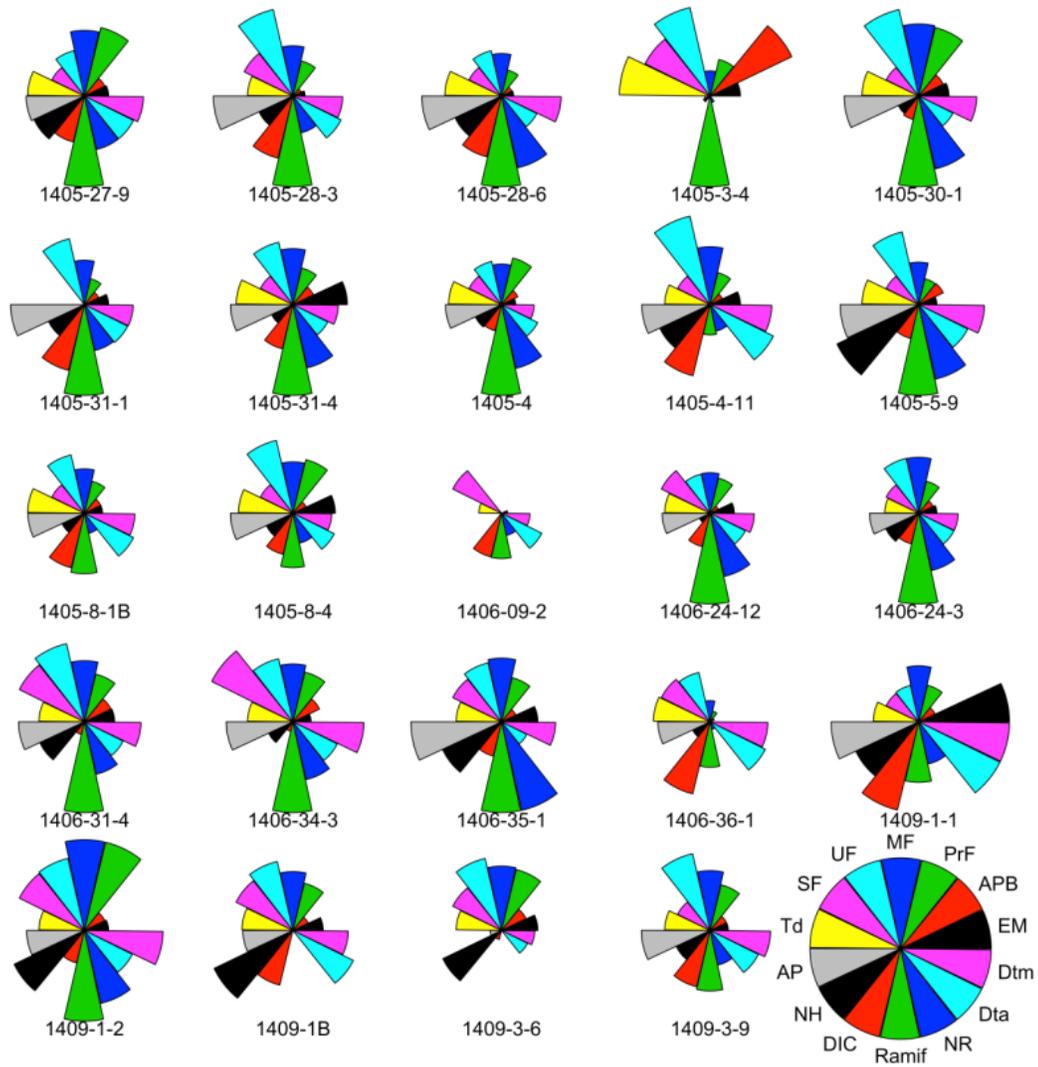


Figura 2.6. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 121 a 144)

Solamente la línea 1410-7-3, y compuesto_para_grano (compuesto balanceado de varias líneas) tienen características apropiadas para su utilización como líneas o variedades para la obtención de grano y aceite. Tanto el

Compuesto_para_grano como el Compuesto_Ornamental, y los las líneas G-1_1_, Girasol_blanca_, SSE-56-73, SSE-MH-56-73, mostraron tolerancia al frío.

StarPlot144 - 166

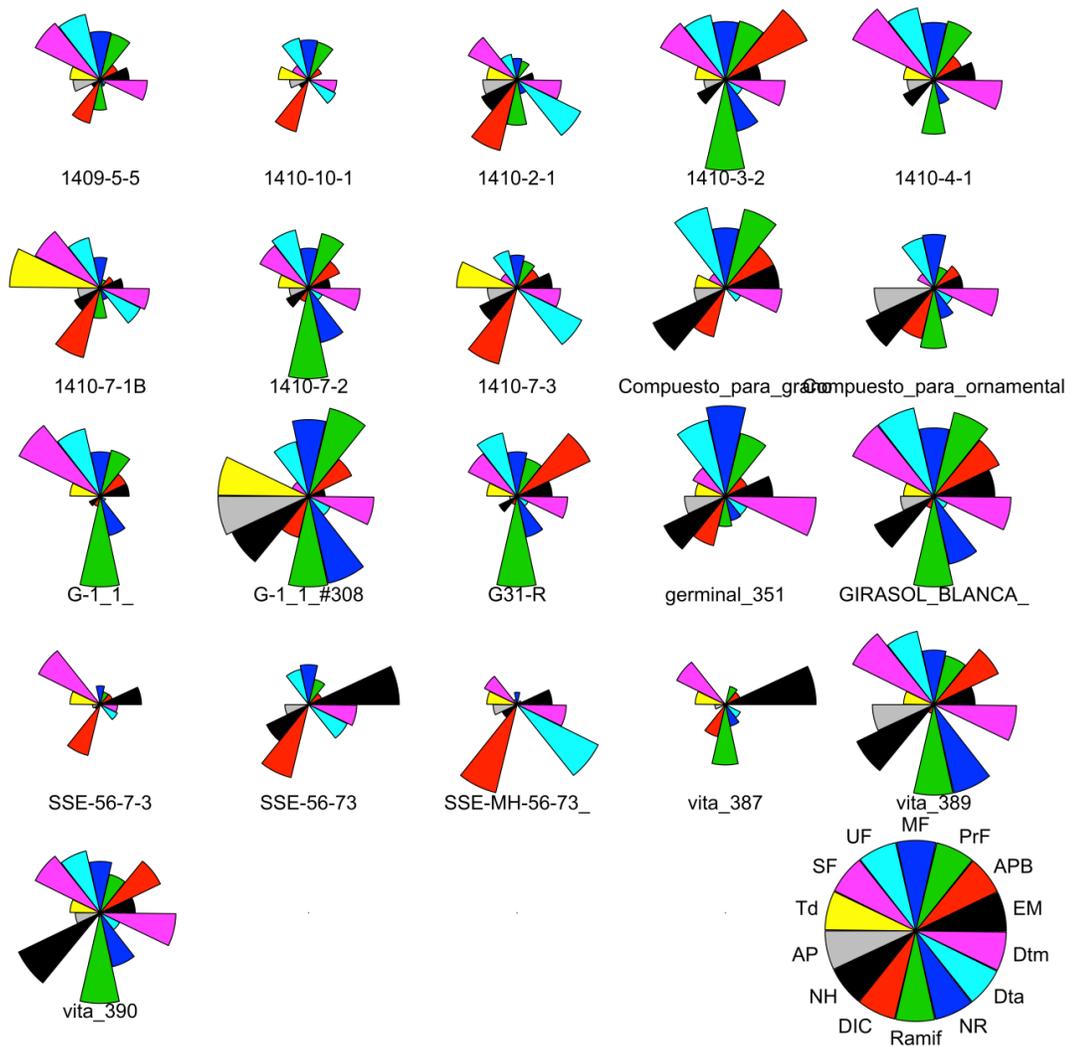


Figura 2.7. Características generales de 165 genotipos de girasol (entradas 145 a 165)

Las variedades comerciales Germinal_351 y Vita_387, fueron desarrolladas para el uso ornamental (flor de corte), por lo tanto son plantas que no tienen

ramificaciones, y sus capítulos son medianos. Germinal_351 también mostró tolerancia al frío.

El resto de los genotipos de este grupo fueron susceptibles al frío, característica asociada con la falta de precocidad debida a que fueron plantas con ramificaciones.

2.4.2 Correlaciones fenotípicas

En lo referente a la magnitud de las correlaciones entre las 16 variables evaluadas, se observó una correlación alta de sentido negativo para susceptibilidad al frío (SF) y diametro interno del capitulo (DIC) (-0.58). Este comportamiento puede explicarse en terminos de que al momento de la exposicion natural de capitulo al frío éste ya se encontraba demasiado desarrollado, por lo cual su afectación fue mínima (la correlacion con el tipo de daño tambien fue negativa, -0.22). Cosa que no sucedió para el caso de materiales tardíos, los cuales si fueron afectados por la primera helada de la temporada.

Otras correlaciones de interes fueron las de aparicion de boton (APB) con el diametro interno de capitulo (DIC) (-0.56), asi como entre APB y la Primera Flor (PrF) (0.43). En el primer caso (correlacion negativa), se infiere que las plantas mas tardías (tanto para APB como para PrF) fueron las mas afectadas por el daño de heladas en esas fechas, de tal manera que no les fue posible sobrevivir a este fenomeno por estar en un estado inmaduro al momento de la afectacion, y por lo tanto, la evaluacion del daño estuvo sesgada por la detencion del desarrollo. Respecto a la relacion entre APB y PrF, es logico entender que ambas variables

se encuentren altamente relacionadas, ya que se refieren a los días en que aparece el boton y su posterior apertura.

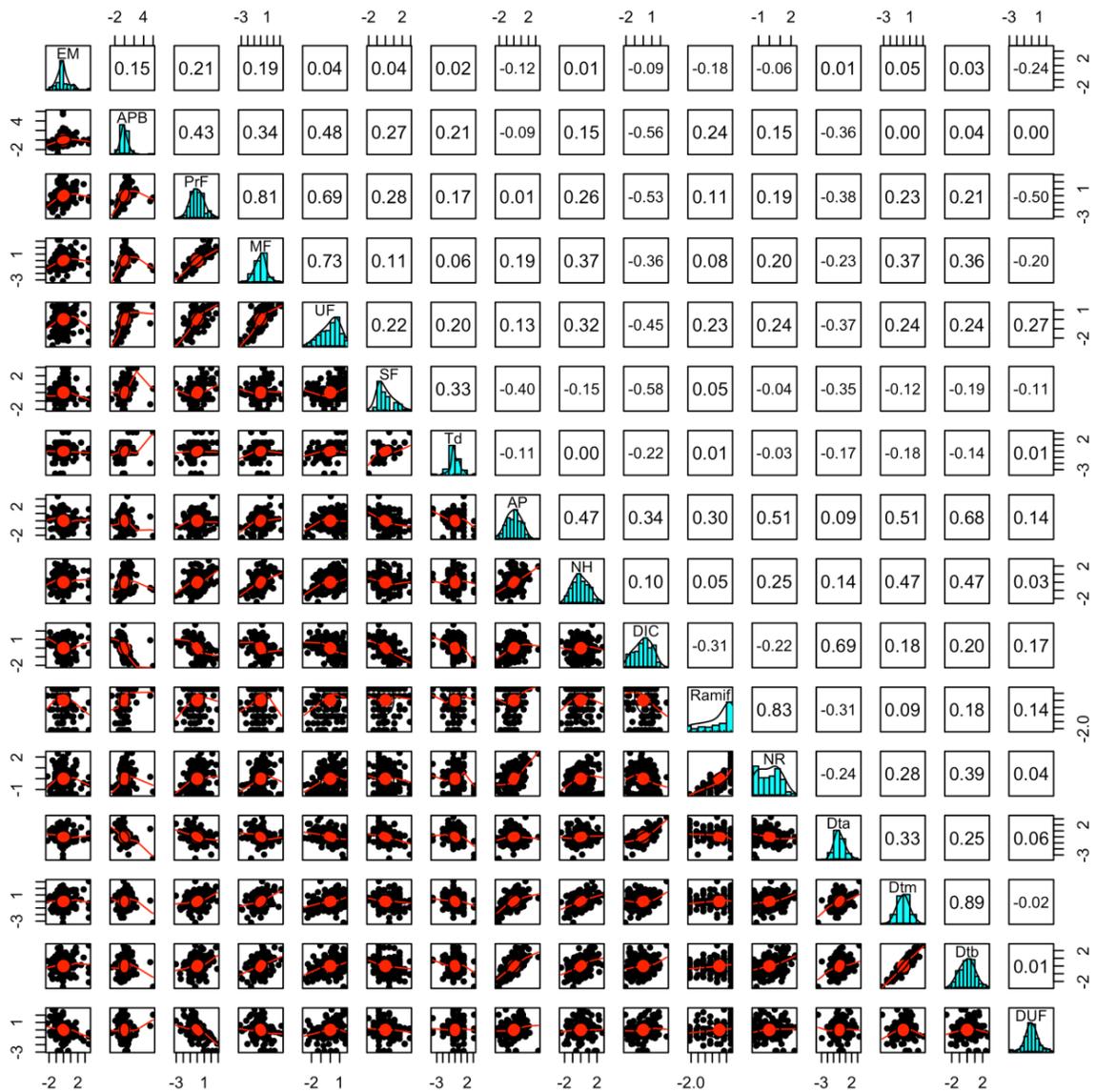


Figura 2.8. Matriz de dispersión de datos estandarizados de girasol (165 entradas)

Variables relacionadas directamente con la floracion se encuentran altamente correlacionadas de forma positiva, como se muestra en la figura 2.8 para las variables PrF, MF y UF.

Para otras variables se encontraron correlaciones mayores a 0.50 y significativas ($p < 0.05$) entre AP y Dtm (0.51), este resultado puede indicar que a mayor altura de la planta mas gruesos seran los tallos; en la relacion AP y NR (0.51), se infiere que a mayor altura tambien se tendrá la posibilidad de mayor numero de ramificaciones; la relacion entre diametro de flor y tallo solo fue significativa para el caso de DIC-Dta, con un valor de 0.69, y para Dtm-Dtb (0.89).

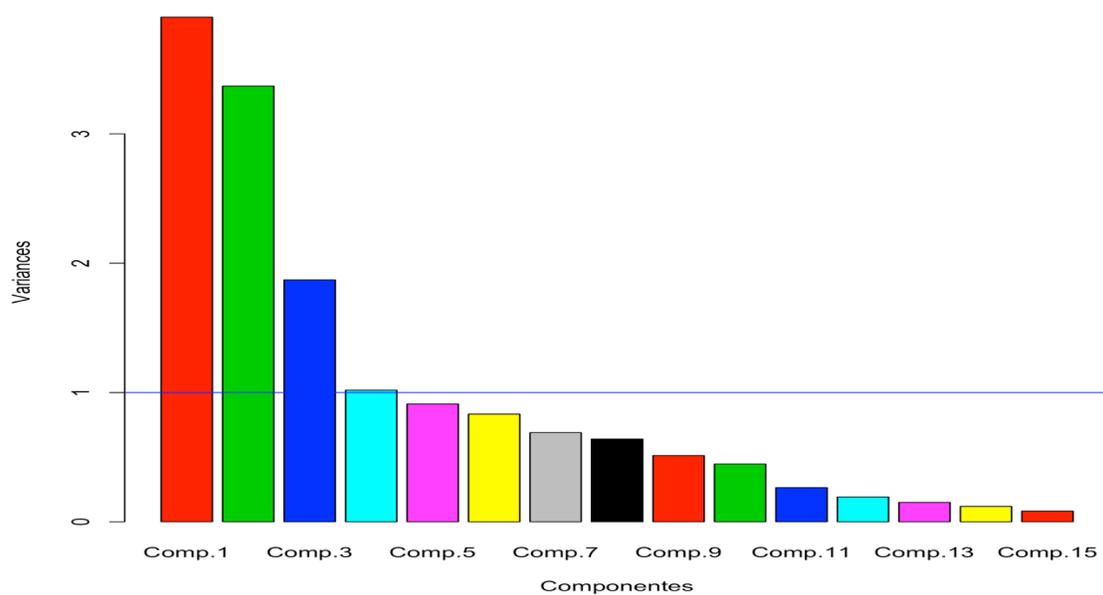
2.4.3 Componentes Principales

A partir del grafico Screeplot de los eigenvectores obtenido del Análisis de Componentes Principales (ACP) (Figura 2.9) se determinó que los cuatro primeros componentes representan más del 68% de la varianza acumulada, así como tener eigenvalores superiores a 1.0 (Cuadro 2.1).

Para una mejor aproximación y obtener valores insesgados, se usó el ajuste de Harman, para definir el grafico de la figura 2.10

Cuadro 2.1. Vectores propios y varianzas de 16 componentes principales en girasol

COMPONENTS	STANDARD DEVIATION	PROPORTION OF VARIANCE	CUMULATIVE PROPORTION
Comp.1	2.029	0.257	0.257
Comp.2	1.884	0.222	0.479
Comp.3	1.407	0.124	0.603
Comp.4	1.120	0.078	0.681
Comp.5	0.975	0.059	0.741
Comp.6	0.909	0.052	0.792
Comp.7	0.903	0.051	0.843
Comp.8	0.828	0.043	0.886
Comp.9	0.727	0.033	0.919
Comp.10	0.696	0.030	0.950
Comp.11	0.521	0.017	0.967
Comp.12	0.450	0.013	0.979
Comp.13	0.384	0.009	0.988
Comp.14	0.327	0.007	0.995
Comp.15	0.281	0.005	1.000
Comp.16	0.001	0.000	1.000

**Figura 2.9. Varianzas propias de cada uno de los componentes principales en 15 variables de girasol**

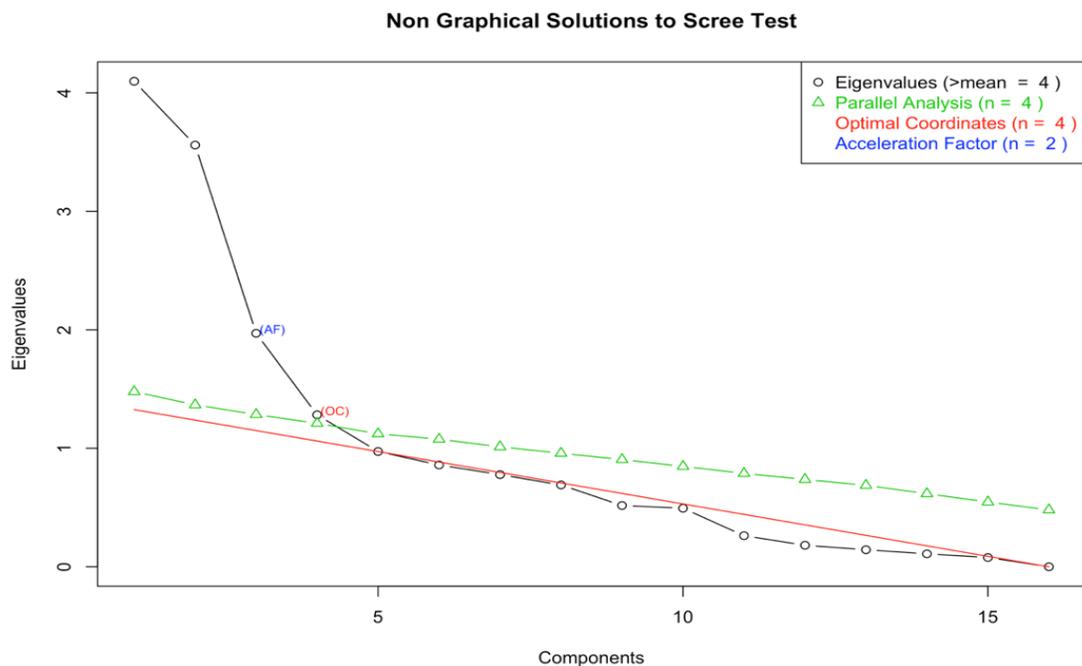


Figura 2.10. Screeplot generado a partir del ajuste de Harman para obtener valores optimizados de componentes principales en girasol

A partir de este último gráfico (figura 2.10), se determinó que el número óptimo de componentes principales ajustados era cuatro, por lo tanto, estos fueron los considerados para formar grupos tanto en el biplot y el dendrograma resultantes.

Al representar los dos primeros componentes principales (por cuestiones prácticas) seleccionados y ajustados en un gráfico biplot, se observó que el CP 1 representó el 26.2% de la varianza, en tanto que el CP2 tuvo un valor de 22%. Los vectores que representan a las variables importantes para el CP1 fueron APB,

PrF, MF, y UF, todas ellas en el extremo negativo de la escala, y en el sentido positivo de la escala Dta y DIC. Por la agrupación y sentido de las variables de sentido negativo en el gráfico, así como sus valores eigen, pueden redefinirse como variables de PRECOCIDAD, en tanto que las de Dta y DIC son características de la relación entre DIAMETRO DE CAPITULO/DIAMETRO DE TALLO (Figura 2.11)

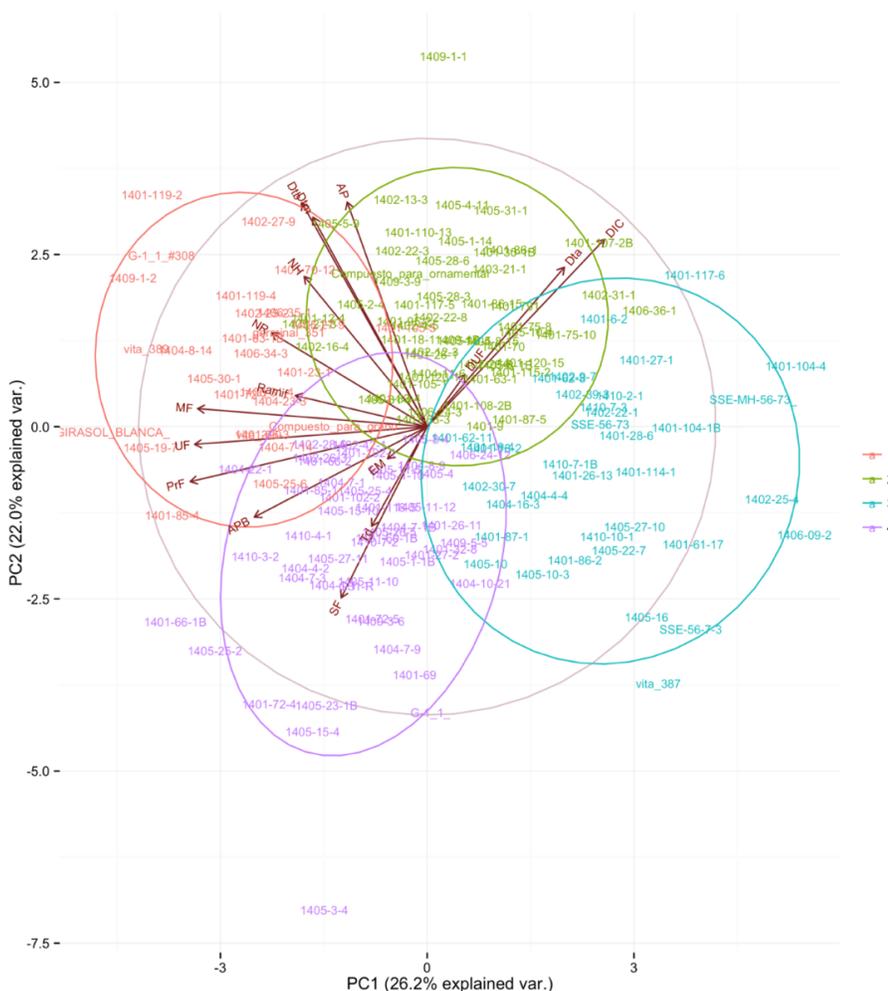


Figura 2.11. Biplot de dispersión para 165 genotipos de girasol. Componentes Principales 1 y 2, y su respectiva varianza explicada

En el CP 2, se identificaron dos grupos de variables, tanto negativas como positivas. La mayor predominancia de variables para este CP fue en el sector positivo, donde se ubicaron las variables AP, NH y Dtm, mientras que en el sector negativo se encontraron la Susceptibilidad al Frio y el Tipo de Daño.

De acuerdo con este biplot (Figura 2.10) se formaron 4 grupos de genotipos (elipses), cada grupo con una probabilidad de 0.95 de englobar a los genotipos con mayor relación. De estas relaciones, se encontró que existe variación amplia entre los genotipos evaluados, así como características distintivas para cada grupo de líneas.

El grupo 1 constó de líneas tardías, con presencia de ramificaciones, abundantes hojas, y tallos gruesos; los genotipos que manifestaron marcadamente estas características fueron Vita_389, 1404-8-14, 14091-2, G-1_1_.308, 1405-30-1, 1406-34-3, 1402,16-4 y 1402-27-9 (figura 2.10).

En el grupo 2 la característica predominante fueron los capítulos pequeños las plantas altas, y con abundantes hojas. Los genotipos que estuvieron presentes en el grupo fueron 1402,13-3, 1405-4-11, 1405-31-1, 1401-110-13, 1405-1-14, compuesto_para_ornamental, 1409-1-1, 1403,-21-1, 1405-31-1 y 1405-28-3 (figura 2.10).

En el grupo 3 (figura 2.10) existen genotipos que destacan por tener capítulos pequeños como SSE-56-73, 1402-22-1, 1401-27-1, SSE-MH-56-73_, 1401-27-1, 1401-36-1; por otro lado, a diferencia de los anteriores, también hubo líneas con capítulos grandes: 1405-27-10, 1410-10-1, 1405-22-7, 1401-61-17, 1404-4-4, 1405-10-3, 1401-61-17, 1402-25-4 y 1406-09-2, estos además resaltan

por ser plantas enanas, con pocas hojas, sin ramificaciones, y además fueron precoces.

Finalmente, en el grupo 4 se identificaron líneas que manifiestan características negativas de tolerancia a frío (susceptibles), entre ellas: 1405-15-4, 1401-69, 1404-7-9, 1410-3-2, 1405-27-11, 1405-23-1B, 1401-72-4; esto es particularmente importante ya que es germoplasma tardío.

2.5 DISCUSIÓN

Para algunas características, como EM se encontraron genotipos muy precoces con 4 días, hasta los más tardíos 15 días, esto en comparación con los materiales obtenidos y la aparición de botón se obtuvieron desde 44 días hasta 73 días después de la fecha de siembra esto en comparación con los datos obtenidos por ASAGIR (2003), la emergencia e iniciación floral esto sucede entre 20-30 días después de la fecha de siembra.

De los resultados obtenidos para la presencia de la primera floración la mínima fue de 44 días y la máxima de 78 días, para la floración del 50% de la parcela la mínima es de 50 días, 82 y para presencia de la última flor es de 46 días y la máxima es de 82, datos considerados después de la fecha de siembra. De acuerdo con los datos publicados por ASAGIR (2003), demuestran que la iniciación floral y la floración oscilan entre 35-45 días después de la siembra, y 15 días antes de la floración.

La planta de girasol posee genes que aportan la tolerancia a las bajas temperaturas como algunas de nuestras líneas que toleran una temperatura mínima de -2°C, esto en comparación con los resultados publicados por UNL y CONICET (2010).

En lo referente a la altura de la planta se obtuvieron plantas con una altura desde 0.20 m hasta 3.75 m. Estas alturas son comparables los datos mostrados en la página de Eco-Agricultor¹⁰, sitio en el cual se mencionan variedades comerciales como una variedad enana que tiene una altura mínimas de 40 cm, y máximas de 2 a 3 m.

Para la variable número de hojas se encontraron genotipos con un numero variables de hojas, oscilando entre 10 y 40, en comparación con datos de Maldonado (2003)¹¹, donde consta que existen los materiales con el número de hojas desde 12 hasta 40 dependiendo de las condiciones del cultivo y según la variedad.

En lo referente a diámetro de capítulo (DIC), se obtuvieron genotipos con capítulos desde 1 cm hasta 26 cm. A este respecto, Melgares (2001) indicó que la inflorescencia puede llegar a medir desde 2 cm a 40 cm.

Dentro de los genotipos encontrados se encontraron genotipos con presencia de ramificaciones siendo el máximo de 43, lo cual es característico del girasol silvestre (Poverene, *et. al.*, 2002). Para los diámetros de tallo se

¹⁰Eco-agricultor. El girasol agricultura ecológica eco agricultor <http://www.ecoagricultor.com/el-cultivo-del-girasol/> (citado el 30 noviembre, 2015).

¹¹ Maldonado Z, R, 2003, Establecimiento de una composta comunitaria en San Andres Cholula y determinación del efecto de sus lixiviados en un cultivo de girasol (*Helianthus annuus*), Universidad de las Americas, Puebla

encontraron genotipos con tallos delgados como 6.28 mm y de los más gruesos como 35.33. Según Chavarría y Vera (2010), a mayor altura de planta mayor diámetro de tallo.

2.6 CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis de los resultados del este estudio se concluye lo siguiente:

Dentro de los genotipos se encontró una amplia diversidad genética, lo que lo que trae como ventaja una amplia variedad de aprovechamiento.

Por la diversidad de los genotipos, es posible contar con una gama amplia de posibles usos para el germoplasma que maneja el programa de mejoramiento, aplicando las técnicas apropiadas de selección e hibridación.

El cultivo tiene un gran potencial y capacidades de uso es por ello que se sugiere para un próximo trabajo de investigación la cuantificación de carotenoides debido a la diversidad y potencial presentes en este germoplasma.

2.7 LITERATURA CITADA

Coyac., J. L., M. Olguín V., J. J. Huerta C., A. Espinoza B., O. Antuna G. 2015.

Avances en Investigación del Potencial Genético y Diversidad de Germoplasma de Girasol Ornamental. Ponencia oral IIC32. Memorias del XVI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. 21 al 26 de junio de 2015.

- Jansson S.; Buckler E.S. 2007, Genome studies and molecular genetics. Genomics-deeper and wider in order to understanding plant diversity. *Plant Biology* 10: 107-108
- Moreno 2010, Facultad de ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA). Diversidad genética en girasol cultivado: análisis de una colección de germoplasma local para su aplicación en programas de mejoramiento.
- Poverene, M.M.; Cantamutto M.A.; Ureta, M.S.; Salaberry M.T.; Echeverria M.M.; Rodríguez R.H.; El girasol silvestre (*Helianthus* spp.) en la Argentina: Caracterización para la liberación de cultivares transgénicos *Revista de Investigaciones Agropecuarias* Vol. 31 núm. 2 agosto 2002 pp 97-116 Buenos aires, Argentina.
- Reta S, D. G., J. S. Carrillo A., A. Gaytán M., E. Castro M., y J. A. Cueto W. 2002. Guía para Cultivar Maíz Forrajero en Surcos Estrechos. INIFAP-CIRNOC-CELALA. Folleto para Productores Núm. 5. Matamoros, Coah., México.
- Rodríguez de la Paz, Jesús; Gómez Martínez, Martha; Reyes Valdés, M. Humberto, "Análisis meiotico que una cruza entre girasol cultivado (*helianthus annuus L.*) y girasol silvestre (*helianthus annuus L. ss p texanus Heiser*)", *acta botánica Mexicana*, núm.,. 80, Julio 2007 pp7-2, instituto de ecología, A.C
- Salter y Rieseberg 1997, El girasol. *Agron Monogr* 35 SSA. CSSA and SSSA 29-65.

SINAREFI. 2015. Red girasol. http://www.sinarefi.org.mx/redes/red_girasol.html

The R Foundation for Statistical Computing. 2015. R version 3.2.2 (2015-08-14) --

"Fire Safety". Platform: x86_64-apple-darwin13.4.0 (64-bit)

UNL y CONICET, 2010, Investigadores obtienen plantas que toleran heladas, desarrollo UNL y CONICET, Universidad Nacional Litoral Medios.

Valdez C.R.D., F. Blanco M. y C. Gallegos V. 2003 ordenación y clasificación numérica en nopal tunero mediante atributos de fruto, Rev. Chapingo. Serie Horticultura 9 (1):81-95.

3 CAPITULO 3. IDEOTIPOS DE LÍNEAS DE GIRASOL PARA FLOR DE CORTE, MACETA, PRODUCCIÓN DE GRANO Y PAISAJISMO.

Jessica Josefina Huerta–Castro, José Luis Coyac–Rodríguez, Armando Espinoza–Banda, Oralia Antuna-Grijalva, Aldo

Sánchez de Jesús

3.1 RESUMEN

El girasol, (*Helianthus annuus*) es un cultivo que tiene potencial para su aprovechamiento, ya que representa una alternativa en la producción de aceite y en forraje. También tiene la capacidad de emplearse en distintos usos como flor de corte, planta en maceta, paisajismo. Es por ello el interés sobre este cultivo. El trabajo de investigación se realizó en la UAAAN-UL, clasificando un conjunto de líneas experimentales de acuerdo al enfoque adecuado según los distintos usos de cada genotipo. Se registraron 16 variables agronomofológicas. Se encontró que para usos ornamentales, ya sea flor de corte, o paisajismo, los más apropiados fueron 1402-31-1, 1406-36-1, 1401-6-2, 1401-27-1, SSE-MH-56-73_, 1410-2-1; a 1405-27-10, 1410-10-1, 1405-22-7, 1401-61-17, 1404-4-4, 1410-7-1B, 1405-16, SSE-56-7-3, 1404-10-21 y 1405-10. Para el casi de planta en maceta, se definieron las líneas 1402-13-3, 1401-110-13, 1402-22-3, 1409-3-9, 1405-2-, 1405-4-11, 1405-31-1, 1405-1-14 y 1405-28-6, características por su tamaño de planta y abundantes ramificaciones.

Palabras clave: Floricultura, ornamental, *Helianthus annuus* L., arquetipos, planta modelo

3.2 INTRODUCCIÓN

El termino ideotipo fue introducido por Donald (1968), el cual fue utilizado para denotar el modelo de una planta, el cómo se espera que sea para llegar a mayor producción, mejor calidad de grano, aceite, o algún otro producto útil. Según Hernández y Orioli (1994), los procesos de selección implican tener criterio previo y muy bien definidos, por lo que se debe tener bien el concepto de lo que se busca al final de un programa de selección genética. Se dice (Evans y Wardlaw, 1976), que el desarrollo de nuevos cultivares es un proceso muy largo, debido a que se busca aumentar el rendimiento o mejorar la calidad del producto. Algunas especies han sido sujetas a selección para aumentar la producción bajo sistemas agronómicos eficaces (Bradshaw, 1965; Donald y Hamblin, 1976). Para la formación de un ideotipo es necesario analizar las características morfológicas y fisiológicas que son importantes para poder definir el potencial de la planta (potencial de rendimiento, ornamental, forrajera etc.).

Con base en los argumentos anteriores, es que cuando propone un ideotipo de planta, es necesario realizar una descripción del desarrollo del cultivo, poniendo énfasis en los factores que pueden afectar la planta(Hernández, 1994).

Siendo que el girasol es una oleaginosa, esta es utilizada como planta ornamental debido a su porte, más que nada por su atractiva inflorescencia, de la cual es aprovechada casi en su totalidad, por supuesto en diferentes usos,

medicinal, abonos verdes, forraje, ornamental (Silva, 1997), es por ello que se buscan ideotipos de girasol para distintos usos y la planta sea aprovechada casi en su totalidad.

En el presente trabajo se proponen algunas ideas para la generación de variedades con distintos usos, y además se clasifica, de acuerdo con los datos obtenidos por Huerta *et al.*, (2015) la posible utilidad del amplio abanico de diversidad genética con que se cuenta en el programa de mejoramiento genético de la UAAAN UL.

Anteriormente, ya se ha hecho la propuesta de algunos ideotipos para el uso ornamental (Concilio, 2004¹²; Barrera, 2007¹³; Coyac, 2007¹⁴); propuestas en las cuales las características consideradas adecuadas para flor de corte son una planta semi-enana con un solo tallo, el diámetro del capítulo oscila entre 12-18 cm, los colores de las lígulas contrastantes; los pigmentos se encuentran en las plantas produciendo una gran gama de colores a través del espectro; existe un producto químico llamado carotenoide que es el producto que le da la coloración al tomate y a la zanahoria, es el mismo que produce el color amarillo, rojo, o color naranja en ciertas flores; las personas vemos los colores de las plantas atractivos o decorativos pero las plantas necesitan los colores para sobrevivir (Konica Minolta, 2014). Además en

¹² Concilio A.M.E, 2004, selección y evaluación de líneas S1 de girasol (*Helianthus annuus* L.) con características ornamentales, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna

¹³ Barrera O.M.E.N 2007, Parámetros Genéticos en cruzas de girasol cultivado X silvestre (*Helianthus annuus* L.) con propósitos ornamentales, Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México

¹⁴ Coyac R.J.L., 2007, Caracterización multivariada de cruzas de girasol cultivado X silvestre (*Helianthus annuus* L.) con propósitos ornamentales, Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila México

el caso del girasol, se buscan pétalos dobles y largos, hojas pequeñas, sin ramificaciones secundarias, aroma agradable ya que se han detectado algunos materiales con esta característica además de que deben de ser androsteriles (sin polen).

Para la producción de planta en maceta se buscan las siguientes características, que sea una planta enana que mida entre 20-30 cm, con hojas pequeñas, con abundantes flores con un diámetro entre 4-7 cm, con un sistema radical pequeño, además de una floración prolongada. La producción de plantas de ornato y la diversidad en la variedad nos hace posible que se cuente con flores en maceta todo el año, así como en fechas conmemorativas tales como 14 de febrero, 10 de mayo, 1-2 de noviembre, y en las fiestas navideñas (Moran *et. al.*, 2004).

Una mayor descripción de plantas ideales para la producción de grano, justificando sus ideas en factores fisiológicos y morfológicos, la dieron Hernández y Orioli (1994), a lo cual en este trabajo se considera que se puede agregar la características del tallo vigoroso y resistente al peso del capítulo o aquenio, planta semi-enana hoja mediana capítulo con inclinación de 45° y sobretodo que sea precoz.

Generalmente se considera que plantas con buena producción de grano, pueden al mismo tiempo servir como forraje. A este respecto, la idea central de este estudio es encontrar también plantas con hojas grandes abundantes, con

una consistencia de hoja intermedia corrugada, tallo resistente al peso del capítulo mismo que sea mediano entre 15-20 cm con una altura de planta media y que sea precoz.

Dentro de la diversidad de plantas se han creado condiciones para disminuir la presencia de plagas esto es logrado con barreras físicas o confusión debido a su color- olor esto además disminuye la incidencia de plagas (Revista Ornamentales & Jardinería, 2015).

3.3 MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL, 25°36'25" LN, 103°22'16" LO, 1124 msnm), durante los ciclos primavera y verano de 2014.

La selección de las líneas a evaluar se llevó a cabo de acuerdo a una selección fenotípica realizada en el ciclo primavera 2014, en donde además de seleccionar, se procedió al incremento de semilla. Para dicho ciclo se establecieron 155 líneas, de las cuales buscaron los materiales más sobresalientes para uso ornamental

En el ciclo verano–otoño de 2014 se estableció un ensayo que comprendía 155 líneas seleccionadas del ciclo anterior, así como un compuesto de características ornamentales y otro de características para grano; se incorporaron al grupo a evaluar un total de cuatro variedades comerciales, y siete progenitores tanto de tipo silvestre como cultivado (los

parentales originales del material seleccionado) para dar un total de 168 genotipos. El origen genealógico de las líneas del programa de mejoramiento es proveniente de los trabajos de Coyac (2007)¹⁵, Barrera (2007)¹⁶ y Olguín (2014)¹⁷.

La siembra se realizó el 17 de septiembre de 2014, y el arreglo experimental de campo fue en bloques incompletos (alpha-lattice) con 2 repeticiones por genotipo, y un surco de 3 m por parcela experimental. La distancia entre plantas fue de 25 cm, para dar un total de 12 plantas por surco, y una densidad de 53,868 plantas ha⁻¹. En total hubo 336 parcelas experimentales.

Se empleó un sistema de riego por goteo empleando cintilla; para la aplicación de fertilizantes se llevó a cabo implementando el sistema de Venturi, el tratamiento de fertilización fue 80-60-00. . El control de malezas y plagas se realizó de acuerdo a las recomendaciones para el cultivo de maíz en la región (Reta et al., 2002).

El registro de datos se llevó a cabo en tres plantas por parcela experimental, tomadas al azar, pero siempre garantizando plantas con competencia completa.

¹⁵ Coyac R.J.L. 2007, Caracterización multivariada de cruzas de girasol cultivado X silvestre (*Helianthus annuus* L.) con propósitos ornamentales, Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México

¹⁶ Barrera O.M.E.N 2007, Parámetros Genéticos en cruzas de girasol cultivado X silvestre (*Helianthus annuus* L.) con propósitos ornamentales, Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México

¹⁷ Olguín V.M. 2014, Potencial genético y diversidad de germoplasma de girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón, Coahuila, México

3.3.1 Variables cuantitativas

Emergencia (EM, días) se registró en días (tomado en días después de la fecha de siembra), dicho dato considerándose desde que se aplicó el riego de establecimiento; se consideró a partir del 50%.

Aparición de botón (APB, días) a partir del desarrollo completo del botón floral, considerando el 50% del total de las plantas en la parcela. Se registró en días después de la siembra (DDS)

Primera flor (PrF, días) la primera floración fue registrada cuando la primera planta de cada parcela presentó floración tubular.

50% de floración (MF, días) la floración fue registrada cuando el 50% de las plantas de la parcela mostraron flores.

Última flor (UF, días) el registro la última flor en abrir de cada una de los genotipos evaluados

Altura de planta (AP, m) se consideró la altura desde la base del tallo, hasta donde inicia el aquenio, la medición se realizó con estadal, tomando la medida en la fase de llenado de grano.

Numero de hojas (NH, adimensional) Se contabilizó el número total de cada una de las plantas y la sumatoria se promedió respecto a las tres plantas con hojas contabilizadas; el conteo de las hojas se realizó durante el llenado de grano.

Diámetro interno de capítulo (DIC, cm) Se registró el diámetro correspondiente a las flores tubulares (centro del capítulo) correspondiente a la formación posterior del aquenio; el dato fue medido en la etapa de llenado de grano, utilizando una cinta métrica.

Numero de ramificaciones (NR) se contabilizaron el número de ramas presentes por planta y la sumatoria se promedió respecto a las plantas consideradas. El número de ramificaciones fueron consideradas no importando el tamaño de la ramificación

Diámetro de tallo en la base del capítulo (Dta, mm) fue tomado con un vernier electrónico a partir de la base del aquenio o capítulo en (mm).

Diámetro del tallo medio (Dtm, mm) registrado con un vernier electrónico a partir de la parte media del tallo.

Diámetro del tallo de la base del tallo (Dtb mm) se tomó a partir de la base del tallo de la base tomando de referencia 5cm arriba del surco.

3.3.2 Variables cualitativas

Ramificación (RM; 0:1) se observó si las plantas tienen presencia de ramificaciones, 0 sin ramificaciones; 1 presencia de ramas.

Susceptibilidad al frío (SF; 1:5) se calificó en una escala de 1 al 5; plantas con calificación de 1 representan ausencia daño; 2 representan daño en solo el 25% de la planta, 3 es para la las parcelas que fueron dañados en un 50%, 4 es para los materiales que son dañados en un 75% de daño, y 5 son para las que sufrieron un daño total.

Tipo de daño (TD; 1:5) uno es para las que no sufrieron ningún daño, dos para aquellas en donde solo fueron dañadas las hojas, 3 donde se dañó hojas y el botón floral, 4 solo para el botón dañado, y 5 es para daño completo de la planta

3.3.3 Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó la versión R versión 3.2.2 (2015-08-14) -- "Fire Safety" de R, empleando las librerías *ggplot2* para las salidas gráficas, *nice* para la imputación de datos perdidos, *reshape* para operaciones con la matriz de datos, *psych* para el gráfico de correlaciones, *nFactors* para la obtención de los componentes principales

necesarios para la agrupación, **devtools** y **ggbiplot** para la representación biplot, **ape** para la generación de los dendrogramas, **gplots** y **RColorBrewer** para la generación del gráfico HeatMap.

La matriz original de datos se estandarizó usando la función $z = (x_i - \mu) / \sigma_x$. A partir de los datos estandarizados se realizó un análisis de correlación para posteriormente emplear la matriz de correlaciones en el análisis de componentes principales.

3.4 RESULTADOS

Para la optimización de los componentes principales se utilizó el ajuste de Harman (Harman y Jones, 1966), el cual se presenta en la figura 3.1. A partir de este gráfico, pueden seleccionarse el número óptimo de componentes a usar para agrupar a las observaciones en el análisis. Se destaca la generación de cuatro componentes principales óptimos, los cuales, además de tener tienen un valor eigen superior a 1, para lo cual es importante cada factor suele tener características que nos indican los posibles usos del material genético de girasol, solo por su estructura, es por esto que se conforman 4 componentes principales, en los que se agrupan los genotipos con características que pueden definir el uso que se le dará de acuerdo con el ideotipo.

Non Graphical Solutions to Scree Test

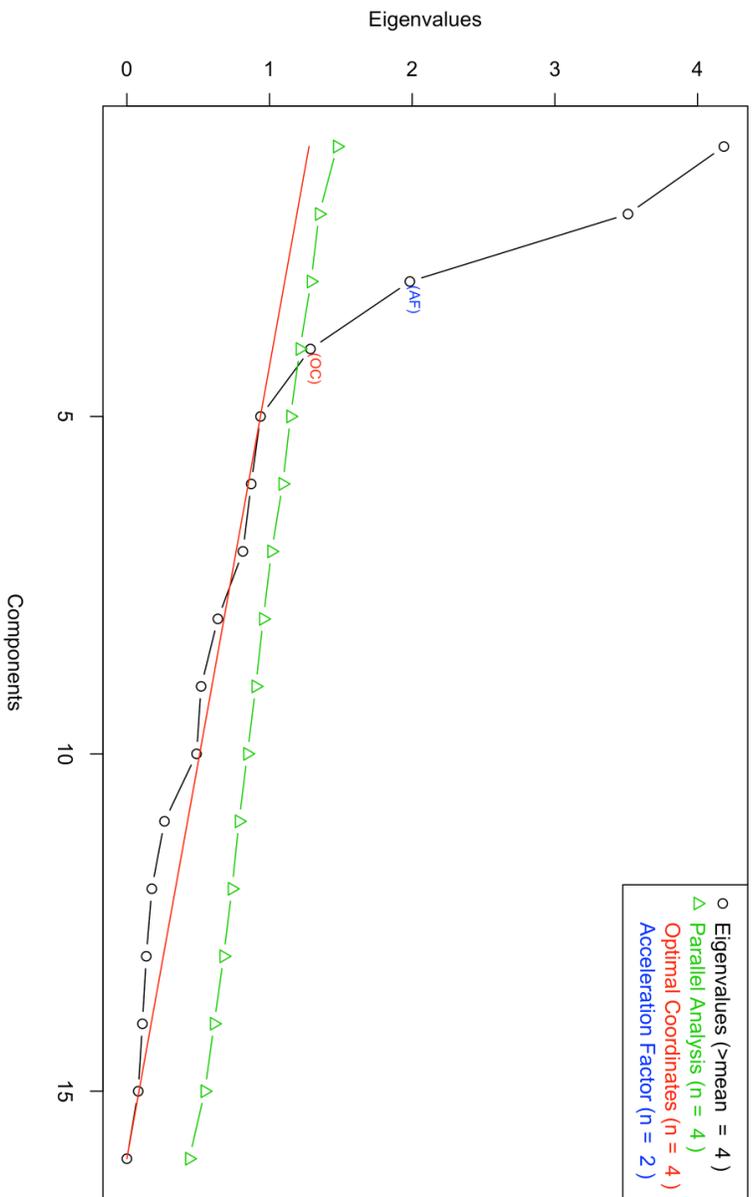


Figura 3.1. Screeplot de componentes y sus eigenvalues con respecto a 3 ajustes estadísticos., para detección de grupos y similitudes en girasol

De acuerdo con el dendrograma generado (Figura 3.2), por las rutina de R, y a partir de la agrupación previa que podía definirse en el biplot de Huerta *et al.*, (2015), se consideró que podían formarse cuatro grupos principales para definir su similitud y conocer sus relaciones. La altura de corte, basado en la matriz de distancias euclidianas fue de 17.

Para el primer sector (Grupo 1) se agruparon 26 genotipos con características similares, pero este grupo, a su vez, puede subdividirse dos grupos más pequeños. En el primer subgrupo se observa claramente potencial para utilización como para flor de corte, ya que posee atributos como plantas de capítulo pequeño, con abundantes hojas, sin ramificaciones, tallos gruesos, además ser precoces. Dentro de este grupo se distinguen los genotipos 1402-31-1, 1406-36-1, 1401-6-2, 1401-27-1, SSE-MH-56-73_ y 1410-2-1; por otro lado se pueden describir también los genotipos 1405-27-10, 1410-10-1, 1405-22-7, 1401-61-17, 1404-4-4, 1410-7-1B, 1405-16, SSE-56-7-3, 1404-10-21 y 1405-10, cuyas características son la precocidad, la poca o nula ramificación, presencia de pocas hojas, plantas enanas, tallos delgados, y capítulos grandes. Entre estas líneas puede considerarse que tiene uso como flor de corte. Es de interés considerar que la definición de los grupos también deber hacerse desde la perspectiva de los consumidores, ya que algunos prefieren capítulos grandes o algunos otros pequeños (Figura 3.2).

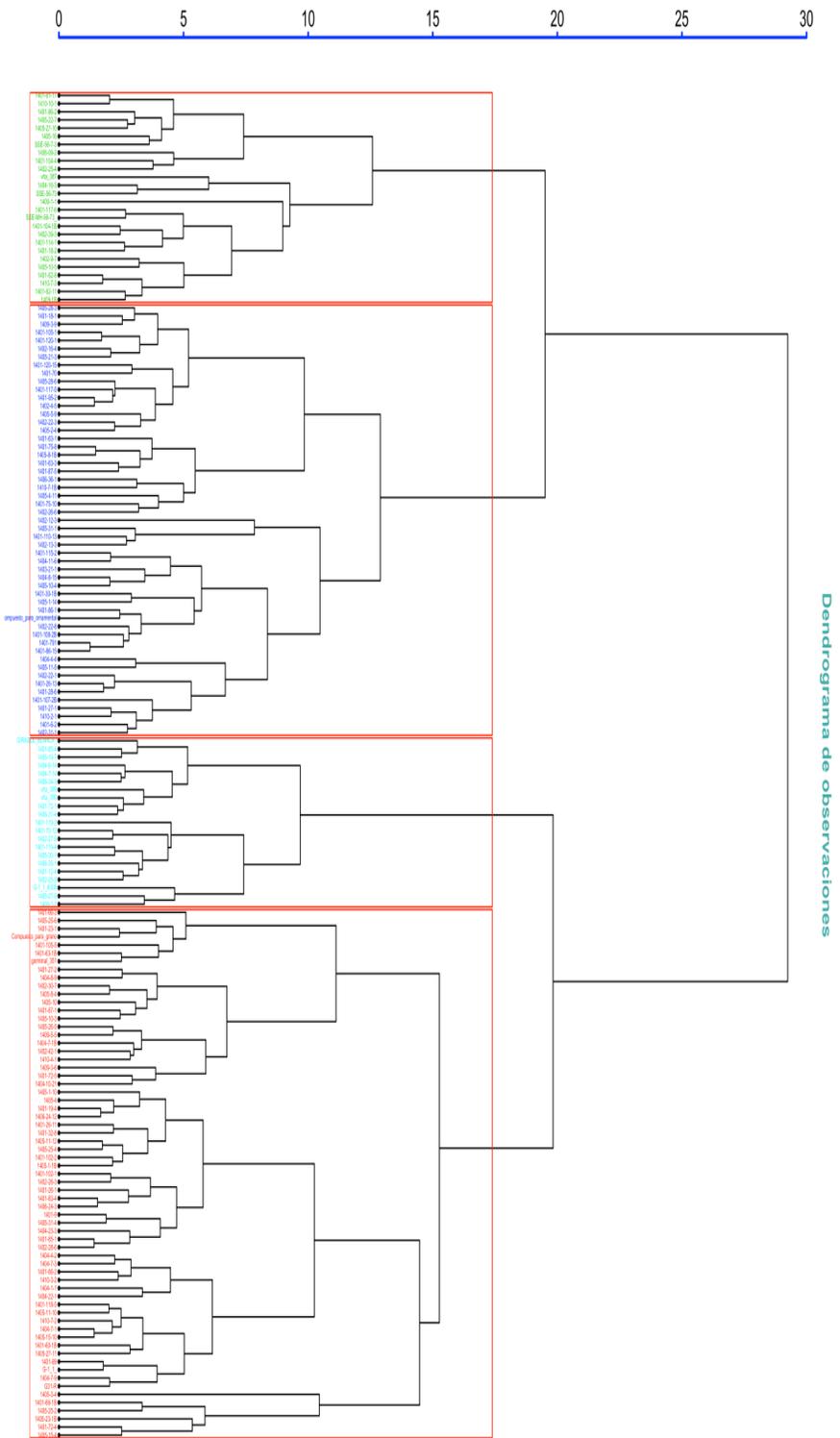


Figura 3.2. Dendrograma de 165 genotipos de girasol y su correspondiente agrupación, de acuerdo a los componentes principales extraídos mediante ajuste de Harman, con clasificación por distancia euclidiana y agrupación por el método de Ward

Los genotipos que tienen con características empleadas para paisajismo siendo que son plantas altas con ramificaciones, y además los capítulos son pequeños: 1402-13-3, 1401-110-13, 1402-22-3, 1409-3-9 y 1405-2-4. Las características son adecuadas para flor de corte, ya que el capítulo es pequeño además no posee ramificaciones y algunos materiales son poco susceptibles a las bajas temperaturas como las líneas 1405-4-11, 1405-31-1, 1405-1-14 y 1405-28-6 (figura 3.2)

En el grupo G3 se agruparon las líneas G-1_1_·308, 1409-1-2, Vita_389, 1404-8-14, 1401-119-4, 1402-27-9, 1404- 23-3, las cuales se considera son importantes ya que tienen abundantes hojas, así mismo tallos gruesos con ramificaciones siendo estos genotipos tardíos a excepción de Girasol_ Blanca, 1405-19-7, 1404-22-1, 1404-25-6 (Figura 3.2).

Un grupo de líneas que destacan por ser tardías, por tener pocas hojas, con ramificaciones, tallos delgados, enanos y capítulos grandes además de ser muy susceptibles a las bajas temperaturas fueron 1405-15-4, 1404-7-9, 1405-25-2, 1410-3-2, 1405-27-11 y 1405-11-10

Se encontró material genético con características deseadas para emplearlo para producción de grano.

3.5 DISCUSIÓN

A partir de los resultados de este estudio y los ideotipos planteados, se encontró que para el caso de flor de corte, se encontraron los tipos deseados, los cuales con plantas con capítulo que mida entre 12-18 cm, semi-enana, y con colores atractivos y lígulas dobles y largas. En el caso de algunos genotipos se detectó la presencia de aroma, la cual es una característica no incluida dentro de la evaluación, pero que es de interés en la industria de la perfumería. De acuerdo con Melgares (2001) en el caso del uso ornamental se buscan capítulos pequeños con un diámetro de 7 o 8 cm, de estas dimensiones son las adecuadas para la utilización en arreglos florales además se explica las razones por las que las plantas de ornato deberían ser androesteriles (sin polen).

Para planta en maceta es importante que sea una planta enana de 20-30 cm, esto es para que la planta pueda estar en espacios reducidos y su desarrollo no sea extremadamente exagerado, además que debe tener abundantes inflorescencias, con diámetros pequeños entre 4-7 cm, deben contar con un sistema radical pequeño; además, estas plantas deberán ser perennes, esto con la finalidad de tener inflorescencias por más tiempo, y el ciclo de vida no sea demasiado corto, lo que es beneficiosa para que la floración sea prolongada o más duradera.

Para producción de grano es importante tener aquenios grandes debido a que estos son los que tiene las mejores características para desarrollar la semilla, y por consiguiente el tallo debe resistir el peso del mismo y este deberá tener una inclinación de 45°C para soportar el peso del mismo, con la característica de precocidad.

Para el caso de obtención de forraje, se considera que esta es una de las propuestas más importantes ya que este puede ser empleados para alimento del ganado bovino, aves, etc. Para su uso para alimentación del ganado se requieren genotipos con abundantes hojas corrugadas con tallo resistente al peso del capítulo, el cual al tener mayores dimensiones se obtendrá la proteína vegetal para el ganado mismo que debe de oscilar entre 15-20 cm. La planta debe de ser de altura media y sobre todo precoz. Este tipo de cultivo puede ser una alternativa para hacer más eficiente el uso del agua en regiones como la Comarca Lagunera siendo que es una cuenca lechera la cual requiere de mucho forraje siendo que es unos de los principales en la alimentación de los mismos, siendo este un cultivo que requiere poca agua para su ciclo vegetativo de acuerdo a los estudios realizados por el instituto de capacitación agropecuaria acuícola y forestal (ICAMEX), este estudio es para ver el aprovechamiento que se le puede dar como una alternativa para forraje para alimentación del ganado tanto en ensilaje como en verde, proporcionando un 9% y hasta un 11% de proteína. La planta y la semilla pueden llegar a aportar hasta un 15%proteína, este es una alternativa debido a que este cultivo está en condiciones de corte de 90-100 días además que tolera las bajas temperaturas y en cuestión de calidad tiene 4 veces más proteína que el maíz, el girasol llega a producir hasta 50 ton/ha. (ICAMEX, 2015¹⁸)

¹⁸ ICAMEX, 2015, www.youtube.com/watch?v=zglPDgrvk_0 (Consultado 18 noviembre)

3.6 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos puede concluirse que se encontraron genotipos que tienen el potencial de aprovechamiento como flor de corte, entre los que destacan los genotipos 1402-31-1, 1406-36-1, 1401-6-2, 1401-27-1, SSE-MH-56-73_ y 1410-2-1; del mismo modo, las líneas 1405-27-10, 1410-10-1, 1405-22-7, 1401-61-17, 1404-4-4, 1410-7-1B, 1405-16, SSE-56-7-3, 1404-10-21 y 1405-10 también se consideraron sobresalientes.

Para el caso de paisajismo las líneas 1402-13-3, 1401-110-13, 1402-22-3, 1409-3-9 y 1405-2-4 fueron adecuadas; por otro lado, otros genotipos que fueron tolerantes a bajas temperaturas fueron 1405-4-11, 1405-31-1, 1405-1-14 y 1405-28-6.

3.7 LITERATURA CITADA

Bradshaw A.D. 1965, Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants
Adv. Genet 13: 115-155

Donald C.M. y Hamblin 1976, the biological yield and harvest index. Of cereals as
agronomic and plant breeding criteria. Adv. Agron 28: 361-405.

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

Harman, Harry and Jones, Wayne (1966) Factor analysis by minimizing residuals
(minres), Psychometrika, 31, 3, 351-368.

Hernández, L.F. y Orioli, G.A., 1994, el ideotipo del girasol (*Helianthus annuus* L.), agriscientia VOL: XI 87-98

Konica Minolta. <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/02/por-que-las-flores-tienen-color/> (citado el 22- octubre-2015)

Moran M.F. 2004, Producción de plantas ornamentales en maceta en invernadero, Centro de Agro negocios Tezoyuca. FIRA – BANCO DE MÉXICO Tezoyuca, Morelos

Producción de plantas ornamentales en maceta en invernadero Fidel Moran Medina – Centro de Agronegocios Tezoyuca. FIRA – BANCO DE MÉXICO Tezoyuca, Morelos. (2004)

Samonte S.O. y Wilson L.T. 2009, Los tipos de planta de arroz o ideo tipos, traducción, adaptación, y fotos de Carlos Battello (ACA) y Pedro Blanco (director del programa arroz, INIA).

Silva, M. N. 1997. Cultura de girasol. FUNED. Jabticabal, 67p.

Soberón C., 2015, revista ornamentales & jardinería vol. X, nº 40, editorial de riego, p 22-25.

4 DISCUSIÓN GENERAL

El girasol es un cultivo el cual muestra gran interés debido a sus alternativas de uso como flor de corte que es una de más conocidos así como para producción de grano, y como comienza a ser del interés de producción de forraje, debido a que es un cultivo que contiene buen porcentaje de proteína. Además de ser empleado para extracción de aceite, se ha observado el potencial

que se tiene como planta en maceta, o bien paisajismo, en general existen muchos usos. (Melgares 2001), dice que de acuerdo con la finalidad para que se busque el girasol, son las características buscadas, claro ejemplo de ello el girasol para flor de corte, es distinto al aspecto oleaginoso ya que en este se buscan capítulos grandes para aumentar el rendimiento de semilla, a diferencia del uso como forraje ya que en este se busca un alto rendimiento de la planta.

El girasol es un cultivo con alto potencial de explotación, por todos sus posibles usos, algunos uso que se le da al cultivo es fitorremediador como lo publica (Gutiérrez, 2011) escribe que el girasol silvestre (*Helianthus annuus*), son cultivos que tienen potencial para distintos usos como la extracción de metales pesados; otro uso es como planta medicinal, según (rdnatural, 2015¹⁹), es una planta de la cual se es utilizado como medicinal la semilla y su aceite. Planta de ornato, producción de grano, producción de aceite, o bien alternativa como forraje. De acuerdo con (Ávila, 2009), se dice que el comportamiento del cultivo de girasol ha demostrado un excelente comportamiento como para producción de aceite así como para otros usos o subproductos.

¹⁹ Rdnatural salvuzvir [www. Rdnatural.es/blog/girasol/](http://www.Rdnatural.es/blog/girasol/) (consultado en diciembre 2015).

5 CONCLUSIONES GENERALES

Dentro del análisis e interpretación de los resultados arrojados por este estudio se puede deducir lo siguiente:

Dentro del cultivo de girasol se observan líneas cuyo potencial genético es muy amplio por lo que se puede formar genotipos para distintos usos, debido a la diversidad genética con la que se cuenta.

La caracterización de genotipos con características importantes para la explotación de ornamental principalmente (paisajismo, flor de corte, planta en maceta).

La diversidad genética se debe a que los genotipos tienen características silvestres.

La formación de ideotipos es útil para diseñar la estructura de la planta de acuerdo a las características deseadas, esto siempre y cuando exista diversidad genética.

Dentro del material genético con el que se cuenta en la UAAAN-UL, son genotipos que se encuentran en proceso de adaptación es por ello que encontramos genotipos con ramificaciones, diferentes diámetros de capítulos, etc.

Es interesante identificar los genotipos con las características para los diferentes usos para llevar a cabo la selección de estos para que estos sean aprovechados en el área de interés.

6 LITERATURA CITADA GENERAL

CONASIPRO, 2008 file:///H:/TESIS/articulos/Girasol, situación actual, mundial y nacional.html .

Coyac., J. L., M. Olguín V., J. J. Huerta C., A. Espinoza B., O. Antuna G. 2015. Avances en Investigación del Potencial Genético y Diversidad de Germoplasma de Girasol Ornamental. Ponencia oral IIC32. Memorias del XVI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. 21 al 26 de junio de 2015.

Espinoza y Román 1985, "Victoria variedad de girasol para temporal en el norte centro de México", Folleto Técnico, núm. INIA-CIANOC, págs., 5.

FUNPROVER, 2008, programa estratégico de necesidades de investigación y transferencia de tecnología de la cadena productiva horticultura ornamental en el estado de Veracruz. Cadena productiva de horticultura. Héctor Chalate Molina, Rosendo San Juan Hernández, Guadalupe, Diego Lazcano, Ponciano Pérez Hernández.

Gahnavati y Nahavandi 1981, "Breeding sunflower of semiarid regions, seed and plant", improvement Institute Karaj Iran, D.C.S.S., Michigan State University.

Gallegos y Tomas Velazco, 1970, Instituto nacional de investigación agrícola Sag. Centro de investigaciones básicas circular CIB No. 30 México Julio 1970.

- Gómez 2011, producción mundial de flores de corte, producción mundial de flores, floricultura, Susana Gómez Posada, 2011.
- INEGI, 2013 cultivos anuales de los estados unidos mexicanos, VIII Censo agrícola ganadero y forestal, censo agropecuario 2007, P 18-22.
- Lentz, 2008, Sunflower (*Helianthus annuus* L.) as a pre- Columbian domesticate in Mexico David L. Lentz, Mary De Land Pohl, Jose Luis Alvarado Somayeh Tarighat an Rober Bye., PNAS vol- 105 no. 17 , 2008 6232- 6237.
- Melgarejo, 2003., Girasol usos Semilla Aceite Pellets Nutrición, ASAGIR Cuadernillo Informativo No. 3 P. 5, 20-35.
- Melgares 2001, el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) para flor cortada., Javier Melgares de Aguilar, Comermentana, Consejeria, de agricultura, agua y medio ambiente., artículo publicado en la revista Flormarket, editorial Verdimedia SL, año II nº2 2001, P 55-66.
- Morisique Daniel E: Mata Diego A:, Facciuto, Gabrielu; Bullrica, Laura. 2012 Pasado y presente de la floricultura Argentina. Ediciones INTA GEyC 40pp.
- Ortegón *et. al.*, 1993., el girasol, primera edición, 1993, Ortegón M., Escobedo M., Loera G., Díaz F., Rosales Robles, P 71-78.
- Ribeiro P.L.G., 2007, ensilaje de girasol como opción forrajera, Ribeiro P.L.G, Gonçalves L.C., Rodríguez N.M., Ribeiro T.T. jornada sobre producción y utilización de ensilaje.
- Robles 1985, Producción de oleaginosas y textiles., Segunda edición 1985.

- Robles, 1980, "producción de oleaginosas y textiles", cultivo de girasol, Limusa, México, P 444.
- Robles, 1986, "Girasol Tecmon-3, nueva variedad formada en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey", XI Congreso Nacional de Fitogenética, Facultad de Agricultura, Universidad de Guadalajara México, pag.200.
- SAGARPA, 2010. Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional., Informe., P 220.251
- SIAP, 2014, Anuario estadístico de la producción agrícola IO- PV 2014, infosiap.siap.gobmx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp (19 noviembre, 2015).
- SINAREFI, 2012, resúmenes ejecutivos servicio nacional de inspección y certificación de semillas. Sistema nacional de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura "informe final ejecutivo de la red girasol"
- USDA, 2015, Departamento de Agricultura de Estados Unidos www.produccionmundialgirasol.com_(septiembre, 2015).
- Vranceanu, 1977, A.V., El girasol, traducción de A. Guerrero, Mundi Prensa, Madrid, P 181-213 Y 219-231.