



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Proyecto de Investigación
previo a la obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación

“Respuesta del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) a la
aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pangua”

Autor:

Iván Darío Garófalo León

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. M. Sc. Ignacio Antonio Sotomayor Herrera

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Iván Darío Garófalo León**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

Iván Darío Garófalo León
Autor


CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. M. Sc. Ignacio Antonio Sotomayor Herrera**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Iván Darío Garófalo León**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Respuesta del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pangua**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

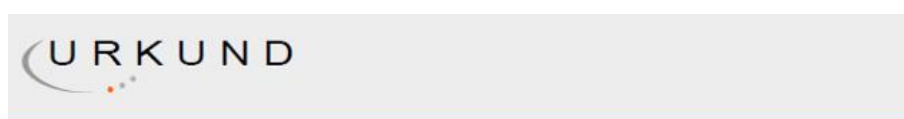
Ing. M. Sc. Ignacio Antonio Sotomayor Herrera
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



Documento [Proy. Inv. Garofalo - 18.05.2017.docx](#) (D28370756)
Presentado 2017-05-18 08:29 (-05:00)
Recibido rgaibor.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje Proy. Inv. Garofalo - 18.05.2017 [Mostrar el mensaje completo](#)

8% de esta aprox. 20 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 1 fuentes.



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Proy. Inv. Garofalo - 18.05.2017.docx (D28370756)
Submitted: 2017-05-18 15:29:00
Submitted By: rgaibor@uteq.edu.ec
Significance: 8 %

Sources included in the report:

Proyecto de Investigacion Garofalo - 16.05.17.docx (D28271442)

Instances where selected sources appear:

8

Ing. M. Sc. Ignacio Antonio Sotomayor Herrera
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Respuesta del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pangua”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:
Ingeniero Agrónomo

Aprobado por:

Econ. M. Sc. Flavio Ramos Martínez

Presidente del Tribunal

Ing. Agr. M. Sc. Ramiro Gaibor Fernández

Miembro del Tribunal

Ing. Agr. M. Sc. Luis Llerena Ramos

Miembro del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar a culminar satisfactoriamente una etapa más de mi vida.

A mis padres, por haber inculcado en mí los deseos de superación personal y profesional, guiándome siempre por el buen camino.

A mi hermana por su cariño y voz de aliento ante cualquier situación difícil de mi vida.

A mis abuelos, por sus consejos a lo largo de mi vida.

A mis amigos Ronny Dorado y Andrés Carmigniani por estar conmigo en todo momento, con quienes culmino conjuntamente esta etapa.

Al Ing. M. Sc. Ignacio Sotomayor Herrera, Director del Proyecto de Investigación por sus lineamientos en la investigación.

A los miembros del Tribunal de Sustentación por las sugerencias en la redacción del documento.

A la UTEQ, y sus docentes por haberme permitido adquirir conocimientos que servirán para mi desenvolvimiento en la sociedad.

Iván Garófalo

DEDICATORIA

Dedico el presente Proyecto de Investigación a Dios, creador de todo, que ha llenado mi vida de bendiciones, permitiéndome cumplir cada meta propuesta.

A mis padres, pilares fundamentales de mi vida, a quienes amo con mi vida.

A mi hermana, quien al igual que yo estará contenta por este logro obtenido.

A mis abuelos, que al igual que mis demás familiares se enorgullecen de verme como un profesional.

Iván Garófalo

RESUMEN

El presente estudio se realizó con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación de dos bioestimulantes en tres dosis sobre el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) sembrado en la zona de Pangua. Para tal efecto, se estableció el ensayo en terrenos de la finca “Ernestina”, propiedad de la Sra. Adela Salazar Gaibor, ubicada en el Km 25 de la vía Quevedo – Moraspungo, entre las coordenadas 1°04'35.4"S 79°18'26.3"W, a una altitud de 147 metros sobre el nivel del mar. Se utilizó un diseño bloques completos al azar con arreglo factorial 2x3+1 en tres repeticiones, estudiando los bioestimulantes Basfoliar Algae y Basfoliar Aktiv, en tres dosis: 1.0, 1.5 y 2.0 l/ha, cuyas interacciones se compararon con un testigo sin aplicación de bioestimulantes. Se registraron datos de porcentaje de plantas con acame de raíz, altura de plantas a la cosecha (cm), diámetro del capítulo (cm), peso de capítulo(g) y rendimiento por hectárea (Kg). Como principales resultados se pudo apreciar que los bioestimulantes y dosis no influenciaron significativamente en el porcentaje de plantas en el acame de raíz y peso de 100 semillas. Las plantas de mayor altura (140.0 cm), peso de capítulo (156.2 g) y mayor rendimiento (4604.8 Kg/ha) se registraron con la dosis de 2.0 l/ha. El bioestimulante Basfoliar Algae produjo plantas de 2.6 cm más altas de altura, capítulos de 0.7 cm más grandes, 4.6 g más pesados y 212.1 Kg/ha de rendimiento que Basfoliar Aktiv. El mayor beneficio económico se registró con la aplicación de 2.0 l/ha de Basfoliar Algae que generó un ingreso neto de \$ 621.76, con una rentabilidad del 48%.

Palabras claves: bioestimulantes, Basfoliar Algae, Basfoliar Aktiv

SUMMARY

The present study was carried out with the purpose of evaluating the effect of the application of two biostimulants in three doses on the crop of sunflower (*Helianthus annuus* L.) planted in the area of Pangua. For this purpose, the trial was established on lands of the “Ernestina” estate, owned by Mrs. Adela Salazar Gaibor, located at Km 25 of the Quevedo - Moraspungo road, between coordinates 1 ° 04'35.4 "S 79 ° 18 ' 26.3 "W, at an altitude of 147 meters above sea level. A randomized complete block design with 2x3 + 1 factorial arrangement was used in three replicates, studying the biostimulants Basfoliar Algae and Basfoliar Aktiv, in three doses: 1.0, 1.5 and 2.0 l / ha, whose interactions were compared with a control without application of Biostimulants. Percentage data of plants with rootstock, plant height at harvest (cm), chapter diameter (cm), chapter weight (g) and yield per hectare (kg) were recorded. As main results it was observed that the biostimulants and doses did not significantly influence the percentage of plants in the root bed and weight of 100 seeds. The plants with the highest height (140.0 cm), chapter weight (156.2 g) and higher yield (4604.8 kg / ha) were recorded at the dose of 2.0 l / ha. The biostimulant Basfoliar Algae produced plants taller than 2.6 cm, 0.7 cm larger, 4.6 g heavier and 212.1 kg / ha yield than Basfoliar Aktiv. The biggest economic benefit was registered with the application of 2.0 l / ha of Basfoliar Algae which generated a net income of \$ 621.76, with a profitability of 48%.

Key words: biostimulants, basella Algae, foliar spray

TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico	iv
Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación	v
Agradecimientos	vi
Dedicatoria	vii
Resumen	viii
Summary	ix
Tabla de Contenido	x
Índice de Tablas	xiii
Índice de Anexos	xiv
Código Dublín	xv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Problema de investigación.....	3
1.1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.2 Formulación del problema	3
1.1.3 Sistematización del problema.....	3
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 Justificación	5
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.1 Marco Teórico.....	7
2.1.1 Origen del cultivo de girasol	7
2.1.2 Clasificación taxonómica	7
2.1.3 Descripción botánica.....	7
2.1.3.1 Raíz.....	7
2.1.3.2 Tallo.....	9
2.1.3.3 Hojas	9
2.1.3.4 Inflorescencia	10

2.1.3.5 Fruto.....	12
2.1.3.6 Semilla	13
2.1.4 Aspectos productivos del cultivo de girasol.....	13
2.1.5 Usos del girasol	14
2.1.6 Bioestimulantes	14
2.1.1.1 Efecto de los bioestimulantes en los cultivos.....	15
2.1.1.2 Formulación de los bioestimulantes	20
2.1.7 Basfoliar Aktiv	20
2.1.8 Basfoliar Algae	21
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.1 Localización de la investigación.....	24
3.2 Características climáticas	24
3.3 Tipo de investigación	24
3.4 Métodos de investigación	24
3.5 Fuentes de recopilación de la investigación	25
3.6 Diseño experimental y análisis estadístico	25
3.6.1 Especificaciones del experimento.....	25
3.7 Instrumentos de investigación	26
3.7.1 Factores en estudio.....	26
3.7.2 Tratamientos estudiados.....	27
3.7.3 Material genético	27
3.7.4 Manejo del experimento.....	27
3.7.4.1 Limpieza y preparación del terreno	27
3.7.4.2 Siembra	27
3.7.4.3 Control de malezas	28
3.7.4.4 Fertilización	28
3.7.4.5 Control de insectos plaga	28
3.7.4.6 Control de enfermedades	28
3.7.4.7 Cosecha.....	29
3.7.5 Datos registrados y formas de evaluación.....	29
3.7.5.1 Porcentaje de plantas con acame de raíz.....	29
3.7.5.2 Altura de plantas a la cosecha (cm)	29
3.7.5.3 Diámetro del capítulo (cm)	29

3.7.5.4	Peso de 100 semillas (g)	30
3.7.5.5	Peso de capítulo(g)	30
3.7.5.6	Rendimiento por hectárea (Kg)	30
3.7.5.7	Análisis económico	30
3.8	Recursos humanos y materiales	31
3.8.1.1	Recursos humanos	31
3.8.1.2	Recursos materiales	31
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		32
4.1	Resultados	33
4.1.1	Porcentaje de plantas con acame de raíz	33
4.1.2	Altura de plantas a la cosecha (cm)	33
4.1.3	Diámetro del capítulo (cm)	35
4.1.4	Peso de 100 semillas (g)	37
4.1.5	Peso de capítulo(g)	37
4.1.6	Rendimiento por hectárea (Kg)	39
4.1.7	Análisis económico	40
4.2	Discusión	42
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		44
5.1	Conclusiones	45
5.2	Recomendaciones	46
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA		47
6.1	Bibliografía citada	48
CAPÍTULO VII: ANEXOS		52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características climáticas del sitio experimental.....	24
Tabla 2. Esquema del análisis de varianza utilizado en el experimento.....	25
Tabla 3. Materiales y equipos utilizados en la investigación.....	31
Tabla 4. Porcentaje de plantas con acame de raíz.	34
Tabla 5. Altura de plantas a la cosecha (cm)	35
Tabla 6. Diámetro del capítulo (cm).....	36
Tabla 7. Peso de 100 semillas (g).....	38
Tabla 8. Peso de capítulo(g).....	39
Tabla 9. Rendimiento por hectárea (Kg)	40
Tabla 10. Análisis económico	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo del sitio experimental	53
Anexo 2. Análisis de varianza del porcentaje de plantas con acame de raíz (factores)	54
Anexo 3. Análisis de varianza del porcentaje de plantas con acame de raíz (tratamientos) .	54
Anexo 4. Análisis de varianza de la altura de plantas a la cosecha (factores).....	54
Anexo 5. Análisis de varianza de la altura de plantas a la cosecha (tratamientos).....	54
Anexo 6. Análisis de varianza del diámetro del capítulo (factores).....	55
Anexo 7. Análisis de varianza del diámetro del capítulo (tratamientos).....	55
Anexo 8. Análisis de varianza del peso de 100 semillas (factores)	55
Anexo 9. Análisis de varianza del peso de 100 semillas (tratamientos)	55
Anexo 10. Análisis de varianza del peso de capítulo(factores)	56
Anexo 11. Análisis de varianza del peso de capítulo(tratamientos)	56
Anexo 12. Análisis de varianza del rendimiento por hectárea (factores).....	56
Anexo 13. Análisis de varianza del rendimiento por hectárea (tratamientos)	56
Anexo 14. Medición y delimitación del terreno	57
Anexo 15. Delimitación de las subparcelas experimentales.....	57
Anexo 16. Siembra manual de semillas de girasol	58
Anexo 17. Planta de girasol a los 20 días después de la siembra	58
Anexo 18. Primera aplicación de bioestimulantes a los 30 días después de la siembra	59
Anexo 19. Formación de los capítulos florales.....	59
Anexo 20. Cultivo de girasol a los 75 días después de la siembra	60
Anexo 21. Cosecha de los capítulos florales del girasol	60
Anexo 22. Capítulos cosechados de girasol	61
Anexo 23. Evaluación del diámetro de capítulos de girasol.....	61
Anexo 24. Extracción de semillas de girasol de los capítulos	62

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Respuesta del cultivo de girasol (<i>Helianthus annuus</i> L.) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos en la zona de Pangua
Autor:	Iván Darío Garófalo León
Palabras clave:	bioestimulantes, Basfoliar Algae, Basfoliar Aktiv
Fecha de publicación	
Editorial:	
Resumen:	<p>El presente estudio se realizó con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación de dos bioestimulantes en tres dosis sobre el cultivo de girasol (<i>Helianthus annuus</i> L.) sembrado en la zona de Pangua. Para tal efecto, se estableció el ensayo en terrenos de la finca “Ernestina”, propiedad de la Sra. Adela Salazar Gaibor, ubicada en el Km 25 de la vía Quevedo – Moraspungo, entre las coordenadas 1°04'35.4"S 79°18'26.3"W, a una altitud de 147 metros sobre el nivel del mar. Se utilizó un diseño bloques completos al azar con arreglo factorial 2x3+1 en tres repeticiones, estudiando los bioestimulantes Basfoliar Algae y Basfoliar Aktiv, en tres dosis: 1.0, 1.5 y 2.0 l/ha, cuyas interacciones se compararon con un testigo sin aplicación de bioestimulantes. Se registraron datos de porcentaje de plantas con acame de raíz, altura de plantas a la cosecha (cm), diámetro del capítulo (cm), peso de capítulo(g) y rendimiento por hectárea (Kg). Como principales resultados se pudo apreciar que los bioestimulantes y dosis no influenciaron significativamente en el porcentaje de plantas en el acame de raíz y peso de 100 semillas. Las plantas de mayor altura (140.0 cm), peso de capítulo (156.2 g) y mayor rendimiento (4604.8 Kg/ha) se registraron con la dosis de 2.0 l/ha. El bioestimulante Basfoliar Algae produjo plantas de 2.6 cm más altas de altura, capítulos de 0.7 cm más grandes, 4.6 g más pesados y 212.1 Kg/ha de rendimiento que Basfoliar Aktiv. El mayor beneficio económico se registró con la aplicación de 2.0 l/ha de Basfoliar Algae que generó un ingreso neto de \$ 621.76, con una rentabilidad del 48%.</p>
Descripción:	
URL	

INTRODUCCIÓN

El incremento en la producción de alimentos es un requisito esencial en la sociedad moderna, para acompañar el aumento de la población mundial. Una de las formas de alcanzar este objetivo es el aumento de la productividad de los cultivos. Esto aumenta la tasa de extracción de nutrientes y la pérdida de éstos debido a los grandes volúmenes que se exportan en granos, y que no se reponen en los suelos (Prochnow, Moraes, & Stipp, 2009).

El girasol (*Helianthus annuus* L.) tiene interés agronómico y gastronómico debido a la alta calidad nutricional de su aceite. En Argentina, casi las tres cuartas partes del aceite consumido provienen de esta planta oleaginosa. Además, tiene un alto interés económico por los ingresos de divisas generadas por las exportaciones de granos, aceite y subproductos del girasol (Ingaramo, 2006).

El girasol puede desarrollarse satisfactoriamente en diversos ambientes, no obstante, se dispone de escasa información sobre el cultivo en el Ecuador, cuya importancia económica radica fundamentalmente en su uso como oleaginosa, por su alto contenido de aceite en las semillas tanto para consumo humano como también en la industria oleoquímica. El aceite de girasol es de alta calidad comestible, debido a su alto contenido de ácido linoleico y vitamina E, lo que le confiere un gran valor nutritivo (De Caram, Angeloni, & Prause, 2007).

El uso de bioestimulantes en la agricultura es actualmente una de las técnicas de producción que está cobrando mayor importancia cada día, ya que ofrece diferentes ventajas frente a aquellos sistemas de producción que no los utilizan, ya que es evidente que estos productos promueven el desarrollo y producción de los cultivos, sin embargo, existe una oferta muy diversa de bioestimulantes en el mercado por lo que se requiere estudiarlos antes de ponerlos en uso y recomendarlos a los agricultores. Estos productos aplicados al cultivo de girasol pueden convertirse en una opción productiva para poner en práctica en las fincas, promoviendo además al girasol como un cultivo no tradicional, que puede representar una opción de inversión para los productores de la zona de estudio.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación

1.1.1 Planteamiento del problema

Comúnmente los cultivos de importancia comercial son explotados de manera convencional, utilizando técnicas de producción que pueden acarrear diferentes efectos secundarios al aplicarse únicamente fertilizantes edáficos. Dicha problemática cobra mayor importancia y preocupación al momento de considerar las exigencias actuales de los consumidores por productos agrícolas que sean concebidos con la menor traza posible de fertilizantes sintéticos.

En ciertos casos la fertilización edáfica no es asimilada rápidamente, dependiendo además de las condiciones en las que se desarrolle el cultivo, por lo que es evidente la consecución de técnicas que aseguren obtener niveles altos de producción, por ende la obtención de beneficios económicos por unidad de superficie.

1.1.2 Formulación del problema

¿Qué efecto produce la aplicación de los bioestimulantes Basfoliar Aktiv y Basfoliar Algae sobre el comportamiento agronómico del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) sembrado en la zona de Pangua?

1.1.3 Sistematización del problema

En base a la problemática del estudio se plantearon las siguientes directrices:

¿Cuál es el efecto de la aplicación de Basfoliar Aktiv y Basfoliar Algae sobre el comportamiento agronómico del cultivo de girasol?

¿Cuál es la dosis de bioestimulante que permite obtener el mayor rendimiento por hectárea?

¿Qué tratamiento representa el mayor beneficio económico para los agricultores?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de dos bioestimulantes en tres dosis sobre el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) sembrado en la zona de Pangua.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la aplicación de basfoliar Aktiv y basfoliar Algae sobre el comportamiento agronómico del cultivo de girasol.
- Identificar la dosis de bioestimulante que permita obtener el mayor rendimiento por hectárea.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3 Justificación

La fertilización foliar es una técnica de producción de gran importancia en la agricultura actual, ya que tiene la característica de ser asimilada con mayor rapidez y además cuando esta tiene fines bioestimulantes, contiene pequeñas cantidades de hormonas y demás componentes que pueden influir en los diferentes procesos fisiológicos de los cultivos que se ven reflejados directamente en el rendimiento obtenido.

La presente investigación se justifica al estudiar el efecto de la aplicación de diferentes dosis de bioestimulantes, para el desarrollo y producción del cultivo de girasol, a fin de ofrecer un sistema de producción para los agricultores de la zona, que pueden ver en dicho cultivo una fuente de ingresos, que pueda satisfacer las necesidades de cada uno de sus hogares, asegurando de esta manera el desarrollo socioeconómico del sector agrícola de la zona en estudio.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Origen del cultivo de girasol

El origen del girasol se remonta a 3.000 años A.C en el norte de México y Oeste de Estados Unidos, ya que fue cultivado por las tribus indígenas de Nuevo México y Arizona. El girasol era uno de los principales productos agrícolas empleados en la alimentación por muchas comunidades americanas antes del descubrimiento. La semilla de girasol fue introducida en España por los colonizadores y después se extendió al resto de Europa. El girasol fue cultivado durante más de dos siglos en España y en el resto de Europa por su valor ornamental, debido al porte y sobre todo a la belleza de sus inflorescencias. Fue durante el siglo XIX cuando comenzó la explotación industrial de su aceite destinada a la alimentación (Tenesaca, 2015).

2.1.2 Clasificación taxonómica

Villar (2014), indica la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Helianthus*

Especie: *annuus* L.

Nombre científico: *Helianthus annuus* L.

2.1.3 Descripción botánica

2.1.3.1 Raíz

El sistema radicular ha sido objeto de numerosos estudios que pusieron de manifiesto la gran capacidad de adaptación del mismo a los recursos hídricos de los distintos niveles del suelo. Al

comienzo del desarrollo, la raíz principal crece más rápidamente que la parte aérea de la planta. Durante el estado cotiledonal, tiene de 4-8 cm de largo con 6-10 raicillas, y durante la fase de desarrollo llega a una profundidad de 50-70 cm, llegando al máximo de crecimiento en la floración. Normalmente la longitud de la raíz principal sobrepasa la altura del tallo, en girasol de semilla (Tenesaca, 2015).

En la zona engrosada de la raíz principal, cerca del cuello, se forma un gran número de raíces laterales. Una parte de las mismas crecen al principio paralelamente a la superficie del suelo, hasta una distancia de 10-40 cm de la raíz principal y luego comienza a hundirse en el mismo formando en sentido vertical numerosas raicillas finas. Otra parte de las raíces laterales se extienden horizontalmente en la capa superficial del suelo, a una profundidad de 5-30 cm, ramificándose muy fuertemente y formándose una red muy espesa de pelos radicales. La profundidad en la cual se desarrolla esta red, depende de las condiciones climáticas; si hay sequía el desarrollo es a más profundidad, si hay humedad se acercan a la superficie del suelo (Tenesaca, 2015).

Pizarro (2009), manifiesta que el sistema radical del girasol está formado, por una raíz pivotante que puede llegar hasta los 2 metros de profundidad, y cuando tropieza con obstáculos naturales o suelos de labor desvía su trayectoria vertical y deja de explorar las capas profundas del suelo, crece más rápido que la parte aérea de la planta, por un sistema de raíces secundarias y terciarias que crecen en sentido horizontal y vertical, se desarrollan entre los 5 y 30 cm de profundidad; la máxima profundidad coincide con la floración.

Infoagro (2014), expresa que la efectividad en la captura de agua y nutrientes con las raíces depende tanto de su densidad y profundidad en el suelo, como de su funcionalidad. El sistema radical crece en profundidad de la germinación hasta alrededor de la floración. El ritmo de la absorción de agua depende del ritmo transpiratorio de las plantas. El tipo de suelo (limitado por pisos de laboreo u otros impedimentos) afecta el crecimiento de las raíces y su capacidad de captación de agua y nutrientes. En suelos sin impedimentos físicos se observa mayor desarrollo de raíces que en suelos pesados o compactados.

García y Watson (2003), mencionan que el acame tanto de raíz como de tallo que se puede presentar en plantas responde a las características de resistencia del material vegetal a las condiciones ambientales, ya que estas pueden influenciar directamente en dicho fenómeno.

2.1.3.2 Tallo

El tallo de la planta de girasol es erecto, vigoroso y cilíndrico. La superficie exterior es rugosa y vellosa, aunque en su parte basal la vellosidad es escasa o falta totalmente. 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, dada por el grado de desarrollo de sus tejidos mecánicos (Tenesaca, 2015).

Duarte (2004), señala que el tallo es cilíndrico, recto, vertical, de consistencia semileñosa, áspero y vellosa, tanto el diámetro como la altura varían según cultivares. Al llegar la madurez, el tallo se arquea en su extremo debido al peso, el capítulo floral se vuelve hacia el suelo en mayor o menor grado. El diámetro varía entre 2 a 6 cm, y una altura hasta el capítulo entre 40 cm para ornamentales y 2 m. para semilla. En la madurez el tallo se inclina en la parte terminal debido al peso del capítulo.

En la madurez, el tallo se inclina en su parte terminal, debajo del capítulo. En algunas líneas consanguíneas el tallo se dobla casi por la mitad, colgando el capítulo de forma que queda muy bajo de altura. En otros casos, el tallo erecto, duro, apenas se inclina bajo la cabezuela. Entre esos extremos se notan numerosas formas intermedias. El hecho de que los capítulos cuelgan es una característica de interés, ya que se disminuye notablemente el perjuicio ocasionado por los pájaros (Tenesaca, 2015).

2.1.3.3 Hojas

Las hojas son alternas, grandes, trinervadas, largamente pecioladas, de formas variables, acuminadas, dentadas y de áspera vellosidad en ambas caras. La forma cambia en función de su posición en el tallo. Las primeras hojas que se forman (las cotiledonales) son carnosas y ovaladas, de un tamaño de 2 a 3 cm. El primer par de hojas verdaderas, que se forma inmediatamente después de los cotiledones, se caracteriza por un desarrollo más fuerte del limbo foliar, en comparación con el peciolo, 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 aserrado (Duarte, 2004).

Las hojas del segundo par son siempre lanceoladas, ensanchándose hacia el peciolo, el cual se desarrolla más a partir de esta posición. El borde de estas hojas es aserrado y raras veces dentado. Las hojas del tercer par son generalmente triangulares y raras veces levemente acorazonadas, con el borde dentado o débilmente festoneado. Las hojas siguientes adquieren la forma típica acorazonadas hasta el octavo o noveno, donde se nota de nuevo un cambio en la forma. En las hojas terminales, la longitud del peciolo y del limbo empieza a disminuir, y se vuelven más bien reniformes que cordiformes, y luego triangulares, parecidas en cuanto a la forma del tercer par. Las últimas hojas se convierten en brácteas involucrales (Tenesaca, 2015).

El número de las hojas varía entre 12 y 40, en función de las condiciones de cultivo, así como de las peculiaridades individuales y de la variedad. El color de las hojas es también variable y va desde verde oscuro a verde amarillento, aunque las hojas tienen el limbo muy grande, se adaptan fácilmente al viento, debido al peciolo largo y elástico. En la parte superior, el peciolo tiene una especie de canal a través del cual el agua de lluvia recogida por las hojas es dirigida hacia el tallo, y de este hacia la raíz. Las hojas sombrean el suelo y lo protegen contra la caída directa de las gotas de lluvia (Duarte, 2004).

Son bastante grandes, sus dimensiones pueden estar en torno a 30 cm de ancho por 40 cm de largo y adheridos al tallo mediante un peciolo bastante ancho. De todas las hojas las que más fotosíntesis realizan son las centrales pues las últimas se aprovechan de las centrales y las últimas se secan (Tenesaca, 2015).

2.1.3.4 Inflorescencia

La inflorescencia (denominada capítulo, calatidio o antodio) es compuesta y está formada por numerosas flores situadas en un receptáculo discoidal. El capítulo es solitario y rotatorio, rodeado por brácteas involucrales imbricadas, alargado-ovaladas, largo-acumuladas, herbáceas y áspero-vellosas. El receptáculo es aplanado, cóncavo o convexo y paleáceo. El diámetro del capítulo varía entre 10 y 40 cm, en función de la variedad y de las condiciones de crecimiento. Los capítulos en desarrollo efectúan movimientos de rotación, de modo que la superficie discoidal forma un ángulo recto en 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 excepciones (Tenesaca, 2015).

En el receptáculo hay dos tipos de flores: liguladas y tubulosas:

- **Flores liguladas:** Melgares (2001), manifiesta que las flores liguladas se encuentran en el verticilo o anillo exterior del capítulo, está formado normalmente por una o dos filas de flores liguladas estériles. El color de estas lígulas suele ser amarillo dorado, amarillo claro o amarillo anaranjado, las lígulas son lanceoladas, con una función de exhibición y atracción visual para los insectos polinizadores.

Las flores liguladas son de 30 a 70, están dispuestas radialmente, en 1-2 filas, son asexuadas y raras veces unisexuadas femeninas. Las lígulas tienen una longitud de 6 – 10 cm y una anchura de 2 -3 cm; tienen forma lanceolada, con la parte superior aterciopelada y parte inferior finalmente ciliada (Duarte, 2004).

- **Flores tubulares:** indica que las flores tubulares situadas en el interior del capítulo, son las flores propiamente dichas, ya que contienen los órganos reproductores, son sésiles, hermafroditas, y de cada flor se obtendrá una semilla; forman círculos espirales desde el centro hasta el anillo de flores liguladas que lo rodea. En la mayoría de los cultivares las flores tubulares son estériles, no forman polen, ni producen semilla (Melgares, 2001).

Tenesaca (2015), menciona que las flores tubulosas son las flores propiamente dichas, hermafroditas, que llevan los órganos de reproducción. Estas flores están dispuestas en arcos espirales que parten desde el centro del disco. Están separados entre ellas por la pálea, que tienen 2 -3 lóbulos amarillo-verdosos, sobrepasando el más largo la flor cerrada. Durante el estado vegetativo este lóbulo está doblado hacia el centro del capítulo con el fin de proteger por arriba el tubo, que está formándose. Esta protección está aumentada también por la excreción de un líquido pegajoso, similar a la resina. En la maduración, las páleas se ponen duras y aristadas, formando una estructura alveolar que mantiene las semillas del capítulo.

El cáliz se compone de dos sépalos muy reducidos que se caen fácilmente. La corola es actinomorfa, gamopétala, con cinco pequeños dientes, y tiene la forma de tubo. El extremo inferior de la misma se estrecha en cierta medida, formando una tuberosidad en forma de anillo, en cuya parte inferior están las células nectaríferas. El color de la corola es amarillo en el exterior y amarillo-anaranjado, rojo- oscuro, rojo- ceniciento e incluso negro en el interior (Pizarro, 2009).

Los estambres son cinco y tiene sus filamentos libres y de color blanquecino. Las anteras son alargadas, unidas entre ellas a través de una cutícula fina y elástica, de color oscuro hasta negro (Tenesaca, 2015).

El polen es relativamente grande, de 34-45 μ , tiene forma esférica y algo aplastada. La exina que es de color amarillo con excrescencias en forma de espinas, tienen tres poros simétricos de apertura. En ambiente húmedo el grano se hincha y al lado de cada uno de los poros brota una prominencia en forma de botón convexo. El pistilo se compone de dos carpelos. El ovario es ínfero, unilocular y con un solo ovulo anátropo. El estilo es de color blanquecino y se encuentra en el interior del tubo formado por las anteras; lleva un estigma bifurcado, cubierto en la parte superior de los estigmas es el mismo que el de la parte interior de la flor tubulosa. A veces se constata que los estigmas, o solamente los bordes de los mismos, tienen el color rojo, aunque el interior del tubo de la flor es amarillo-anaranjado. El estigma madura más tarde que las anteras (protandria) (Duarte, 2004).

2.1.3.5 Fruto

El fruto es un aquenio comprimido que tiene 7,5 – 17 mm de largo, 3,5 -9 milímetros de ancho y 2,5 -2, mm de espesor. Es ligeramente aterciopelado – veloso, con el pericarpio duro y fibroso. En el lenguaje vulgar los aquenios son denominados impropriamente semilla (Duarte, 2004).

El fruto es un aquenio de tamaño comprendido entre 3 – 20 mm de largo y 2- 13 mm de ancho. Lo importante de la semilla no es la cáscara sino la almendra o grano, porque es la que tiene el contenido en aceite y la cáscara es la fibra considerando en la almendra 80% del peso y cascara 20% (Tenesaca, 2015).

2.1.3.6 Semilla

El tamaño, dependiendo de la ubicación, dentro del capítulo, oscila entre 8-17 mm de largo por 4-8 mm de ancho y 2,5-5 mm de espesor; los grandes están localizados en la periferia y los pequeños en la parte central del mismo. El pericarpio, vulgarmente denominado cáscara, puede ser de color blanco, blanco estriado, negro, pardo, rojizo, café, etc. Los más comunes son los negros y los estriados (blanco y negro). El espesor del mismo depende de la variedad, en algunos casos puede llegar a representar entre el 20 y 40% del peso del fruto; de ahí la importancia de utilizar variedades con la menor relación porcentual cascara: semilla (20:80) (Villar, 2014).

La cáscara contiene una epidermis cubierta de una capa cerosa de cutícula; una hipodermis con dos o tres filas de células; una capa carbonógena (masa negra de células); un tejido fibroso, que da la dureza al fruto; y, un parénquima interior. En la semilla, la membrana seminal crece con el endospermo formando una película fina que cubre al embrión. Esta membrana queda adherida al pericarpio (menos en las aristas), y se quiebra en el descascarado, quedando por una parte la “cáscara” y por otra la semilla. El endospermo está constituido por una o dos filas de células y contiene gránulos de alebrona. El embrión está compuesto por dos cotiledones, la plúmula y la radícula (Tenesaca, 2015).

Tenesaca (2015), indica que en las investigaciones que consideran la evaluación de peso de 100 semillas o de 1000 semillas de un determinado grano, dependerán directamente de las características de la muestra seleccionada ya que cuando esta no es uniforme puede repercutir en la obtención de resultados fiables.

2.1.4 Aspectos productivos del cultivo de girasol

El patrón de crecimiento y desarrollo fenológico de esta oleaginosa está regulado por la disponibilidad de agua y nutrientes en interacción con los factores ambientales (Andrade, Aguirrezábal, & Rizzalli, 2002). El rendimiento alcanzado por el cultivo en la mayoría de los casos se debe a la optimización de variables, como fecha de siembra, disponibilidad de agua y nutrientes, temperatura, precipitaciones, etc (De Caram, Angeloni, & Prause, 2007). La tasa de producción de materia seca está determinada por la cantidad de radiación interceptada, la

cantidad de agua disponible y por la disponibilidad de nutrientes (Andrade, Aguirrezábal, & Rizzalli, 2002).

2.1.5 Usos del girasol

El uso extensivo del girasol como fuente de aceite comestible se inició en Rusia en 1830. El cultivo se reintrodujo a Norteamérica desde Europa a finales del siglo XIX con el interés inicial de utilizarlo como forraje para ensilaje, iniciándose la extracción de aceite comestible hasta 1946 cuando Canadá lo promovió para propósitos de confitería y alimentos para pájaros (Ribeiro *et al.*, 2007).

Actualmente, se obtienen dos principales productos, la harina y el aceite. La primera es utilizada en la industria de alimentos ya que su contenido de proteína oscila entre el 40 y 50 por ciento, lo que la hace atractiva para la alimentación del ganado. Por otro lado, el aceite de girasol es uno de los aceites con mayores beneficios para la salud, por su alto contenido de grasas poliinsaturadas. Otro uso de la semilla de girasol es la elaboración de jabones, cosméticos, detergentes y hasta combustibles en algunos países (Comité Nacional Sistema-Producto Oleaginosas, 2016).

2.1.6 Bioestimulantes

Bioestimulante es un término utilizado para describir sustancias orgánicas, que cuando se aplican en pequeñas cantidades afectan el crecimiento de las plantas y su desarrollo. Los bioestimulantes pueden incluir fitohormonas, tales como giberelinas, citoquininas, ácido absícico, ácido jasmónico, auxinas, etc (Turgeon, 2005).

Los bioestimulantes comercialmente disponibles son principalmente extractos de otros materiales, debido a esto, sus propiedades pueden variar ampliamente. Por ejemplo, la composición del extracto de algas es ampliamente influenciada por la especie de alga. Las sustancias húmicas son extractos que se extraen del suelo, turba, carbón y lignito (carbón mineral que se forma por compresión de la turba) y que se procesan para formar ácido húmico. Los ingredientes activos de estas sustancias húmicas son presumiblemente fitohormonas. El uso de bioestimulantes al igual que cualquier otro producto nuevo, debe ser cuidadosamente

testado en pequeñas áreas para evaluar adecuadamente su impacto en condiciones locales, ya que muchas veces al no usar la cantidad adecuada puede afectar drásticamente a los cultivos, mientras que al proveerse una medida óptima, estos productos estimulan el crecimiento y producción de los cultivos (Acuña, 2012)

Los bioestimulantes agrícolas actúan sobre la fisiología de la planta de diferentes formas y por diferentes vías para mejorar el vigor del cultivo, el rendimiento y calidad de la cosecha. Son productos de variados orígenes, sin residuos y seguros, cada vez más utilizados en una gran variedad de cultivos (AEFA, 2008)

Los bioestimulantes independientemente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos y/o microorganismos, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las hojas o en la rizósfera, es mejorar el desarrollo del cultivo y consecuentemente el rendimiento, ya que mediante la estimulación de procesos naturales benefician el aprovechamiento de nutrientes e incrementa la resistencia a condiciones de estrés biótico y/o abiótico. Los bioestimulantes pueden estar compuestos a base de hormonas vegetales, o bien, de extractos de algas marinas, aminoácidos, enzimas o vitaminas como la tiamina, ácidos húmicos, entre otros (INTAGRI, 2015).

2.1.1.1 Efecto de los bioestimulantes en los cultivos

De acuerdo a ensayos realizados por el INIAP con productos bioestimulantes, al aplicar a las plantas, estos tienen sustancias que están directamente relacionadas con el normal funcionamiento de todos los tejidos y órganos de la planta. Sus múltiples resultados benéficos, consistencia y residualidad de varios meses, debido a que las sustancias que lo componen se almacenan en los puntos de crecimiento, se encuentran los contenidos celulares de las hojas dándole mayor turgencia a las células, mejorando también las funciones estomáticas de la planta y a medida de las necesidades fisiológicas y de desarrollo de la planta, estas son utilizadas gradualmente (Borbor & Suárez, 2007). Carvajal (2013), sostiene que el uso de bioestimulantes en los cultivos trae consigo un mayor beneficio económico y productivo en comparación al manejo convencional de los cultivos.

Según Bietti y Orlando (2003), los bioestimulantes son capaces de incrementar el desarrollo, la producción y crecimiento de los vegetales.

Las plantas a través de procesos fisiológicos como la fotosíntesis y la respiración sintetizan sus propios aminoácidos, a partir de los nutrimentos minerales que absorben. Al aplicar bioestimulantes a base de aminoácidos se forman proteínas, favoreciendo así al ahorro de energía que gastaría en sintetizar estos aminoácidos, con lo que la planta puede digerir esta energía a otros procesos como floración, cuajado, producción de frutos ó para el caso de resistir y recuperarse del estrés hídrico, heladas, ataque de plagas, trasplante, toxicidad (Saborio, 2002).

Por sus características de múltiples hormonas en baja cantidad, así como por las dosis recomendadas, la aplicación de un bioestimulante difícilmente puede regular o manipular un proceso. Por lo tanto, el uso de un bioestimulante sólo puede servir como complemento auxiliar en el mantenimiento fisiológico de la planta aplicada, lo cual puede ser importante en condiciones limitantes del cultivo por mal clima, sequía, ataque de patógenos, entre otros. En términos generales un cultivo con un buen desarrollo y productividad no responde significativamente a los bioestimulantes (Carrera & Canacuán, 2011).

Los bioestimulantes son moléculas con una muy amplia gama de estructuras, pueden estar compuestos por hormonas o extractos vegetales metabólicamente activos, tales como aminoácidos (aa); y ácidos orgánicos. Son utilizados principalmente para incrementar el crecimiento y rendimiento de plantas, así como para superar periodos de estrés (Carrera & Canacuán, 2011).

Algunos de los bioestimulantes de origen natural más usados en nuestra agricultura son derivados de algas marinas. Estos productos basan su éxito en la recuperación de los elementos hormonales y/o nutricionales de los cultivos acuáticos, para ser aplicados en los cultivos agrícolas. También, en menor medida, se comercializan productos equivalentes derivados de extractos de vegetales terrestres (Carrera & Canacuán, 2011).

Los bioestimulantes orgánicos se caracterizan principalmente por ayudar a las plantas a la absorción y utilización de nutrientes, obteniendo plantas más robustas que permiten una mayor producción y mejor calidad de las cosechas de hortalizas, cereales y ornamentales. Además, son energizantes reguladores de crecimiento que sirven para incrementar los rendimientos, ayudando a la fotosíntesis, floración desarrollo de yemas, espigas, fructificación y maduración más temprana (Carrera & Canacuán, 2011).

Baños *et al.* (2009), indican que cuando se utilizan mayores dosis de bioestimulantes se puede apreciar plantas más altas y saludables, pero no se debe sobrepasar el rango de aplicación ya que puede ocasionar efecto secundarios y negativos al cultivo. Además, sostienen que en algunos casos es necesario incrementar la dosis de ciertos productos o la frecuencia de aplicación para obtener mayores niveles de rendimientos. Cossio (2013), menciona que la aplicación de bioestimulantes en la agricultura se pone en evidencia al comparar los rendimientos obtenidos con la utilización de estos productos con los niveles de rendimiento obtenidos en sistemas de producción agrícola convencionales.

- **Acción y balance hormonal**

El conocimiento actual sobre la formación y función de compuestos hormonales en las plantas, ha permitido explicar diversos procesos fisiológicos sobre cómo se regula el crecimiento y reproducción de los cultivos (INTAGRI, 2015).

Así, las auxinas y giberelinas influyen en la división y el alargamiento celular, mientras que las citocininas lo hacen solo a la división; por otra parte, también hay inhibidores de esos procesos que limitan el crecimiento vegetal. Otras funciones específicas pueden ser las de regular el retraso del envejecimiento o la dominancia apical por citocininas, estimular la formación de raíces por auxinas, inhibir la formación de flores por giberelinas, retrasar la maduración y la caída de órganos por el etileno, etc (CYTOZYME, 2015).

La acción hormonal es el resultado de la presencia o no de las hormonas específicas del proceso fisiológico, las cuales estarán en la cantidad adecuada en el sitio indicado en el momento preciso en que ocurrirá el evento (PROASA, 2013).

- **Cantidad, tipo y calidad de flores**

Una situación particular es el hecho de tener flores masculinas y femeninas en la misma planta, donde las segundas son las que llegan a fruta, pero las primeras son críticas para proveer de polen. Así, la cantidad, calidad y tipo de flores presentes es crítico (Díaz, 2009).

A una mejor condición de la planta, la cantidad de flores que se formarán será mayor. Sin embargo, la presencia y acción de hormonas influye en esto, donde la presencia de citocininas

promueve mientras que las giberelinas inhiben. Así, tratamientos agresivos de giberélico que en algunas ocasiones se utilicen para promover el crecimiento vegetativo, puede resultar en una reducción del número de flores; por otra parte, el uso de citocininas puede tener efectos positivos para aumentar el potencial fructífero del cultivo (Cossio, 2013).

En cuanto al sexo de las flores formadas, también hay una influencia hormonal protagónica en ello. El etileno (ej. Ethephon) y auxinas (ej. Naftalenacético) estimulan la formación de las femeninas, mientras que el giberélico lo hace hacia las masculinas. De ahí que cuando una planta crece en exceso vegetativamente (ej. por exceso de fertilizante) tenga menor cantidad de flores femeninas, hasta que se equilibre (INTAGRI, 2015).

- **Cuajado de frutos**

Es uno de los eventos fisiológicos más conflictivos de las plantas, ya que en ello influyen múltiples factores. Uno de ellos es la calidad de la flor, o sea, que tenga polen y óvulos viables es un factor crítico donde las hormonas tienen que ver; el giberélico puede tener efectos negativos alterando la viabilidad de los óvulos mientras que las citocininas es lo opuesto, ya que puede resultar en una mejor flor en su aspecto cualitativo además de que la fortalece en su vigor por su efecto en división celular para la siguiente fase (Díaz, 2009).

El efecto positivo del uso de hormonas tipo citocininas para lograr un cuajado total de frutos, sin embargo la concentración requerida (20-50 ppm) sólo es para utilizarse en tratamientos dirigidos a las flores. Aun con ello, se tienen evidencias de campo de que aplicaciones de citocininas a cantidades menores tienen cierta efectividad. El giberélico también puede tener efecto en el cuajado, pero la concentración requerida (50 ppm) puede estimular el crecimiento vegetativo y también alterar negativamente la cantidad y calidad de las flores que continuarían formándose (Cossio, 2013).

- **Crecimiento del fruto**

Los frutos crecen por los procesos de división y alargamiento de sus células, donde el tamaño final es el resultado del número total de células que primero deben formarse y luego alargarse. Las hormonas tienen una importante función en estos procesos, donde las citocininas dividen células y las giberelinas y auxinas alargan y dividen (Díaz, 2009).

En una etapa inicial se puede inducir en aumento en el tamaño de la flor con aplicaciones pre florales de citocininas de alta bioactividad y posteriormente en post floración con tratamientos de citocininas de alta bioactividad y en algunos casos con ácido giberélico (por ejemplo uva de mesa), la función de las citocininas está dirigida a formar más células, ya que a mayor división celular, mayor potencial para el tamaño final del fruto. Es importante moderar la cantidad y el uso del ácido giberélico para este objetivo, y con ello evitar el efecto de menor número o baja en calidad de las flores que se formen después de su aplicación (VALORAGROCULTURA.COM, 2014).

Por lo general, en campo nos preocupamos por el crecimiento del fruto después de que pasó su cuajado, sin embargo el crecimiento potencial ya puede estar definido; un ovario grande equivale a un fruto potencial comercial en su tamaño genético. El crecimiento del ovario en su etapa de prefloración hasta el momento de abrir la flor ocurre principalmente por división celular; así, condiciones de clima adverso y/o deficiencias en el manejo del cultivo en esos períodos de formación de la flor pueden afectar. La aplicación de biorreguladores con citocininas de alto octanaje tiene un impacto sobre el proceso, aumentando el número de células de ese ovario y con ello dar mejores perspectivas al futuro fruto (INTAGRI, 2015).

Los estudios y experiencias de campo sobre el uso de biorreguladores con citocininas para tamaño de fruto, han mostrado que no son los frutos jóvenes potencialmente grandes los que reciben el beneficio fisiológico antes referido, sino que son aquellos que tienen alguna situación de riesgo para no alcanzar el suficiente tamaño comercial por factores de competencia, edad de la planta, clima, etc., y estos tratamientos les pueden permitir alcanzar calibres mayores y uniformizarlos a la cosecha (INTAGRI, 2015).

El uso de biorreguladores es una herramienta de manejo dentro de un esquema integral de la producción. En consecuencia, sus efectos potenciales solo se darán si el cultivo está en buena condición y si se tiene definido qué hormona(s) es adecuada para cada proceso, qué producto-ingrediente de alto octanaje comercial existe, cuánto usar y en qué momento y frecuencia aplicarlos. Siguiendo estos conceptos, los biorreguladores serán un apoyo más para lograr rendimientos y calidad en los cultivos (Díaz, 2009).

2.1.1.2 Formulación de los bioestimulantes

Existen diversos tipos de formulación de bioestimulantes. Unos químicamente bien definidos como los compuestos por aminoácidos, polisacáridos, oligopéptidos o polipéptidos; los complejos como los extractos de algas u ácidos húmicos, contienen los elementos ya mencionados pero en combinaciones y concentraciones (Saborio, 2002).

Los bioestimulantes son compuestos a base de hormonas vegetales, fracciones metabólicamente activas y extractos vegetales conteniendo muchísimas moléculas bioactivas; usados principalmente para estimular el rendimiento además existen bioestimulantes cuya composición se basa en aminoácidos, moléculas formadas de las proteínas y enzimas que existen en las plantas (Biatti & Orlando, 2003).

2.1.7 Basfoliar Aktiv

Basfoliar Aktiv es un fertilizante formulado con fosfito de potasio, extracto de algas marinas, fitohormonas, aminoácidos, vitaminas y microelementos. Los elementos orgánicos se extraen a partir de algas marinas especiales, *Ecklonia maxima*, con un procedimiento de presión en frío patentado, que permite la conservación de éstos. Sólo se utiliza el filtrado, que es de alta concentración y contiene sólo las células del alga. El fosfito de Basfoliar Aktiv es líquido y tiene tres átomos de oxígeno que le otorga a esta formulación alta movilidad en el tejido vegetal y en el suelo, por lo que puede ser aplicado tanto a las hojas, tallos, flores, frutas y raíces. El fosfito de Basfoliar Aktiv es sistémico, es fácilmente absorbido y traslocado a través del xilema y floema a todas las áreas de la planta. Los elementos constituyentes de Basfoliar Aktiv están disponibles en formas de fácil asimilación, logrando un efecto rápido y eficiente sobre toda la planta (COMPO, 2010).

El fósforo de Basfoliar Aktiv al provenir del ión fosfito, es de gran eficacia y movilidad tanto en el suelo como al interior de la planta, lo que lo hace mucho más efectivo que los fósforos convencionales. Los fertilizantes fosfatados convencionales tienen el componente fosfato (PO₄), en cambio el fosfito de Basfoliar Aktiv tiene el componente (PO₃) ligado al Potasio. Estas moléculas de fósforo a pesar de ser químicamente muy similares, tienen efectos muy diferentes sobre las plantas (COMPO, 2010).

El fosfato es inmóvil en la matriz del suelo. Debe ser aplicado muy cerca de las raíces para que sea aprovechado por la planta. El fosfato bloqueado se pierde y no puede ser absorbido por las raíces, a diferencia del fosfito que es móvil y no se bloquea. Como activador de defensa, se ha comprobado que los fosfitos son altamente efectivos en aumentar la resistencia de las plantas a diversas enfermedades, particularmente aquellas que pertenecen al grupo Oomycetes, como *Phytophthora spp.*, *Pythium spp.* (Saavedra, 2013).

Basfoliar Aktiv es compatible con la mayoría de los fitosanitarios de uso común. Sin embargo, como no se pueden predecir todas las mezclas se recomienda hacer pruebas de compatibilidad y tolerancia. No es compatible con productos en base a: Calcio, Cobre, Caldo Bordolés, Aceite, Dicofol y Dimetoato (COMPO EXPERT CL, 2014).

El fosfito de potasio es un compuesto altamente rico en fósforo y potasio, debido a su equilibrada composición favorece las fases de floración y fructificación, fortaleciendo a la planta. Es fácilmente absorbible absorbido vía foliar y radicular distribuyéndose rápidamente en forma ascendente y descendente. Actúa sobre el sistema hormonal de la planta estimulando la producción de fitoalexinas que potencian las defensas naturales, incrementando la resistencia natural de la planta. Debe aplicarse con un tensioactivo no polar, no fónico a razón de 0,3 por mil para lograr un buen mojado y adherencia (A Ando y Cía S.A., 2014).

2.1.8 Basfoliar Algae

Basfoliar Algae se produce a partir de algas que provienen de las costas del Océanos Pacífico, el que por sus frías y oscuras aguas induce a las algas a la producción de altos contenidos de Carbohidratos, Fitohormonas y Vitaminas, compuestos que se mantienen en forma intacta en el extracto gracias al moderno y sofisticado proceso de extracción. Además, está complementado con minerales y aminoácidos. Todos estos elementos se potencian con la incorporación de azúcares - alcoholes, un eficiente e innovador elemento bioestimulador para las plantas (Compo Expert, 2010), las mismas que han demostrado ser muy provechosas al ser aplicadas a los cultivos (Maneveldt & Frans, 2003).

Actúa estimulando el metabolismo de la planta y equilibra sus funciones fisiológicas a nivel de la célula de manera integral desarrollando su potencial productivo frente al estrés climático

y al ataque de plagas y enfermedades. Esto se refleja en un buen crecimiento vegetativo, tallos vigorosos, buena floración y fructificación, induce mecanismos de defensa frente a patógenos, incrementa la fotosíntesis, activa procesos enzimáticos y metabólicos (Saavedra, 2013).

Diguay (2011), evaluó tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L.) en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Los tratamientos estudiados fueron los bioestimulantes Basfoliar Algae, Biotek y Seaweed Extract en dosis de 1.5; 2.0 y 2.5 l/ha mas un testigo sin aplicación. Dicho autor observó que al aplicar 2.5 l/ha de Basfoliar Algae, registró plantas que superaron en 6.77 cm a los días de edad a aquellas plantas sin aplicación, siendo de 16.34 la diferencia a los 75 días de edad del cultivo. Además, el mencionado tratamiento presentó un acorde de 4 días en el tiempo a la floración, superó en 4.33 cm en el diámetro del tallo, las pellas fueron de 5.0 cm más de diámetro, 0.19 Kg más de peso lo que se vio reflejado en el rendimiento que fue de 7916.67 Kg/ha más que los valores registrados con el testigo sin aplicación, lo que consecuentemente produjo \$ 2120.22 de utilidad por encima de la alcanzada con el testigo sin aplicación.

Saavedra (2013), en un cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), obtuvo plantas de 79.71 cm al aplicar Basfoliar Algae, mientras que al aplicar Basfoliar Aktiv las plantas alcanzaron una altura de 67.22 cm. Este autor también obtuvo panojas de amaranto de mayor tamaño con Basfoliar Algae con 39.85 cm, en comparación con las panojas de 39.10 cm obtenidas al aplicar Basfoliar Aktiv.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización de la investigación

La presente investigación se realizó en terrenos de la finca “Ernestina”, propiedad de la Sra. Adela Salazar Gaibor, ubicada en el Km 25 de la vía Quevedo – Moraspungo, entre las coordenadas 1°04'35.4"S 79°18'26.3"W, a una altitud de 147 metros sobre el nivel del mar.

3.2 Características climáticas

Las características climáticas del sitio experimental se presentan en la Tabla 1:

Tabla 1. Características climáticas del sitio experimental

Temperatura media anual:	24.0 °C
Precipitación:	2494.7 mm/año
Evaporación:	604.8 mm/año
Heliofanía	1047.8 horas/año
Humedad relativa:	88.0 %

Fuente: Estación meteorológica Pichilingue, INAMHI, Serie 1971 – 2000

3.3 Tipo de investigación

La investigación en cuestión fue de carácter experimental, en la que se manejaron diferentes factores de estudio para obtener datos mediante la evaluación de variables previamente delimitadas, a fin de constituir información para el cumplimiento de los objetivos.

3.4 Métodos de investigación

Se utilizó el método inductivo para la delimitación de las variables estudiadas. Además se aplicó el método deductivo para inferir sobre el efecto específico de los bioestimulantes aplicados en diferentes dosis sobre el cultivo de girasol en comparación con la carencia de aplicación de dichos productos.

3.5 Fuentes de recopilación de la investigación

En el presente proyecto de investigación, la información se obtuvo de fuentes primarias y secundarias, siendo las primarias mediante la observación directa a través de los datos registrados en la medición de las variables delimitadas, mientras que las secundarias a través de libros, revistas, publicaciones en línea, folletos, etc.

3.6 Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño bloques completos al azar con arreglo factorial $2 \times 3 + 1$ en tres repeticiones. Todas las variables en estudio se sometieron al respectivo análisis de varianza, y se utilizó la prueba de Tukey al 95% para establecer las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos. El procesamiento estadístico se lo realizó con Infostat.

El esquema del análisis de varianza del ensayo se presente en la Tabla 2:

Tabla 2. Esquema del análisis de varianza utilizado en el experimento.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Repeticiones	2
Bioestimulantes	1
Dosis	2
Interacciones	2
Non additive	1
Error	12
Total	20

3.6.1 Especificaciones del experimento

Dimensión de la cada parcela	: 3.2 x 2.1 m
Área de cada parcela	: 6.72 m ²
Número de hileras por tratamiento	: 4

Número de plantas por hileras	: 7
Número de plantas por parcela	: 28
Número de plantas útiles por parcela	: 10
Distancia entre tratamientos	: 1.0 m
Distancia entre repeticiones	: 1.5 m
Ancho de las repeticiones	: 3.2 m
Longitud de las repeticiones	: 20.7 m
Total de plantas en el ensayo	: 588
Total de planta útiles en el ensayo	: 210
Dimensiones del sitio experimental	: 12.6 x 20.7 m
Área total del sitio experimental	: 260.82 m ²
Área útil del sitio experimental	: 141.12 m ²

3.7 Instrumentos de investigación

3.7.1 Factores en estudio

Se estudiaron dos factores:

Factor A: Bioestimulantes

B₁: Basfoliar Aktiv

B₂: Basfoliar Algae

Factor B: Dosis

D_b: 1.0 l/ha

D_m: 1.5 l/ha

D_a: 2.0 l/ha

3.7.2 Tratamientos estudiados

Se estudiaron siete tratamientos, los mismos que se detallan a continuación:

- T₁:** 1.0 l/ha de Basfoliar Aktiv
- T₂:** 1.5 l/ha de Basfoliar Aktiv
- T₃:** 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv
- T₄:** 1.0 l/ha de Basfoliar Algae
- T₅:** 1.5 l/ha de Basfoliar Algae
- T₆:** 2.0 l/ha de Basfoliar Algae
- T₇:** Testigo (sin aplicación de bioestimulante)

3.7.3 Material genético

En el ensayo se utilizó como material genético Alto Oleico Olisun 3, distribuido por Advanta, el cual presenta un ciclo intermedio-largo, excelente tolerancia al vuelco y quebrado, altura promedio de 180 cm, 87 días a la floración, cuyos granos son negros y con un 53% de contenido de aceite.

3.7.4 Manejo del experimento

3.7.4.1 Limpieza y preparación del terreno

La limpieza del terreno se realizó utilizando machetes y rastrillos, eliminando todo tipo de malezas y restos de cultivos anteriores existentes en el predio a fin de evitar su interferencia en el establecimiento y desarrollo del cultivo. Posteriormente, se preparó el terreno mediante dos pases de rastra en ambos sentidos para dejar el terreno mullido y facilitar la germinación y desarrollo radicular del cultivo.

3.7.4.2 Siembra

La siembra se la realizó manualmente utilizando espeques para el hoyado, colocando una semilla por sitio, siguiendo el marco de plantación de 0.3 m entre plantas y 0.8 entre hileras (41666 plantas/ha).

3.7.4.3 Control de malezas

Se realizaron tres controles de malezas, para el primero se aplicó Prowl (Pendimethalin) en dosis de 3 l/ha con glifosato en dosis de 1.5 l/ha inmediatamente después de la siembra. Posteriormente, a los 25, 50 y 75 días se realizaron controles dirigidos con Gramoxone (Paraquat) en dosis de 1.5 l/ha.

3.7.4.4 Fertilización

Se llevaron a cabo tres aplicaciones de fertilizantes: la primera a los 12 días después de la siembra aplicando 100 Kg/ha de abono completo 8–20–20 (N–P–K). Posteriormente a los 25 días se aportó 100 Kg/ha de Yaramila Complex, y la tercera fertilización a los 40 días se la realizó con 100 Kg/Ha de urea.

Los bioestimulantes en estudio se aplicaron en las dosis especificadas a los 30, 50 y 70 días después de la siembra en las dosis indicadas utilizando una aspersora de mochila.

3.7.4.5 Control de insectos plaga

El control de consistió en la aplicación de Karate (lambdacialotrina) en dosis de 100 cc/ha inmediatamente después de la siembra para evitar ataques de insectos arrieras al suelo (*Atta spp.*), entre otros. Posteriormente, a los 20 días se aplicó Confidor 70 WG (Imidacloprid) en dosis de 50 g/ha. Luego se alternaron estos dos controles de acuerdo a la incidencia de insectos plagas como gusano alambre (*Agriotes lineatus*) y araña roja (*Tetranychus talarius*) a fin de evitar la resistencia por parte de los insectos.

3.7.4.6 Control de enfermedades

Teniendo en cuenta la época lluviosa en la que se realizó el ensayo, se efectuaron aplicaciones alternadas de fungicidas cada 20 días de Custodia (Tebuconazole 200 g/l + Azoxystrobin 120 g/l) en dosis de 500 cc/ha y Scenic (Tebuconazol+Fluoxastrobina+Protioconazol+Glicerol) en dosis de 125 cc/ha, a fin de evitar el desarrollo de resistencia de los patógenos causantes de enfermedades como alternaria (*Alternaria helianthi*), podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*),

3.7.4.7 Cosecha

Esta labor se realizó al momento que las semillas alcanzaron su madurez fisiológica, separando cuidadosamente solo el capítulo del tallo, se procedió a la trilla, golpeando por el lugar donde se encuentran las semillas, teniendo cuidado para no tener pérdidas por efecto del impacto. Posteriormente, se procedió a pesar por separado cada uno de los tratamientos en una balanza digital.

3.7.5 Datos registrados y formas de evaluación

3.7.5.1 Porcentaje de plantas con acame de raíz

Se contabilizaron las plantas con acame de raíz, es decir que presentaron una inclinación de 30° o más, a partir de la perpendicular y el número total de plantas útiles por tratamiento, para luego expresar el porcentaje, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{PAR} = \frac{\text{NPA}}{\text{NPP}} * 100$$

Dónde:

PAR: Porcentaje de plantas con acame de raíz

NPA: Número de plantas acamadas

NPP: Número de plantas por parcela útil

3.7.5.2 Altura de plantas a la cosecha (cm)

Al momento de la cosecha se tomaron 10 plantas aleatoriamente en las cuales se midió su altura con una cinta métrica desde el nivel del suelo.

3.7.5.3 Diámetro del capítulo (cm)

Esta medición se realizó con un calibrador pie de rey en 10 plantas tomadas aleatoriamente. Luego se promedió y se expresó en centímetros.

3.7.5.4 Peso de 100 semillas (g)

Por cada tratamiento se seleccionaron al azar 100 semillas, las cuales se pesaron en una balanza digital y se expresó en gramos.

3.7.5.5 Peso de capítulo(g)

Se tomaron al azar 10 capítulos por cada tratamiento, de los cuales se trilló el grano para luego pesar y promediar. El peso se expresó en gramos.

3.7.5.6 Rendimiento por hectárea (Kg)

Se consideró el rendimiento por parcela neta de cada tratamiento, para luego expresarlo en Kg/ha mediante regla de tres:

$$\text{Kg/ha} = \frac{\text{Rendimiento por parcela útil (Kg)} * 10000 \text{ m}^2}{\text{Área de parcela útil (m}^2\text{)}}$$

El rendimiento se ajustó al 12% de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$P_u = \frac{P_a (100 - h_a)}{100 - h_d}$$

Dónde:

P_u = peso uniformizado

P_a = peso actual

h_a = humedad actual

h_d = humedad deseada

3.7.5.7 Análisis económico

El análisis económico se efectuó considerando el rendimiento alcanzado por cada tratamiento en estudio, con sus respectivos costos fijos, variables y de tratamiento, para luego hallar la relación beneficio-costo mediante la siguiente fórmula:

$$B/C = IB/CTP$$

Dónde:

B/C= Relación beneficio/costo

IB = Ingreso bruto

CTP= Costo total de producción

3.8 Recursos humanos y materiales

3.8.1.1 Recursos humanos

Para el Proyecto de Investigación en cuestión de contó con la participación del Ing. Ignacio Sotomayor Herrera en Calidad de Director del Proyecto de Investigación, así como de jornales de trabajo que colaboraron en la ejecución de las diferentes labores agronómicas del cultivo.

3.8.1.2 Recursos materiales

El listado de los materiales y/o equipos utilizados en la investigación de presentan en la Tabla 3:

Tabla 3. Materiales y equipos utilizados en la investigación

Materiales/equipos	Cantidad
Machete	1
Aspersora de mochila	1
Baldes de 20 litros	3
Espeques	2
Piola (rollo)	1
Tijera de podar	1
Calibrador pie de rey digital	1
Balanza digital	1
Flexómetro	1
Cinta métrica	1
Computador	1
Libreta de campo	1
Pendrive	1
Lápiz	1

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Porcentaje de plantas con acame de raíz

Los promedios presentados en la Tabla 4, corresponden al porcentaje de plantas con acame de raíz. El análisis de varianza no determinó significancia estadística para ninguna de las fuentes de variación, con un coeficiente de variación de 38.2 por ciento.

En las plantas asperjadas con Basfoliar Algae se registró mayor porcentaje de plantas con acame de raíz con 9.1%, sin diferir estadísticamente de aquellas en las que se aplicó Basfoliar Aktiv con 8.4% de plantas con acame de raíz.

Con las dosis de 1.0 y 1.5 l/ha se presentó un mayor porcentaje de plantas con acame de raíz con 9.4%, cada uno, en igualdad estadística con la dosis de 2.0 l/ha que presentó un 7.3% de plantas con acame de raíz.

El testigo sin aplicación de bioestimulantes registró el mayor porcentaje de plantas con acame de raíz con 9.4%, estadísticamente igual a las interacciones que registraron valores desde 4.2 hasta 7.3% de plantas con acame de raíz.

4.1.2 Altura de plantas a la cosecha (cm)

En la Tabla 5, se presentan los promedios correspondientes a la altura de planta a la cosecha, cuyo análisis de varianza reflejó significancia estadística para los bioestimulantes en el nivel 0.05, y significancia estadística en el nivel 0.01 para las dosis e interacciones, con un coeficiente de variación de 2.3 por ciento.

Al aplicarse Basfoliar Algae se obtuvieron plantas de mayor altura con 132.4 cm, superando estadísticamente al Basfoliar Aktiv que alcanzó 129.8 cm de altura.

Utilizando la dosis de aplicación de 2.0 l/ha el cultivo registró plantas de mayor altura con 140.0 cm, estadísticamente superior a las dosis de 1.5 y 1.0 l/ha que registraron valores de 130.7 y 122.6 cm, respectivamente.

La aplicación de las dosis de 2.0 l/ha de Basfoliar Algae registró mayor altura de plantas con 141.2 cm, en igualdad estadística con el tratamiento de 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv con 138.7 cm; estadísticamente superiores a las demás interacciones y testigo que produjeron plantas con altura desde 116.6 hasta 131.9 centímetros.

Tabla 4. Porcentaje de plantas con acame de raíz en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) con la aplicación de tres dosis de Basfoliar Aktiv y Basfoliar Algae en la zona de Pangua.

Tratamientos	Porcentaje de plantas acamadas (%)*
Bioestimulantes	
B₁: Basfoliar Aktiv	8.4 a
B₂: Basfoliar Algae	9.1 a
Dosis	
D₁: 1.0 l/ha	9.4 a
D₂: 1.5 l/ha	9.4 a
D₃: 2.0 l/ha	7.3 a
Interacciones y testigo	
B₁D₁: 1.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	6.3 a
B₁D₂: 1.5 l/ha de Basfoliar Aktiv	5.2 a
B₁D₃: 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	4.2 a
B₂D₁: 1.0 l/ha de Basfoliar Algae	6.3 a
B₂D₂: 1.5 l/ha de Basfoliar Algae	7.3 a
B₂D₃: 2.0 l/ha de Basfoliar Algae	4.2 a
Test.: Testigo sin aplicación de bioestimulante	9.4 a
Promedio	6.1
Coefficiente de variación (%)	38.2

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

Tabla 5. Altura de plantas a la cosecha (cm) en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) con la aplicación de tres dosis de Basfoliar Aktiv y Basfoliar Algae en la zona de Pangua.

Tratamientos	Altura de plantas a la cosecha (cm)*	
Bioestimulantes		
B₁ : Basfoliar Aktiv	129.8	b
B₂ : Basfoliar Algae	132.4	a
Dosis		
D₁ : 1.0 l/ha	122.6	c
D₂ : 1.5 l/ha	130.7	b
D₃ : 2.0 l/ha	140.0	a
Interacciones y testigo		
B₁D₁ : 1.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	121.1	de
B₁D₂ : 1.5 l/ha de Basfoliar Aktiv	129.5	cd
B₁D₃ : 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	138.7	ab
B₂D₁ : 1.0 l/ha de Basfoliar Algae	124.1	cde
B₂D₂ : 1.5 l/ha de Basfoliar Algae	131.9	bc
B₂D₃ : 2.0 l/ha de Basfoliar Algae	141.2	a
Test.: Testigo sin aplicación de bioestimulante	116.6	e
Promedio	129.0	
Coefficiente de variación (%)	2.3	

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.3 Diámetro del capítulo (cm)

Los promedios del diámetro del capítulo se presentan en la Tabla 6. Al realizarse el análisis de varianza se pudo evidenciar que los bioestimulantes alcanzaron significancia estadística, mientras que las dosis y tratamientos resultaron altamente significativos, siendo 4.1% el respectivo coeficiente de variación.

Los capítulos de mayor diámetro de cosecharon en plantas asperjadas de Basfoliar Algae con 13.6 cm, mostrando superioridad estadística sobre Basfoliar Aktiv que registró un diámetro de capítulo de 12.9 centímetros.

La dosis de 2.0 l/ha permitió obtener capítulos de mayor diámetro con 14.9 cm, superior estadísticamente a las dosis de 1.5 y 1.0 l/ha que produjeron plantas con diámetros de 12.9 y 11.9 cm, en su orden.

Utilizando el tratamiento de 2.0 l/ha de Basfoliar Algae se obtuvieron plantas con capítulos de mayor diámetro con 15.4 cm, encontrándose en igualdad estadística con el tratamiento de 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv con 14.3 cm, estadísticamente superiores a los demás tratamientos que presentaron diámetros de capítulos entre 10.4 y 13.1 centímetros.

Tabla 6. Diámetro del capítulo (cm) en plantas de girasol (*Helianthus annuus* L.) con la aplicación de tres dosis de Basfoliar Aktiv y Basfoliar Algae en la zona de Pangua.

Tratamientos	Diámetro del capítulo (cm)*	
Bioestimulantes		
B₁ : Basfoliar Aktiv	12.9	b
B₂ : Basfoliar Algae	13.6	a
Dosis		
D₁ : 1.0 l/ha	11.9	c
D₂ : 1.5 l/ha	12.9	b
D₃ : 2.0 l/ha	14.9	a
Interacciones y testigo		
B₁D₁ : 1.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	11.7	cd
B₁D₂ : 1.5 l/ha de Basfoliar Aktiv	12.6	c
B₁D₃ : 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	14.3	ab
B₂D₁ : 1.0 l/ha de Basfoliar Algae	12.2	c
B₂D₂ : 1.5 l/ha de Basfoliar Algae	13.1	bc
B₂D₃ : 2.0 l/ha de Basfoliar Algae	15.4	a
Test.: Testigo sin aplicación de bioestimulante	10.4	d
Promedio	12.8	
Coefficiente de variación (%)	4.1	

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.4 Peso de 100 semillas (g)

En la Tabla 7, se presentan los promedios correspondientes al peso de 100 semillas. El análisis de varianza no determinó significancia estadística para ninguna de las fuentes de variación, con un coeficiente de variación de 3.4 por ciento.

Basfoliar Algae registró el mayor peso de 100 semillas con 6.2 g, en igualdad estadística con Basfoliar Aktiv con un peso de 6.1 gramos.

La dosis de 1.5 l/ha presentó mayor peso de 100 semillas con 6.2 g, estadísticamente igual a las dos dosis restantes que registraron valores de 6.1 g, cada una.

Las aspersiones de 2.0 y 1.5 l/ha de Basfoliar Algae registraron mayor peso de 100 semillas con 6.3 g, cada una, sin diferir estadísticamente de los demás tratamientos que presentaron pesos de 100 semillas que oscilaron entre 6.0 y 6.1 gramos.

4.1.5 Peso de capítulo(g)

Los promedios expuestos en la Tabla 8, corresponden al peso de capítulo de girasol. De acuerdo al análisis de varianza, los bioestimulantes alcanzaron significancia estadística en el nivel 0.05, mientras que las dosis y tratamientos presentaron significancia estadística en el nivel 0.01, siendo el coeficiente de variación 2.9 %.

Con el bioestimulante Basfoliar Algae se obtuvo peso de capítulo con 139.9 g, superior estadísticamente a Basfoliar Aktiv con 135.3 gramos.

La dosis de 2.0 l/ha produjo peso de capítulo con 156.2 g, estadísticamente superior a las dosis restantes que registraron promedios de 133.7 y 122.9 g (dosis de 1.5 y 1.0 l/ha, respectivamente)

Efectuando aspersiones de 2.0 l/ha de Basfoliar Algae se registró peso de capítulo con 160.7 g, en igualdad estadística con la aplicación de 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv con 151.6 g, estadísticamente superiores los demás tratamientos que registraron valores entre 117.9 y 135.1 gramos.

Tabla 7. Peso de 100 semillas (g) de girasol (*Helianthus annuus* L.) con la aplicación de tres dosis de Basfoliar Aktiv y Basfoliar Algae en la zona de Pangua.

Tratamientos	Peso de 100 semillas (g)*
Bioestimulantes	
B₁: Basfoliar Aktiv	6.1 a
B₂: Basfoliar Algae	6.2 a
Dosis	
D₁: 1.0 l/ha	6.1 a
D₂: 1.5 l/ha	6.2 a
D₃: 2.0 l/ha	6.1 a
Interacciones y testigo	
B₁D₁: 1.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	6.1 a
B₁D₂: 1.5 l/ha de Basfoliar Aktiv	6.1 a
B₁D₃: 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	6.0 a
B₂D₁: 1.0 l/ha de Basfoliar Algae	6.0 a
B₂D₂: 1.5 l/ha de Basfoliar Algae	6.3 a
B₂D₃: 2.0 l/ha de Basfoliar Algae	6.3 a
Test.: Testigo sin aplicación de bioestimulante	6.1 a
Promedio	6.1
Coefficiente de variación (%)	3.4

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

Tabla 8. Peso del capítulo de girasol (*Helianthus annuus* L.) (g) con la aplicación de tres dosis de Basfoliar Aktiv y Basfoliar Algae en la zona de Pangua.

Tratamientos	Peso del capítulo (g)*	
Bioestimulantes		
B₁: Basfoliar Aktiv	135.3	b
B₂: Basfoliar Algae	139.9	a
Dosis		
D₁: 1.0 l/ha	122.9	c
D₂: 1.5 l/ha	133.7	b
D₃: 2.0 l/ha	156.2	a
Interacciones y testigo		
B₁D₁: 1.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	121.9	cd
B₁D₂: 1.5 l/ha de Basfoliar Aktiv	132.2	bc
B₁D₃: 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	151.6	a
B₂D₁: 1.0 l/ha de Basfoliar Algae	123.9	cd
B₂D₂: 1.5 l/ha de Basfoliar Algae	135.1	b
B₂D₃: 2.0 l/ha de Basfoliar Algae	160.7	a
Test.: Testigo sin aplicación de bioestimulante	117.9	d
Promedio	134.8	
Coefficiente de variación (%)	2.9	

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.6 Rendimiento por hectárea (Kg)

En la Tabla 9, se presentan los promedios correspondientes al rendimiento por hectárea (Kg) del cultivo de girasol. El análisis de varianza determinó significancia estadística en el nivel 0.01 para los bioestimulantes, dosis y tratamientos, siendo 2.9% el coeficiente de variación.

Con el bioestimulante Basfoliar Algae se obtuvo mayor rendimiento por hectárea con 4142.3 Kg, superior estadísticamente de Basfoliar Aktiv con 3930.2 Kg/ha.

La dosis de 2.0 l/ha registró mayor rendimiento con 4604.8 Kg/ha, estadísticamente superior a las dosis de 1.5 y 1.0 l/ha que registraron rendimientos de 3894.7 y 3609.4 kg/ha, respectivamente.

Aplicando 2.0 l/ha de Basfoliar Algae se produjo mayor rendimiento por hectárea con 4770.2 Kg, en igualdad estadística con 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv con 4439.5 Kg/ha, superiores

estadísticamente a los demás tratamientos que registraron rendimiento que fluctuaron entre 3453.8 y 3970.9 Kg/ha.

Tabla 9. Rendimiento por hectárea (Kg) del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) con la aplicación de tres dosis de Basfoliar Aktiv y Basfoliar Algae en la zona de Pangua.

Tratamientos	Rendimiento por hectárea (Kg)*
Bioestimulantes	
B₁: Basfoliar Aktiv	3930.2 b
B₂: Basfoliar Algae	4142.3 a
Dosis	
D₁: 1.0 l/ha	3609.4 c
D₂: 1.5 l/ha	3894.7 b
D₃: 2.0 l/ha	4604.8 a
Interacciones y testigo	
B₁D₁: 1.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	3532.8 cd
B₁D₂: 1.5 l/ha de Basfoliar Aktiv	3818.4 bc
B₁D₃: 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	4439.5 a
B₂D₁: 1.0 l/ha de Basfoliar Algae	3685.9 bcd
B₂D₂: 1.5 l/ha de Basfoliar Algae	3970.9 b
B₂D₃: 2.0 l/ha de Basfoliar Algae	4770.2 a
Test.: Testigo sin aplicación de bioestimulante	3453.8 d
Promedio	3953.1
Coefficiente de variación (%)	2.9

* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey al 95% de probabilidad

4.1.7 Análisis económico

En la Tabla 10, se presenta el análisis económico del rendimiento del cultivo de girasol con la aplicación de bioestimulantes. El tratamiento con 2.0 l/ha de Basfoliar Algae que produjo el mayor rendimiento por hectárea con 4770.2 Kg, permitió obtener la mayor rentabilidad con 48, reflejando una relación beneficio costo de 1.48, lo que significa que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$ 0.48, con un ingreso neto de \$ 621.76, a un costo de tratamiento de \$ 165.60, costo variable de \$ 477.02, reflejando un costo total de \$1286.32. Cabe indicar que todos los tratamientos produjeron rentabilidad positiva que osciló entre 30 y 44%.

Tabla 10. Análisis económico del rendimiento (Kg/ha) del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) con la aplicación de tres dosis de Basfoliar Aktiv y Basfoliar Algae en la zona de Pangua.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso bruto (\$)	Costo del tratamiento (\$)	Costo variable (\$)	Costo total (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad (%)
B₁D₁: 1.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	3532.8	1413.12	91.50	353.28	1088.48	324.64	1.30	30
B₁D₂: 1.5 l/ha de Basfoliar Aktiv	3818.4	1527.36	119.25	381.84	1144.79	382.57	1.33	33
B₁D₃: 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv	4439.5	1775.80	147.00	443.95	1234.65	541.15	1.44	44
B₂D₁: 1.0 l/ha de Basfoliar Algae	3685.9	1474.36	100.80	368.59	1113.09	361.27	1.32	32
B₂D₂: 1.5 l/ha de Basfoliar Algae	3970.9	1588.36	133.20	397.09	1173.99	414.37	1.35	35
B₂D₃: 2.0 l/ha de Basfoliar Algae	4770.2	1908.08	165.60	477.02	1286.32	621.76	1.48	48
Test.: Testigo sin aplicación de bioestimulante	3453.8	1381.52		345.38	989.08	392.44	1.40	40

Costo fijo: \$ 643.70

Precio de venta Basfoliar Aktiv: \$ 18.50/l

Precio de venta Basfoliar Algae: \$ 21.60/l

Precio venta girasol: \$ 0.40/Kg

Cosecha+transporte: \$ 0.10

4.2 Discusión

Los bioestimulantes no influyeron significativamente en las variables acame de raíz y peso de 100 semillas, lo que demuestra lo sostenido por García y Watson (2003) quienes mencionan que el acame tanto de raíz como de tallo que se puede presentar en plantas responde a las características de resistencia del material vegetal a las condiciones ambientales, ya que estas pueden influenciar directamente en dicho fenómeno. Este mismo comportamiento se observó en el peso de 100 semillas, el promedio general fue de 6.1 g, lo que no demuestra un efecto directo de los tratamientos en estudio sobre dicha variable, ya que esto responde principalmente a las características agronómicas propias del híbrido sembrado así como a la homogeneidad de las semillas, lo que concuerda con Tenesaca (2015), quien indica que en las investigaciones que consideran la evaluación de peso de 100 semillas o de 1000 semillas de un determinado grano, dependerán directamente de las características de la muestra seleccionada ya que cuando esta no es uniforme puede repercutir en la obtención de resultados fiables.

Con la aplicación de Basfoliar Algae se obtuvieron plantas de 2.6 cm más altas que las obtenidas con Basfoliar Aktiv, lo que responde principalmente a lo que indica Compo Expert (2010), que el Basfoliar Algae tiene una formulación más completa lo que permite un mayor desarrollo de las plantas al contener más nutrientes, que en interrelación promueven su crecimiento. Además, estos resultados se asemejan a los obtenidos por Saavedra (2013), quien en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.), obtuvo plantas de 79.71 cm al aplicar Basfoliar Algae, mientras que al aplicar Basfoliar Aktiv las plantas alcanzaron una altura de 67.22 cm. Respecto al diámetro del capítulo floral se observó un comportamiento semejante, ya que Basfoliar Algae produjo capítulos que superaron en 0.7 cm a los cosechados en plantas asperjadas con Basfoliar Aktiv. Al respecto, Saavedra (2013), también obtuvo panojas de amaranto de mayor tamaño con Basfoliar Algae con 39.85 cm, en comparación con las panojas de 39.10 cm obtenidas al aplicar Basfoliar Aktiv.

El peso de capítulo al aplicar Basfoliar Algae fue de 4.6 g más que con Basfoliar Aktiv, que consecuentemente desencadenó una superioridad de 212.1 Kg/ha en el rendimiento registrado con Basfoliar Aktiv, lo que es efecto de los beneficios de Basfoliar Algae al tener una formulación más completa y extractos de algas (Compo Expert, 2010) que han demostrado ser muy provechosas al ser aplicadas a los cultivos (Maneveldt & Frans, 2003).

De manera generalizada, la aplicación de 2.0 l/ha fue la de mayores resultados a nivel de dosis, de tal manera que produjo plantas de mayor altura que superaron en 9.3 y 17.4 cm a las dosis de 1.5 y 1.0 l/ha, lo que demuestra que la dosis más alta aportó una mayor cantidad de nutrientes al cultivo, lo que se vio reflejado en el crecimiento, por lo que cobra relevancia lo sostenido por Baños *et al.* (2009), quienes indican que cuando se utilizan mayores dosis de bioestimulantes se puede apreciar plantas más altas y saludables, pero no se debe sobrepasar el rango de aplicación ya que puede ocasionar efectos secundarios y negativos al cultivo.

Similar comportamiento al observado en la altura de las plantas se observó en los capítulos florales, apreciándose que la dosis de 2.0 l/ha permitió un crecimiento de 2.0 y 3.0 cm más que las dosis de 1.5 y 1.0 l/ha, respectivamente; reflejó una superioridad de 22.5 y 33.3 g respecto de las dosis de 1.5 y 1.0 l/ha en su orden. Estos resultados corroboran lo expresado por Tenesaca (2015), quien sostiene que en el cultivo de girasol para obtener mayores rendimientos es importante considerar el diámetro y peso de granos por capítulos, cuando estos no presentan deformaciones ni daños, para inferir sobre altos rendimientos de dicho cultivo. Esto último es confirmado por los resultados del rendimiento por hectárea ya que la dosis de 2.0 l/ha sobrepasó en 710.1 y 995.4 Kg/ha a las dosis de 1.5 y 1.0 l/ha, respectivamente, confirmando lo sostenido por Baños *et al.* (2009), que sostienen que en algunos casos es necesario incrementar la dosis de ciertos productos o la frecuencia de aplicación para obtener mayores niveles de rendimientos. Esto concuerda con Cossio (2013), quien menciona que la aplicación de bioestimulantes en la agricultura se pone en evidencia al comparar los rendimientos obtenidos con la utilización de estos productos con los niveles de rendimiento obtenidos en sistemas de producción agrícola convencionales.

Al analizar económicamente los tratamientos, observándose que al aplicarse 2.0 l/ha de Basfoliar Algae se obtuvo 4% más de rentabilidad que la utilización de 2.0 l/ha de Basfoliar Aktiv y 8% más que al no aplicar bioestimulantes. Esto concuerda con Carvajal (2013), quien sostiene que el uso de bioestimulantes en los cultivos trae consigo un mayor beneficio económico y productivo en comparación al manejo convencional de los cultivos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los bioestimulantes y dosis no influenciaron significativamente en el porcentaje de plantas en el acame de raíz y peso de 100 semillas.
- Las plantas de mayor altura (140.0 cm), peso de capítulo (156.2 g) y mayor rendimiento (4604.8 Kg/ha) se registraron con la dosis de 2.0 l/ha.
- El bioestimulante Basfoliar Algae produjo plantas de 2.6 cm más altas de altura, capítulos de 0.7 cm más grandes, 4.6 g más pesados y 212.1 Kg/ha de rendimiento que Basfoliar Aktiv.
- El mayor beneficio económico se registró con la aplicación de 2.0 l/ha de Basfoliar Algae que generó un ingreso neto de \$ 621.76, con una rentabilidad del 48 por ciento.

5.2 Recomendaciones

- Aplicar Basfoliar en dosis de 2.0 l/ha para incrementar el rendimiento y obtener mayor nivel de rentabilidad en el cultivo de girasol.
- Estudiar diferentes frecuencias de aplicación de los bioestimulantes para identificar las que promueven mayor crecimiento y rendimiento del cultivo.
- Evaluar diferentes dosis de Basfoliar Algae para determinar la más idónea para aplicar en el cultivo de girasol, evitando incrementos innecesarios en los costos de producción.
- Promover el uso de bioestimulantes como una tecnología de producción amigable con el medioambiente, que permite incrementar el nivel de rendimiento de los cultivos.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1 Bibliografía citada

- A Ando y Cía S.A. (2014). Fosfito de potasio. Obtenido de http://www.andoycia.com.ar/images/008fichastecnicas/fosfito_potasio.pdf
- Acuña, A. (2012). ¿Qué son los bioestimulantes? Obtenido de <http://globalcesped.org/noticias-mainmenu-2/los-suelos/495-ique-son-los-bioestimulantes>
- AEFA. (2008). Bioestimulantes agrícolas. Obtenido de <http://aefa-agronutrientes.org/bioestimulantes-agricolas>
- Andrade, F., Aguirrezábal, L., & Rizzalli, R. (2002). Crecimiento y rendimiento comparados. En F. Andrade, & V. Sadras, Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Segunda Edición. INTA. Balcarce, Argentina. 57-96 pp.
- Baños, H., Alemán, J., Martínez, M., Ravelo, J., Suris, M., Miranda, I., & Rodríguez, H. (2009). Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L. . Revista Cultivos Tropicales 30(1):00-00 pp.
- Bietti, S., & Orlando, J. (2003). Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos. Obtenido de <http://www.triavet.com.ar/insumos.htm>.
- Borbor, A., & Suárez, G. (2007). Producción de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum*) a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético en el campo experimental Río Verde, cantón Santa Elena. Tesis de Grado. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad-Ecuador. 135 p.
- Carrera, D., & Canacuán, A. (2011). Efecto de tres bioestimulantes orgánicos y un químico en dos variedades de fréjol arbustivo, cargabello y calima rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cotacachi-Imbabura. Tesis previa la obtención del Título de Ingenieras Agropecuarias. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. 88 p.
- Carvajal, M. (2013). Bioestimulantes para plantas de raíces inteligentes. Obtenido de <http://www.ainia.es/insights/bioestimulantes-para-plantas-de-raices-inteligentes-1/>
- Comité Nacional Sistema-Producto Oleaginosas. (2016). El girasol. Obtenido de http://www.oleaginosas.org/cat_62.shtml
- Compo Expert. (2010). Basfoliar algae. Obtenido de <http://www.compo-expert.com/cl/productos/bioestimulantes/bioestimulante-basfoliar-algae.html>

- COMPO EXPERT CL. (2014). Basfoliar Aktiv SL y Basfoliar Aktiv 40 SL: Activadores de las defensas de las plantas con alta concentración de fosfito de potasio. Obtenido de http://www.compo-expert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/cl/documents/Web2/Folletos/BasfoliarAktiv-Aktiv40SL.pdf
- Cossio, L. (2013). Usos de biorreguladores vegetales para mejorar la calidad y productividad de manzanos. Obtenido de <http://www.unifrut.com.mx/archivos/simposiums/simposium/2013/11.pdf>
- CYTOZYME. (2015). Crop Plus: Foliar Nutritional Supplement for Crop Production. Obtenido de http://media.wix.com/ugd/8d910a_0d183f6fff34bd18c06a374209e19bdd.pdf
- De Caram, G., Angeloni, P., & Prause, J. (2007). Determinación de la Curva de Dilución de Nitrógeno en Diferentes Fases Fenológicas del Girasol. *Agricultura Técnica* 67(2): 189-195 pp.
- Díaz, D. (2009). Función de biorreguladores en el desarrollo del cultivo. Obtenido de <http://www.hortalizas.com/uncategorized/funcion-de-biorreguladores-en-el-desarrollo-del-cultivo/>
- Diguay, L. (2011). Evaluación de tres bioestimulantes orgánicos en el cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* L.), cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Babahoyo, Sede El Ángel. El Ángel-Carchi. 46 p.
- Duarte, G. (2004). El cultivo de girasol en siembra directa. Primera Edición. Monsanto. Buenos Aires-Argentina. 208 p.
- García, M., & Watson, C. (2003). Herencia de la resistencia al acame de raíces en maíz dulce (*Zea mays* L.). *Revista UDO Agrícola* 3(1): 24-33 pp.
- Infoagro. (2014). El cultivo de girasol. Obtenido de <http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/girasol.htm>
- Ingaramo, J. (2006). Plan estratégico Asagir 2006-2015. Cuadernillo Informativo N° 11. ASAGIR (ed.). Buenos Aires-Argentina. 23 p.
- INTAGRI. (2015). Bioestimulantes en nutrición, fisiología y estrés vegetal. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/bioestimulantes-en-nutricion-fisiologia-y-estres-vegetal#>

- INTAGRI. (2015). Hormonas vegetales y biorreguladores para la agricultura. Obtenido de <https://intagri.wordpress.com/2015/08/13/hormonas-vegetales-y-biorreguladores-para-la-agricultura/>
- Maneveldt, G., & Frans, R. (2003). Of Sea-fan Kelp and Bladder Kelp. Obtenido de <http://www.botany.uwc.ac.za>
- Melgares, J. (2001). El cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) para flor cortada. Revista Flormarket Año 2. No. 2: 55-61 pp.
- Pizarro, M. (2009). Girasol. Tercera Edición. Editorial Hortitécnia. Santa Fé de Bogotá-Colombia. 41 p.
- PROASA. (2013). Agromil V: Biorregulador de crecimiento. Obtenido de <http://proasa.com.mx/wp-content/uploads/2013/01/BIORREGULADORES-Y-BIOES-TIMULANTES.PDF>
- Prochnow, L., Moraes, M., & Stipp, S. (2009). Micronutrientes. Simposio de Fertilidad “Mejores prácticas de manejo para una mayor eficiencia en la nutrición de cultivos”. Rosario-Argentina. 12-16 pp.
- Ribeiro, L., Gonçalves, L., Rodríguez, N., & Ribeiro, T. (2007). Ensilaje de girasol como opción forrajera. Obtenido de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/161427/1/OPB1719.pdf>
- Saavedra, S. (2013). Respuesta del cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) a la aplicación foliar complementaria con tres bioestimulantes, San José de Minas, Pichincha. Tesis de Grado. Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 96 p.
- Saborio, F. (2002). Bioestimulantes en fertilización foliar. En G. Meléndez, & E. Molina, Fertilización foliar: principios y aplicaciones. CIA/UCR. San José-Costa Rica. 107-124 pp.
- Tenesaca, C. (2015). Fenología y profundidad radical del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright en ek sector Querochaca, cantón Cevallo, provincia de Tungurahua. Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 109 p.
- Turgeon, A. (2005). Turfgrass Management. Person Prentice Hall. Nueva Jersey. 415 p.

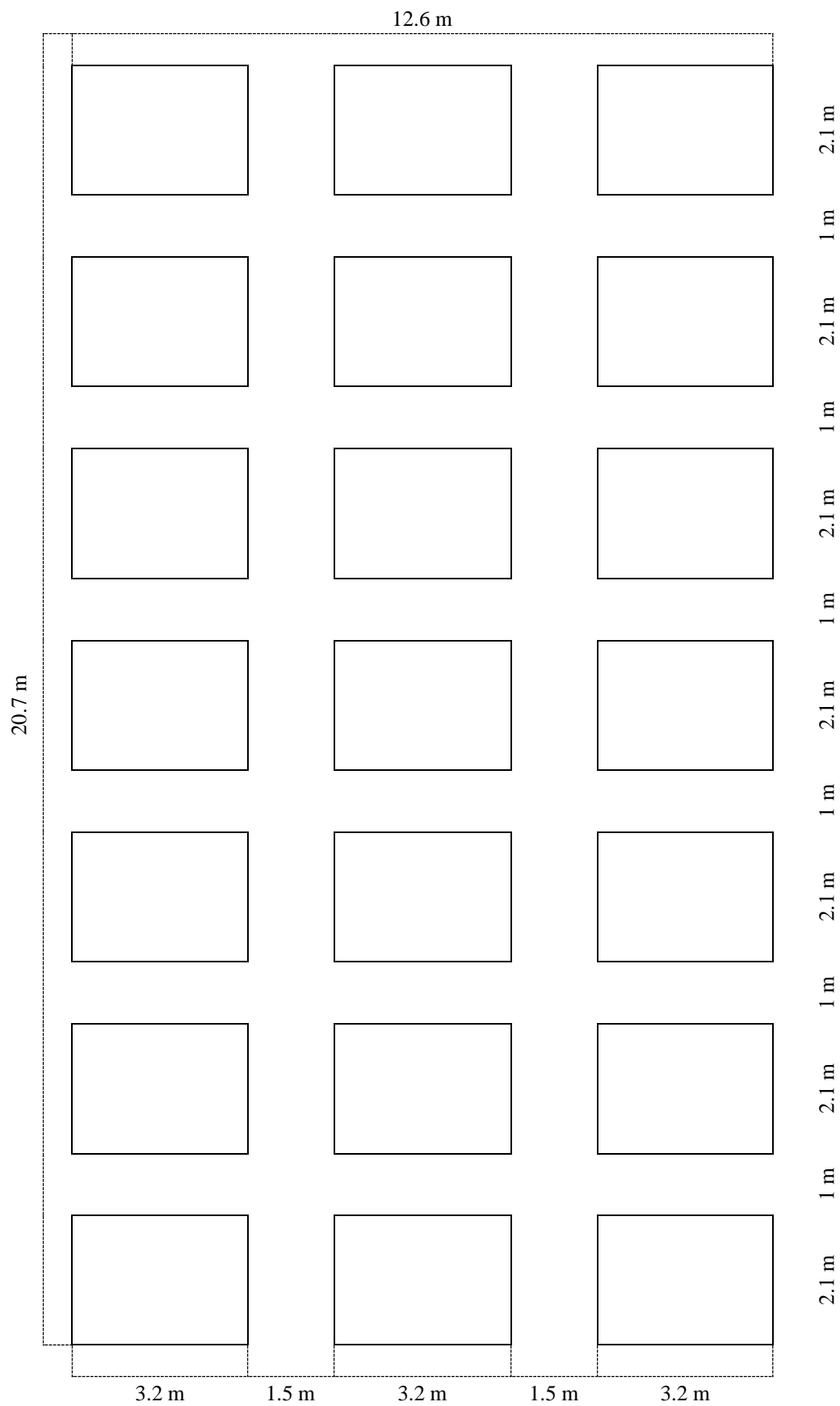
VALORAGROCULTURA.COM. (2014). Hormonas vegetales y biorreguladores para la agricultura. Obtenido de <http://www.valoragrocultura.com/#!Hormonas-vegetales-y-biorreguladores-para-la-agricultura/c1tye/B2CF7274-2103-4738-BF3E-6F5214D5D068>

Villar, L. (2014). Cultivo de girasol. Obtenido de <https://bibliotecadeamag.wikispaces.com/file/view/Cultivo+de+Girasol.pdf>.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo del sitio experimental



Anexo 2. Análisis de varianza del porcentaje de plantas con acame de raíz (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor	
Repeticiones	2	1.0678	0.5339	0.0847	0.9194	N.S.
Bioestimulantes	1	2.1356	2.1356	0.3390	0.5733	N.S.
Dosis	2	17.0844	8.5422	1.3559	0.3013	N.S.
Bioestimulantes*Dosis	2	4.2711	2.1356	0.3390	0.7204	N.S.
error	10	62.9989	6.2999			
Total	17	87.5578				

N.S.: No Significativo

Anexo 3. Análisis de varianza del porcentaje de plantas con acame de raíz (tratamientos)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor	
Repeticiones	2	0.9752	0.4876	0.0892	0.9153	N.S.
Tratamientos	6	62.0724	10.3454	1.8923	0.1634	N.S.
error	12	65.6048	5.4671			
Total	20	128.6524				

N.S.: No Significativo

Anexo 4. Análisis de varianza de la altura de plantas a la cosecha (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor	
Repeticiones	2	26.0400	13.0200	2.1298	0.1696	N.S.
Bioestimulantes	1	31.2050	31.2050	5.1044	0.0474	*
Dosis	2	907.8633	453.9317	74.2527	<0.0001	**
Bioestimulantes*Dosis	2	0.2633	0.1317	0.0215	0.9787	N.S.
error	10	61.1333	6.1133			
Total	17	1026.5050				

**: Significancia al 0.01; *: Significancia al 0.05; N.S.: No Significativo

Anexo 5. Análisis de varianza de la altura de plantas a la cosecha (tratamientos)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor	
Repeticiones	2	7.6038	3.8019	0.4259	0.6627	N.S.
Tratamientos	6	1481.2181	246.8697	27.6563	<0.0001	**
error	12	107.1162	8.9263			
Total	20	1595.9381				

N.S.: No Significativo

Anexo 6. Análisis de varianza del diámetro del capítulo (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Repeticiones	2	1.4878	0.7439	2.8048	0.1079 N:S.
Bioestimulantes	1	2.4200	2.4200	9.1244	0.0129 *
Dosis	2	26.9511	13.4756	50.8085	<0.0001 **
Bioestimulantes*Dosis	2	0.3600	0.1800	0.6787	0.5292 N:S
error	10	2.6522	0.2652		
Total	17	33.8711			

** : Significancia al 0.01; * : Significancia al 0.05; N.S.: No Significativo

Anexo 7. Análisis de varianza del diámetro del capítulo (tratamientos)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Repeticiones	2	2.0352	1.0176	3.6877	0.0564 N:S.
Tratamientos	6	49.7314	8.2886	30.0362	<0.0001 **
error	12	3.3114	0.2760		
Total	20	55.0781			

** : Significancia al 0.01; N.S.: No Significativo

Anexo 8. Análisis de varianza del peso de 100 semillas (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Repeticiones	2	0.2744	0.1372	2.6110	0.1224 N:S.
Bioestimulantes	1	0.0450	0.0450	0.8562	0.3766 N:S.
Dosis	2	0.0411	0.0206	0.3911	0.6862 N:S.
Bioestimulantes*Dosis	2	0.1300	0.0650	1.2368	0.3312 N:S.
error	10	0.5256	0.0526		
Total	17	1.0161			

N.S.: No Significativo

Anexo 9. Análisis de varianza del peso de 100 semillas (tratamientos)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor
Repeticiones	2	0.3495	0.1748	3.9533	0.0480 *
Tratamientos	6	0.2181	0.0363	0.8223	0.5738 N:S.
error	12	0.5305	0.0442		
Total	20	1.0981			

* : Significancia al 0.05; N.S.: No Significativo

Anexo 10. Análisis de varianza del peso de capítulo(factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor	
Repeticiones	2	24.8344	12.4172	1.1187	0.3644	N.S.
Bioestimulantes	1	98.4672	98.4672	8.8710	0.0138	*
Dosis	2	3451.0344	1725.5172	155.4536	<0.0001	**
Bioestimulantes*Dosis	2	45.2744	22.6372	2.0394	0.1808	N.S.
error	10	110.9989	11.0999			
Total	17	3730.6094				

** : Significancia al 0.01; * : Significancia al 0.05; N.S.: No Significativo

Anexo 11. Análisis de varianza del peso de capítulo(tratamientos)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor	
Repeticiones	2	4.5867	2.2933	0.1548	0.8582	N.S.
Tratamientos	6	4592.1590	765.3598	51.6708	<0.0001	**
error	12	177.7467	14.8122			
Total	20	4774.4924				

** : Significancia al 0.01; N.S.: No Significativo

Anexo 12. Análisis de varianza del rendimiento por hectárea (factores)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor	
Repeticiones	2	9710.8011	4855.4006	0.4927	0.6251	N.S.
Bioestimulantes	1	202438.8450	202438.8450	20.5419	0.0011	*
Dosis	2	3153287.9544	1576643.9772	159.9851	<0.0001	**
Bioestimulantes*Dosis	2	31630.8633	15815.4317	1.6048	0.2486	N.S.
error	10	98549.4256	9854.9426			
Total	17	3495617.8894				

** : Significancia al 0.01; * : Significancia al 0.05; N.S.: No Significativo

Anexo 13. Análisis de varianza del rendimiento por hectárea (tratamientos)

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F.	p-valor	
Repeticiones	2	612.6943	306.3471	0.0228	0.9775	N.S.
Tratamientos	6	4259742.9524	709957.1587	52.9398	<0.0001	**
error	12	160927.6590	13410.6383			
Total	20	4421283.3057				

** : Significancia al 0.01; N.S.: No Significativo



Anexo 14. Medición y delimitación del terreno



Anexo 15. Delimitación de las subparcelas experimentales



Anexo 16. Siembra manual de semillas de girasol



Anexo 17. Planta de girasol a los 20 días después de la siembra



Anexo 18. Primera aplicación de bioestimulantes a los 30 días después de la siembra



Anexo 19. Formación de los capítulos florales



Anexo 20. Cultivo de girasol a los 75 días después de la siembra



Anexo 21. Cosecha de los capítulos florales del girasol



Anexo 22. Capítulos cosechados de girasol



Anexo 23. Evaluación del diámetro de capítulos de girasol



Anexo 24. Extracción de semillas de girasol de los capítulos