



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

“EVALUACIÓN DEL GIRASOL FORRAJERO (*Helianthus annuus* L.) EN DOS SISTEMAS PRODUCTIVOS, QUIROGA, COTACACHI”

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de:
Ingeniera Agropecuaria**

AUTORA:

CARLA ESTHELA ARANA ARIAS

DIRECTOR:

MIGUEL ARAGÓN ESPARZA MSc.

IBARRA-ECUADOR 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100305665-0		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Arana Arias Carla Esthela		
DIRECCIÓN:	Quiroga, calle García Moreno y Fidel Egas		
EMAIL:	cearanaa@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062537-110	TELÉFONO MÓVIL:	0991949043

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"EVALUACIÓN DEL GIRASOL FORRAJERO (<i>Helianthus annuus</i> L.) EN DOS SISTEMAS PRODUCTIVOS, QUIROGA, COTACACHI"
AUTOR (ES):	Carla Esthela Arana Arias
FECHA: DD/MM/AAAA	29-04-2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Miguel Aragón Esparza.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días del mes de abril de 2022

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: Carla Esthela Arana Arias

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por **Carla Esthela Arana Arias**, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 29 días del mes de abril del 2022

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miguel Aragón Esparza', written over a horizontal line.

Miguel Aragón Esparza MSc.
DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 29 días del mes de abril del 2022

Carla Esthela Arana Arias: “EVALUACIÓN DEL GIRASOL FORRAJERO (*Helianthus annuus* L.) EN DOS SISTEMAS PRODUCTIVOS, QUIROGA, COTACACHI” /Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 29 días del mes de abril del 2022 con 85 páginas.

DIRECTOR: Miguel Aragón Esparza MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el comportamiento agronómico del girasol forrajero en dos sistemas productivos, Quiroga, Cotacachi.

Entre los objetivos específicos se encuentran: 1- Establecer el comportamiento agronómico del girasol forrajero en dos sistemas productivos. 2- Determinar la productividad y contenido nutricional del girasol forrajero bajo dos tipos de fertilización. 3- Establecer un análisis económico de los tratamientos en estudio.



Miguel Aragón Esparza MSc.
Director de Trabajo de Grado



Carla Esthela Arana Arias
Autora

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios y a mi familia, que me acompañan siempre y me apoyan para poder cumplir con mis sueños y metas.

A mis amigos y demás familiares que, con llamadas, mensajes o palabras de aliento se hicieron presentes y me motivaron e impulsaron durante esta etapa de mi vida y a las personas especiales que conforman mi vida que con su tiempo contribuyeron de una u otra forma en mi formación académica y profesional.

Carla Esthela Arana Arias

DEDICATORIA

Este importante logro quiero dedicar a mi madre Rosa Arias y mi tío Víctor Arias quienes son mi motivación y un soporte fundamental para cumplir mis metas, por brindarme su amor incondicional en todo momento, por ser mi guía en todo el camino hacia esta formación profesional, por apoyarme en todos mis sueños y emprendimientos que me he propuesto, por demostrarme que la superación y la persistencia dan buenos resultados.

A mi hermano Ramiro, quien me ha acompañado y me ha brindado todo su apoyo permitiéndome alcanzar mis metas.

A mis segundos padres mis abuelitos que fueron el pilar fundamental en mi vida, impulsándome siempre a seguir adelante y mostrándome que la familia es lo más importante que tenemos.

A mi hija Scarleth por demostrarme ese amor inocente y sincero que con sus ocurrencias y sonrisas ha sido un motivo de superación personal.

Carla Esthela Arana Arias

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE CONTENIDOS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE ANEXOS.....	x
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xi
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
I CAPÍTULO.....	11
1.1. ANTECEDENTES.....	11
1.2. PROBLEMA.....	12
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.4. OBJETIVOS.....	14
1.4.1. Objetivo General.....	14
1.4.2. Objetivos Específicos.....	14
1.5. HIPÓTESIS.....	14
II CAPÍTULO.....	15
1.1 Origen del cultivo de girasol.....	15
1.2 Importancia del cultivo de girasol.....	15
1.3 Distanciamientos de siembra.....	16
1.4 Descripción taxonómica.....	17
1.5 Descripción botánica.....	18
1.6 Requerimientos edafoclimáticos.....	18
1.7 PH.....	19
1.8 Temperatura.....	19
1.9 Fertilización.....	19
1.9.1 Fertilizante orgánico.....	20
1.9.2 Fertilizantes químicos.....	20
1.10 Labores culturales.....	21
1.10.1 Preparación del terreno.....	21
1.10.2 Suelo.....	21
1.10.3 Siembra.....	21

1.10.4	Requerimiento de agua	22
	MARCO LEGAL	23
III	CAPÍTULO	24
3.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	24
3.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	25
3.3	MATERIALES	25
3.4	MÉTODOS	26
3.4.1	Factores de estudio	26
3.4.2	Tratamientos de estudio.....	26
3.4.3	Diseño experimental del ensayo.....	26
3.4.4	Características del experimento.....	29
3.4.5	Análisis Funcional	29
3.4.6	Las variables que se evaluaron son Agronómicas y Productivas	29
3.5	Manejo del experimento	42
3.5.1	Delimitación del terreno	43
3.5.2	Análisis de suelo.....	43
3.5.3	Preparación del terreno.....	43
3.5.4	Rotulación del experimento.....	43
3.5.5	Densidad de semilla y siembra	43
3.5.6	Fertilización.....	43
3.5.7	Riego.....	44
3.5.8	Aporque	45
3.5.9	Control de insectos plaga.....	45
3.5.10	Control de malezas	45
3.5.11	Cosecha.....	45
IV	CAPÍTULO	46
4.1	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.....	46
4.2	NÚMERO DE HOJAS	48
4.3	LONGITUD DE LA HOJA.....	50
4.4	ALTURA DE LA PLANTA.....	51
4.5	DIÁMETRO DEL TALLO	53
4.6	DÍAS A LA FORMACIÓN DEL PRIMER BOTÓN	55
4.7	ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR	56

4.8	PRODUCCIÓN DE MATERIA VERDE.....	57
4.9	PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (Kg).....	58
4.10	CONTENIDO NUTRICIONAL.....	59
4.11	ANÁLISIS DE COSTOS.....	62
V	CAPÍTULO.....	64
5.1	CONCLUSIONES.....	64
5.2	RECOMENDACIONES.....	65
VI	REFERENCIAS.....	66
VII	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	72
VIII	ANEXOS.....	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Descripción geográfica de la investigación	25
Tabla 2	Condiciones Edafoclimáticas	25
Tabla 3	Materiales, equipos, insumos y herramientas	26
Tabla 4	Características del experimento.....	29
Tabla 5	Características de la Unidad Experimental.....	29
Tabla 6	ADEVA para la variable porcentaje de germinación en girasol forrajero	46
Tabla 7	ADEVA para la variable número de hojas	49
Tabla 8	ADEVA para la variable longitud de la hoja.....	50
Tabla 9	ADEVA para la variable altura de la planta	51
Tabla 10	ADEVA para la variable diámetro del tallo	54
Tabla 11	ADEVA para la variable producción de materia verde.....	57
Tabla 12	Análisis bromatológico del girasol hojas y tallo más hojas	59
Tabla 13	Composición nutricional de otros forrajes	60
Tabla 14	Contenido de proteína de mezclas forrajeras de la sierra en invierno y verano	61
Tabla 15	Análisis de costos	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación de la Parroquia Quiroga.....	24
Figura 2	Diseño experimental	27
Figura 3	Características de la unidad experimental con las 3 densidades de siembra	27
Figura 4	Diagrama del manejo del experimento	42
Figura 5	Análisis de medias para germinación (dds)	47
Figura 6	Análisis de medias para manejo y densidad de siembra en germinación	48
Figura 7	Análisis de medias para número de hojas	49
Figura 8	Análisis de medias para longitud de la hoja (cm)	51
Figura 9	Análisis de medias para altura de la planta en dds y densidad	52
Figura 10	Análisis de medias para altura de la planta en dds y manejo.....	53
Figura 11	Análisis de medias del diámetro del tallo para dds, densidad y fertilización	55
Figura 12	Índice de área foliar para parcela neta	56
Figura 13	Rendimiento de materia verde en parcela neta	57
Figura 14	Producción de materia seca de hojas de girasol.....	58
Figura 15	Producción de materia seca de girasol tallo más hojas	59
Figura 16	Contenido nutricional.....	60
Figura 17	Costos frente a la producción materia verde	63

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Análisis de suelo	73
ANEXO 2 Preparación del terreno	74
ANEXO 3 Limpieza del terreno	74
ANEXO 4 Delimitación del terreno.....	74
ANEXO 5 Delimitación del terreno.....	74
ANEXO 6 Parcelas delimitadas	74
ANEXO 8 Implementación de letreros	75
ANEXO 7 Riego de parcelas	75
ANEXO 9 Siembra de girasol forrajero.....	75
ANEXO 10 Abono orgánico Eco Abonaza	75
ANEXO 11 Fertilizante químico 46-0-0.....	75
ANEXO 12 Abono químico 0-0-60	75
ANEXO 14 Germinación del girasol	76
ANEXO 13 Revisión del cultivo	76
ANEXO 15 Cultivo de girasol	76
ANEXO 16 Presencia de insectos en el cultivo	76
ANEXO 17 Medición de la altura de la planta	76
ANEXO 18 Presencia de botón floral	76
ANEXO 19 Apartar las hojas del tallo para pesar	77
ANEXO 20 Cosecha del girasol	77
ANEXO 21 Tallos pesados	77
ANEXO 22 Tallos para pesar	77
ANEXO 23 hojas para pesar	78
ANEXO 24 Análisis bromatológico del girasol.....	78
ANEXO 25 Costos de producción T2.....	79
ANEXO 26 Costo de producción T6	79
ANEXO 27 Costos de producción T3.....	80
ANEXO 28 Costos de producción T4.....	80
ANEXO 29 Costos de producción T1	81
ANEXO 30 Costos de producción T5.....	81

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ecuación para el cálculo del % de Humedad.....	32
Ecuación 2. Ecuación para el cálculo del % de Humedad.....	33
Ecuación 3. Ecuación para el cálculo del % de Fibra Cruda.	34
Ecuación 4. Ecuación para el cálculo del % de Extracto Etéreo.	35
Ecuación 5. Ecuación para el cálculo del % de Cenizas.....	36
Ecuación 6. Ecuación para el cálculo de la Absorbancia Neta.....	40

“EVALUACIÓN DEL GIRASOL FORRAJERO (*Helianthus annuus* L.) EN DOS SISTEMAS PRODUCTIVOS, QUIROGA, COTACACHI”

“EVALUATION OF FODDERFED SUNFLOWER (*helianthus annuus* L.) IN TWO PRODUCTIVE SYSTEMS, QUIROGA, COTACACHI”

Carla Arana¹, Miguel Aragon¹, Xavier Bonifaz¹, Ángel Satama¹
Universidad Técnica del Norte
cearanaa@utn.edu.ec

RESUMEN

Esta investigación tiene el objetivo de determinar el comportamiento agronómico, productividad y contenido nutricional del girasol forrajero (*Helianthus annuus* L.), mediante dos sistemas productivos. Este trabajo se desarrolló en la parroquia de Quiroga, cantón Cotacachi. El diseño experimental que se utilizó fue en Bloques Completos al Azar con Parcelas Divididas en 18 unidades experimentales con 2 tratamientos. La densidad de siembra se distribuyó en: D1(6.5 plantas/m²), D2(5 plantas/m²) y D3(4 plantas/m²) con fertilización orgánica e inorgánica. Se evaluaron 6 variables agronómicas: porcentaje de germinación, número de hojas, altura de planta, diámetro del tallo, índice de área foliar, días a la formación del primer botón y 4 variables productivas: producción de materia verde, producción de materia seca, contenido nutricional y costos. En cuanto a producción de forraje verde y materia seca, el tratamiento D1 con fertilización química registró un rendimiento de 53.82 tn.ha⁻¹ y 4.78 tn.ha⁻¹ respectivamente ; el contenido nutricional del girasol tallos más hojas registró 17.54% de proteína, cenizas 10.08%, E.E. 2.11%, fibra 19.43% y E.L.N. 50.84%. El mejor costo que determinó esta investigación fue con el tratamiento T1 con un costo de \$0.61 kg de materia seca. Todos los datos obtenidos en la presente investigación se registraron en un tiempo de cosecha a los 66 días después de la siembra considerándolo un cultivo precoz, resistente a plagas y enfermedades; es un cultivo que se adapta fácilmente a diferentes condiciones climáticas por ser rústico y no requerir de un constante mantenimiento.

Palabras clave: materia verde, densidad de siembra, materia seca, fertilización, precoz.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the agronomic performance, productivity and nutritional content of forage sunflower (*Helianthus annuus* L.), using two production systems. This work was carried out in the parish of Quiroga, Cotacachi. The experimental design used was Randomized Complete Blocks with Plots Divided into 18 experimental units with 2 treatments. The planting density was distributed as follows: D1(6.5 plants/m²), D2(5 plants/m²) and D3(4 plants/m²) with organic and inorganic fertilization. Six agronomic variables were evaluated: germination percentage, number of leaves, plant height, stem diameter, leaf area index, days to first bud formation and four productive variables: green matter production, dry matter production, nutritional content and costs. In terms of green forage and dry matter production, treatment D1 with chemical fertilization recorded a yield of 53.82 tn.ha⁻¹ and 4.78 tn.ha⁻¹ respectively; the nutritional content of sunflower stems plus leaves recorded 17.54% protein, ash 10.08%, E.E. 2.11%, fiber 19.43% and E.L.N. 50.84%. The best cost determined by this research was with treatment T1 with a cost of \$0.55 kg of dry matter. All the data obtained in this research were recorded in a harvest time of 66 days after planting, considering it an early crop, resistant to pests and diseases; it is a crop that adapts easily to different climatic conditions because it is rustic and does not require constant maintenance.

Key words: green matter, planting density, dry matter, fertilization, precocious.

I CAPÍTULO

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Ali et al. (2012) mencionan que, en evaluación de la fenología y rendimiento del girasol en Pakistán, se utilizaron tres distancias de siembra (20, 25 y 30 cm) con 3 dosis de nitrógeno (100, 125 y 150 kg de N/ha) en la que llegaron a la conclusión de que, al aumentar la densidad de las plantas, el ciclo fenológico disminuye y el aumento en la aplicación de nitrógeno alarga el ciclo. En otra investigación en el mismo país Awais et al. (2013) menciona que en la distancia entre plantas y aplicación de nitrógeno para la mejora de la productividad del girasol se demostró que al aumentar la dosis de N también aumenta la biomasa y el rendimiento, de 83 000 plantas se obtuvieron 3115 kg de aquenios, los días a la floración fueron en promedio 64, formación de aquenios 73.7%, maduración fisiológica 96% diámetro de la cabeza 19.2 cm, peso de 1000 semillas o aquenios 43.5 g y número de aquenios por cabeza 1138.8.

Al realizar el análisis bromatológico de la planta de girasol en la investigación de Awais, et al., (2013) se encontró 2.4% de extracto etéreo, 29.3% de fibra cruda, 10.6% de proteína cruda, 18.1% de ceniza y un 40.8% de extracto libre de nitrógeno (carbohidratos), y que estos valores pueden variar ligeramente debido a las condiciones edafoclimáticas, zona en la que se encuentra expuesta la planta.

Albeiro et al. (2015) en su investigación “Desarrollo fenológico y agronómico del girasol”, menciona que las etapas fenológicas pueden ser vegetativas y reproductivas, siendo las vegetativas el momento de la emergencia, número de hojas, altura de la planta, diámetro del tallo, y las reproductivas son cuando aparece la cabeza floral en miniatura, más conocido como primordio floral cuyo crecimiento es progresivo hasta que el capítulo se abre y comienza la antesis o floración.

Por otro lado, el incremento en la densidad de población genera mayor índice de área foliar y afecta procesos fisiológicos (fotosíntesis, respiración, foto-respiración y transpiración), así como un incremento en la acumulación de biomasa, lo que se manifiesta en el índice de cosecha y rendimiento de grano Escalante-Estrada et al., (2020). Asimismo, se han reportado trabajos efectuados en girasol en los cuales se indica que la densidad de población y fertilización nitrogenada son prácticas esenciales para obtener una mayor producción, por tanto, la planta de girasol cosechada antes del inicio de floración registra un alto porcentaje de proteína, es una alternativa como forraje fresco en tiempos de estiaje. (Ali y Noorka 2013; Arenas-Julio et al., 2021).

1.2. PROBLEMA

El problema central de la investigación es el desconocimiento de este nuevo forraje, no hay investigaciones ni datos actuales en Ecuador que comprueben la eficacia de esta alternativa forrajera, a diferencia de otros países que ya lo están utilizando como fuente alimenticia en materia verde o seca. En la actividad agrícola, en la zona Andina, la alimentación de los bovinos en específico es en base a: ray grass (*Lolium perenne* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), trébol blanco (*Trifolium repens* L.), trébol rojo (*Trifolium pratense* L.); pasto azul (*Poa palustris* L.); entre otros pastos tradicionales, aunque estos pastos sigan siendo cada vez mejorados, siguen siendo muy dependientes. Las pasturas antes mencionadas en época de estiaje disminuyen la producción más de la mitad.

Las semillas de estos pastos más utilizados son importadas lo cual influye en los altos costos que representan para el ganadero en comparación a la producción de materia verde que ésta genera. Frente a estos pastos tradicionales el ganadero no tiene alternativas para poder diversificar la alimentación, lo cual es una falencia dentro de la ganadería. En la actualidad en diferentes países los ganaderos están diversificando la alimentación para el ganado bovino mediante la introducción de otras especies forrajeras y en especial el girasol forrajero, el cual reporta más producción de materia verde en relación a otros forrajes sobre todo en épocas de sequía.

Las ganaderías en el Ecuador se ven afectadas por épocas de verano que en ocasiones es largo y severo lo que provoca una disminución de la producción de materia verde de hasta un 50%. Por tal motivo la introducción de nuevas variedades de semillas forrajeras es una necesidad sentida y actual con datos de producción precisos que den solución a estas disminuciones de forraje y por ende de producción lechera.

En los últimos años se ha venido diversificando la producción de forraje con nuevas especies como: llantén (*Plantago major* L.), achicoria (*Cichorium intybus* L.), nabo (*Brassica rapa subsp. Rapa* L.), crucíferas; que han dado alternativas de una diversificación alimenticia, sobre todo recomendadas para épocas de verano; ya que estas especies nuevas soportan muy bien los períodos de sequía, de esta manera el ganadero no experimenta mucha deficiencia de forraje en estos períodos de estiaje.

Por otra parte, Escalante-E et al., (2015) menciona que la potencialidad del rendimiento del girasol en forraje verde (FV), de acuerdo a varias investigaciones realizadas se ha obtenido promedios de rendimiento en siembra de verano o de primavera bajo distintas condiciones ecológicas del campo agrícola experimental de Apodaca Nuevo León (México) es de 40 a 50 tn.ha⁻¹; a pesar de que en algunos ciclos agrícolas se han obtenido más de 60 tn.ha⁻¹ en FV, con la presente investigación se pretende generar datos exactos de adaptación y producción de estas nuevas variedades como es el caso del girasol forrajero.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El girasol es una planta que soporta la diferencia de temperatura del invierno y verano, es muy rústico y poco exigente a abonos y fertilizantes, de crecimiento rápido, es de gran adaptación a diferentes condiciones de suelo y clima; además, es muy resistente a la salinidad, desarrollándose con pluviosidad de 250 mm anuales, podría ser una alternativa viable para producir forraje en zonas donde hay escases de agua, temperaturas bajas, tolera una moderada falta de humedad a lo largo de su ciclo vegetativo, la planta completa al valorarse como forraje aporta 20.5 tn/ha⁻¹, el cual es un valor respetable para la época seca; mientras que en un período poco lluvioso se logran rendimientos de 44.7 hasta 74.5 tn.ha⁻¹ de forraje verde en solo 70 días (Zambrano, 2019).

Por lo antes mencionado es importante que se realicen trabajos de investigación sobre la producción del girasol forrajero como alimento para el ganado en nuestro medio para ser replicado en todo el Ecuador; ya que este cultivo no requiere de un manejo sofisticado por ser rústico ya que se adapta fácilmente a distintas condiciones climáticas.

Por otro lado la modernización de las explotaciones pecuarias requieren de manejos nutricionales, productivos, y consumos con exactitud; igualmente esta investigación va a permitir obtener con precisión todos los datos referentes al cultivo de girasol forrajero.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el comportamiento agronómico del girasol forrajero en dos sistemas productivos, Quiroga, Cotacachi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer el comportamiento agronómico del girasol forrajero en dos sistemas productivos.
- Determinar la productividad y contenido nutricional del girasol forrajero bajo dos tipos de fertilización.
- Establecer un análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.5. HIPÓTESIS

Hipótesis Alternativa

El comportamiento agronómico del girasol forrajero se altera con las diferentes densidades de siembra y tipos de fertilización.

Hipótesis Nula

El comportamiento agronómico del girasol forrajero no se altera con las diferentes densidades de siembra y tipos de fertilización.

II CAPÍTULO

MARCO TEÓRICO

1.1 Origen del cultivo de girasol

El girasol es una dicotiledónea anual adaptada a los climas templado, tropical y subtropical, su menor ciclo de producción, su capacidad en utilizar el agua disponible en el suelo y la tolerancia a una amplia faja de temperaturas son factores que han promovido el cultivo de girasol para la producción de ensilajes; por ejemplo, se sugiere la siembra de girasol para ensilaje luego de la cosecha del cultivo principal, cultivo de segunda, o en sitios donde la deficiencia hídrica torna inviable los cultivos tradicionalmente utilizados para ese propósito, como maíz y sorgo (Ribeiro et al., 2007).

El girasol es una planta anual de la familia Asteraceae, cuyo origen data a 3 000 años a.C. en Estados Unidos y México; la importancia del cultivo de girasol radica en sus varias características botánicas, la flor es característica de arreglos florales por su distintiva forma y colores; entre otros usos, está la alimentación del ganado por la fibra en sus tallos (Ortega et al., 2017). (Ortega, 2017)

1.2 Importancia del cultivo de girasol

El girasol, *Helianthus annuus*, es una buena oleaginosa que, después de extraído su aceite, deja residuos que pueden ser aprovechados para la alimentación animal; en materia verde se puede ensilar y dar al ganado bovino, es una buena fuente de proteína, es una planta que satisface distintos intereses para el hombre en cada una de sus estructuras, donde radica el interés principal de esta planta es en sus semillas, que tienen en su composición gran cantidad de aceite alrededor de un 30%, además de hidratos de carbono y proteínas (nutriNews, 2019).

Las plantaciones de girasol, al igual que las de pino y eucaliptos, tienen la propiedad de purificar el aire; evitan y preservan de las epidemias, pestes y fiebres palúdicas, neutralizan los gases y miasmas de los pantanos y ahuyentan los mosquitos y zancudos; contiene excelentes proporciones de vitamina D o factor antirraquítico, la cual es esencial para el crecimiento de los huesos, la formación de los dientes, el normal funcionamiento de las glándulas para regular el metabolismo del calcio y el fósforo, etc. (Collaguazo, 2012). (Ortega, 2017)

El ciclo vegetativo del girasol está comprendido entre 100 y 150 días teniendo en cuenta que lograría observarse alguna variabilidad de acuerdo al tipo de genotipo la latitud, época de siembra y la cantidad necesaria de agua y nutrientes; los factores relacionados a las condiciones ambientales, condiciones del suelo como su nutrición y contenido de materia orgánica además del manejo del cultivo tienen relación directa con la variación de los rendimientos al momento de la cosecha. (Tenesaca, 2015).

1.3 Distanciamientos de siembra

Es conveniente elegir una densidad de siembra adecuada, basada en la profundidad donde se encuentra, la probabilidad de lluvia durante el cultivo y las condiciones de crecimiento que normalmente hay en la zona, el rendimiento del girasol y el contenido en aceite presentan una óptima respuesta a la densidad, crecen hasta un máximo y tienen un límite en el que, a partir de una determinada densidad, disminuye; este máximo va a depender de las condiciones de cultivo (secano árido, fresco o regadío), por eso es tan importante adaptar la densidad a dichas condiciones (LG Seeds, 2020).

Mediante el uso de prácticas agrícolas se provee a los cultivos de las condiciones más favorables para la expresión del mayor rendimiento potencial; dentro de dichas prácticas se destaca el manejo de la densidad de población, a través de esta práctica agrícola pueden incrementarse la producción de biomasa y el rendimiento de los cultivos, debido al aumento en el área foliar, el índice de área foliar y la duración de la misma, ocasionado por el mayor número de hojas por unidad de superficie Aguilar-García et al., (2005), ya que el tamaño y la duración del aparato fotosintético están relacionados con el rendimiento, asimismo, el mayor crecimiento del dosel vegetal proporciona una mayor intercepción de luz, lo cual incrementa la fotosíntesis y producción de biomasa como resultado de un mayor aprovechamiento de los recursos hídricos y nutrimentales (Aguilar, 2005).

La producción de biomasa de la planta de girasol, está directamente relacionada con el área foliar que desarrolle el cultivo, teniendo como recursos el agua, la luz y los nutrimentos del suelo que intervienen en sus procesos fisiológicos; el aprovechamiento óptimo de estos 17 recursos varía de acuerdo a la densidad de siembra, que causa una competencia por estos recursos entre las plantas, lo que incide directamente en la producción de biomasa; cuando se utilizan bajas densidades de siembra, aunque produzcan más hojas, ya que los tallos serán más gruesos y lignificados, se obtendrá menos forraje aceptable por el ganado, la producción de biomasa por planta se ve afectada negativamente si se utiliza una densidad de siembra alta; sin embargo, a la misma densidad se obtiene una mayor producción de biomasa por unidad de superficie (Escalante et al., 2008).

En cuanto a la densidad aplicada al cultivo de girasol comprenderá del cumplimiento de diferentes factores, en primer lugar, de las precipitaciones existentes, la nutrición del suelo, el material de siembra y la distancia entre hileras o surcos. Depende mucho la zona en que se desarrollará la planta para establecer un distanciamiento adecuado, en zonas que son áridas conviene el aumento en la distancia de surcos aplicando un espacio entre 80 cm a 100 cm aproximadamente, que garantice la disponibilidad de agua durante la floración y maduración pudiéndose aumentar la densidad poblacional en casos de desarrollar el cultivo bajo condiciones de riego y el empleo de buenas prácticas agrícolas y de fertilización (Gutierrez, 2014).

Según Escalante-E et al., (2015) evaluaron el efecto de 4 densidades de siembra de girasol: 75000, 100000, 125000 y 150000 plantas.ha⁻¹ en el rendimiento de forraje para consumo de ganado; ellos observaron que con 75000 plantas.ha⁻¹ se obtuvo los valores más altos, por planta, en diámetro del tallo (1.2 cm), peso seco de la hoja (30.3 g), peso seco del tallo (50.7 g), y peso seco total de la planta (98.4 g), también la relación hoja: tallo siempre fue >0.7. Con la densidad de 150000 plantas.ha⁻¹ se logró los valores más altos, por hectárea, en altura de la planta (102.3 cm), peso seco de la hoja (3.3 tn.ha⁻¹), peso seco del tallo (4.8 tn.ha⁻¹), y peso seco total de la planta (9.5 tn.ha⁻¹). Así, la densidad de siembra más alta afectó negativamente la biomasa por planta, pero positivamente la biomasa por hectárea.

Utilizando un mayor número de plantas por superficie hay menor área foliar expuesta a la luz que afecta drásticamente la fotosíntesis durante el ciclo vegetativo, lo cual puede traducirse en menor floración y menor formación de vainas y granos y en consecuencia se observa reducción en el rendimiento; en función de una determinada densidad poblacional, se puede lograr modificar y optimizar una serie de características fisiológicas de crecimiento, los cuales van en directo beneficio de los rendimientos (Casanova, 2012).

1.4 Descripción taxonómica

El género *Helianthus* es altamente diversificado, se compone de 49 especies y 19 subespecies con 12 especies anuales y 37 perennes, las cuales representan una considerable variabilidad que puede utilizarse para el mejoramiento genético de varias características agronómicas e industriales de la especie cultivada ("Comite Nacional Sistema-Producto", 2019).

Según Rodríguez et al., (2017) la clasificación taxonómica del cultivo de girasol es:

- Reino Plantae
- División Magnoliophyta
- Clase Magnoliopsida
- Orden Asterales
- Familia Asteraceae
- Género *Helianthus*
- Especie *H. annuus* L.
- Nombre común Girasol, Flor del sol, Copa de Júpiter, Hierba del sol
- Nombre científico *Helianthus annuus* L.

1.5 Descripción botánica

- Raíz

El sistema radicular se desarrolla mucho más rápido que la parte aérea de la planta provisto de diversas raíces secundarias y terciarias que comienzan su crecimiento en sentido horizontal llegando a una dimensión de 5 cm a 30 cm coincidiendo su mayor profundidad con la floración (Tenesaca, 2015).

- Tallo

Generalmente las variedades de girasol tienen tallos erectos, con el capítulo inclinado debido al peso de la inflorescencia, varían desde capítulos doblados hasta la mitad de la planta, y ligeras inclinaciones apreciadas en la floristería. En ciertos casos, se presentan pequeñas ramificaciones; consecuencia de desbalances nutricionales y el tipo de línea consanguínea (Mendoza, 2017).

Posee un tallo único, de color verde, con una pubescencia variable de acuerdo al cultivar, su interior está formado por un tejido conocido como esclerénquima, que le confiere una alta capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes. El diámetro puede llegar a medir de dos a cinco centímetros, dependiendo del cultivar, de la distribución de las plantas en el campo, de la humedad y los nutrientes disponibles en el suelo. De estas condiciones el tallo puede alcanzar hasta 2.20 metros de altura. Sin embargo, la altura ideal se ubica alrededor de los 1.70 y 2.0 metros para favorecer la cosecha mecánica (Avila, 2009).

- Hojas

El cultivo de girasol consta de hojas con características alternas, tres nervios o trinervales, de forma peciolada, con forma acuminada, dentadas, con vellosidad áspera tanto en el envés como en el haz; en cuanto a su posición difiere de otras plantas, ya que se ubican de la siguiente manera en el tallo: en las primeras 4 a 6 hojas son opuestas y las demás hojas son alternas, cabe indicar, que el número de hojas que deberían existir por planta debería estar entre 12 y 40 hojas, es importante añadir que debe registrarse de acuerdo al desarrollo del cultivo y el tipo de material con sus respectivas características de la variedad (Rodríguez et al., 2017).

1.6 Requerimientos edafoclimáticos

- Suelo

La planta de girasol tiene gran capacidad de adaptación a distintos tipos de suelo, a excepción de los suelos compactos, salinos y ácidos; lo más importante es la profundidad, la capacidad de drenaje, la capacidad de retención de humedad y el PH existente (Angueta, 2012).

No es una planta muy exigente en cuanto a calidad del suelo, crece bien en la mayoría de texturas de suelo, aunque son preferibles los terrenos arcillo-arenosos, ya que no requiere una fertilidad tan alta como lo es en otros cultivos para obtener un buen rendimiento; sin embargo, este cultivo necesita de un buen drenaje (Neri, 2015).

Según Angueta (2012) indica que se ha demostrado que esta planta necesita un suelo profundo sin impedimento para el crecimiento de las raíces, ya que la raíz principal tiene gran capacidad de exploración, pero es muy sensible a la dureza del suelo, tanto heredada como creada por el trabajo.

Los suelos arcillo-arenoso son considerados como los más convenientes para este tipo de cultivo; en cambio los arenosos, por tener poca capacidad de retención de humedad, no lo son; ya que el girasol no es muy tolerante en cuanto a salinidad, estando su rango de tolerancia entre 2 y 4 mmhos/cm (en términos de conductividad eléctrica de extracto de saturación del suelo a 25°C), en los suelos neutros o alcalinos no se suelen tener problemas de tipo nutricional; en cambio los suelos demasiado alcalinos puede ocasionar problemas de deficiencia de hierro, aunque no son frecuentes (Alba y Llanos, 2013).

1.7 PH

Según Tenesaca (2015) indica que el cultivo de girasol no es una planta muy sensible a variaciones del pH en el suelo, tolera suelos con pH de 5.8 hasta aproximadamente más de 8.0, no soportan valores inferiores de pH como el 4.5 ya que la acidez les resulta desagradable.

1.8 Temperatura

El girasol es una planta que necesita al menos 5°C en las primeras 24 horas para germinar, cuanto más alta sea la temperatura, más rápido éste germinará, si la temperatura es inferior a los 4°C no lo hará; una vez que germine, podrá adaptarse a un rango de temperatura amplio, 25-30 a 13-17°C, el mejor rango de temperatura es entre 21 y 24°C, también puede soportar temperaturas de hasta 6 u 8°C en un corto período de tiempo, sin embargo la baja temperatura dañará la parte superior del planta, lo que hará que el tallo se ramifique (Neri, 2015).

1.9 Fertilización

Según Infoagro (2014) señala que debido a la gran capacidad de las raíces para absorber nutrientes, no requieren mucho en cuanto a fertilizantes se trata; sin embargo la dosis de fertilizante se ajustará de acuerdo con los nutrientes existentes en el suelo, el régimen de lluvias y el régimen de riego; la absorción de nutrientes se concentra en las primeras etapas del crecimiento de la planta y es altamente susceptible a la toxicidad del

aluminio, lo que dificulta el crecimiento de las raíces y, por lo tanto, los síntomas de estrés hídrico o deficiencia de otros nutrientes como el fósforo o magnesio.

Según Rodríguez et al., (2017) publica los siguientes requerimientos de fertilización en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para el cultivo de girasol:

- N 80
- P_2O_5 30
- K_2O 100
- B 0.5
- Mo 0.05

1.9.1 Fertilizante orgánico

Eco Abonaza es un compostaje, obtenido de la mineralización de los residuos de varios animales y plantas de granjas certificadas, es un producto libre de enfermedades, con un alto contenido de materia orgánica y nutrientes (MegagroStore, 2019).

Sus beneficios son:

- Aportan materia orgánica al suelo.
- La planta necesita menos energía para la producción.
- Aumenta la calidad del cultivo.

A continuación, se muestra la composición química del fertilizante orgánico (MegagroStore, 2019).

- Nitrógeno 2.73 %
- Fósforo 1.75 %
- Potasio 3.63 %
- Materia orgánica 61.52 %
- Calcio 4.42%

1.9.2 Fertilizantes químicos

Muriato de potasio presenta buenas características para su uso en diferentes cultivos; algunas de sus características son: Promover la fotosíntesis de la planta, ayuda a asimilar de mejor manera el nitrógeno y el uso del agua, ayuda a las plantas para que tengan mayor resistencia a las plagas (Fermagri, 2021).

Urea es un fertilizante nitrogenado que se utiliza para favorecer el crecimiento de las plantas, aumentar el área foliar y favorecer la activación de las células encargadas de la fotosíntesis. La urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ es un fertilizante químico que se puede clasificar de origen orgánico ya que su estructura química corresponde a una carbamida, contiene un 46 % de N en forma amínica (INTAGRI, 2020).

Ventajas de usar:

✓ **Alta concentración de nitrógeno:** la urea contiene 46 % de nitrógeno. Esta característica disminuye los costos por transporte y aplicación respecto a fertilizantes menos concentrados y permite usarla con éxito en mezclas de fertilizantes.

✓ **Alta solubilidad:** esta característica facilita su rápida incorporación al suelo a través de aguas de rocío, lluvia o riego, además de permitir la aplicación disuelta en el agua de riego o fertilización foliar conjuntamente con los pesticidas para follaje.

1.10 Labores culturales

Según Tenesaca (2015) manifiesta que cuando las plantas estén a una altura de 20 a 25 cm con hojas, se debe hacer la primera deshierba; cuando las plantas tengan de 40 a 50 cm, se realiza una segunda deshierba evitando así acumular demasiada tierra en la base de los tallos con la finalidad de prevenir pudriciones.

1.10.1 Preparación del terreno

Según Ávila (2009) afirma que una buena preparación del suelo es proporcionar a las semillas una capa de suelo ideal para la germinación y suficiente unión a las raíces para su pleno desarrollo.

1.10.2 Suelo

Según Tenesaca (2015) manifiesta que el girasol no es una planta muy exigente en cuanto a calidad del suelo se refiere; crece bien en la mayoría de texturas, aunque prefiere terrenos arcillo-arenosos, sin embargo, no requiere una fertilidad tan alta como otros cultivos.

1.10.3 Siembra

Se recomienda sembrar a partir del momento en que la temperatura del suelo a cinco centímetros de profundidad alcance los 7-10° C, en la práctica, esto significa fechas muy diferentes según la región de cultivo (Gómez-Arnau, 2020). Por otro lado, según Ávila (2009) afirma que, para el desarrollo de esta actividad, es fundamental obtener la distribución adecuada de semillas en el suelo y exponer las semillas a la humedad del mismo, permitiendo que se desarrollen las etapas tempranas como es el “hinchado” o inhibición de semillas, además de proporcionar humedad a la plántula, en esta etapa, ya que no existe un sistema radicular adecuado.

1.10.4 Requerimiento de agua

Según Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019) manifiesta que; se considera que la planta de girasol necesita entre 600 a 650 mm durante todo el ciclo vegetativo; 150 mm hasta la formación del botón floral, 300 a 350 mm veinte días antes y veinte días después de la floración y 150 cc durante el llenado de grano; el agua es un factor importante en la producción de este cultivo, aunque su exceso es perjudicial porque aumenta las posibilidades de vuelco y la aparición de nuevas y más enfermedades, cuando carece de agua su sistema de raíces profundas le permite sobrevivir, por lo que se considera una planta adaptable a la sequía.

MARCO LEGAL

Según la Guía de Buenas prácticas agrícolas para hortalizas y verduras resolución técnica N° 0037 emitida el 6 de Abril de 2015, en el Capítulo IV, Artículo 7 indica que No podrán emplearse terrenos que se dedicaron a actividades industriales que implicaron la incorporación de contaminantes químicos al suelo; ni aquellos predios donde se han detectado riesgos no controlables, que podrían representar un peligro para la inocuidad del producto, para el ambiente, o la salud humana, se debe frecuentemente realizar un análisis de suelo completo (físico, químico), en laboratorios adecuados; cuando existan casos de sospecha de la existencia de microorganismos patógenos en el suelo, se recomienda realizar un análisis microbiológico.

Se deben planificar técnicas de cultivo que reduzcan la posibilidad de erosión del suelo, como, por ejemplo: mantenimiento de cobertura del suelo, surcado en contra la pendiente, terrazas, canales de drenaje, siembras de abonos verdes, rotación de cultivos, incorporación de materia orgánica, entre otros. Además, se debe verificar la disponibilidad y accesibilidad de agua de calidad al terreno.

En el Capítulo VI, Artículo 10 nos manifiesta que es recomendable utilizar semillas y plántulas de calidad, para asegurar la producción y alcanzar rendimientos óptimos.

Según la Guía para la gestión adecuada de plaguicidas con el objetivo de aportar al desarrollo sostenible, inclusivo y resiliente, el Ministerio del Ambiente y Agua con el apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) a través del programa nacional para la gestión ambientalmente adecuada de sustancias químicas en su ciclo de vida buscan mejorar la gestión integral de los productos químicos y promover la eliminación ambientalmente adecuada de desechos peligrosos.

Los efectos en la salud y el ambiente generados por el uso indiscriminado de plaguicidas sintéticos son irremediables. Por esta razón, se recomienda el despliegue de acciones preventivas y buenas prácticas agrícolas como el manejo integrado de plagas, el uso de bio-fungicidas, insecticidas, repelentes y/o fertilizantes elaborados con sustancias naturales que rescatan la sabiduría agrícola ancestral de América Latina.

Según la Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario publicada en Registro Oficial Suplemento 461 de 14 de junio de 1994; manifiesta en su Artículo 1 Obtener el mejor aprovechamiento de la tierra, con técnicas cada vez más eficientes y que permitan una equitativa distribución del ingreso, para facilitar la incorporación económica y social del campesino ecuatoriano.

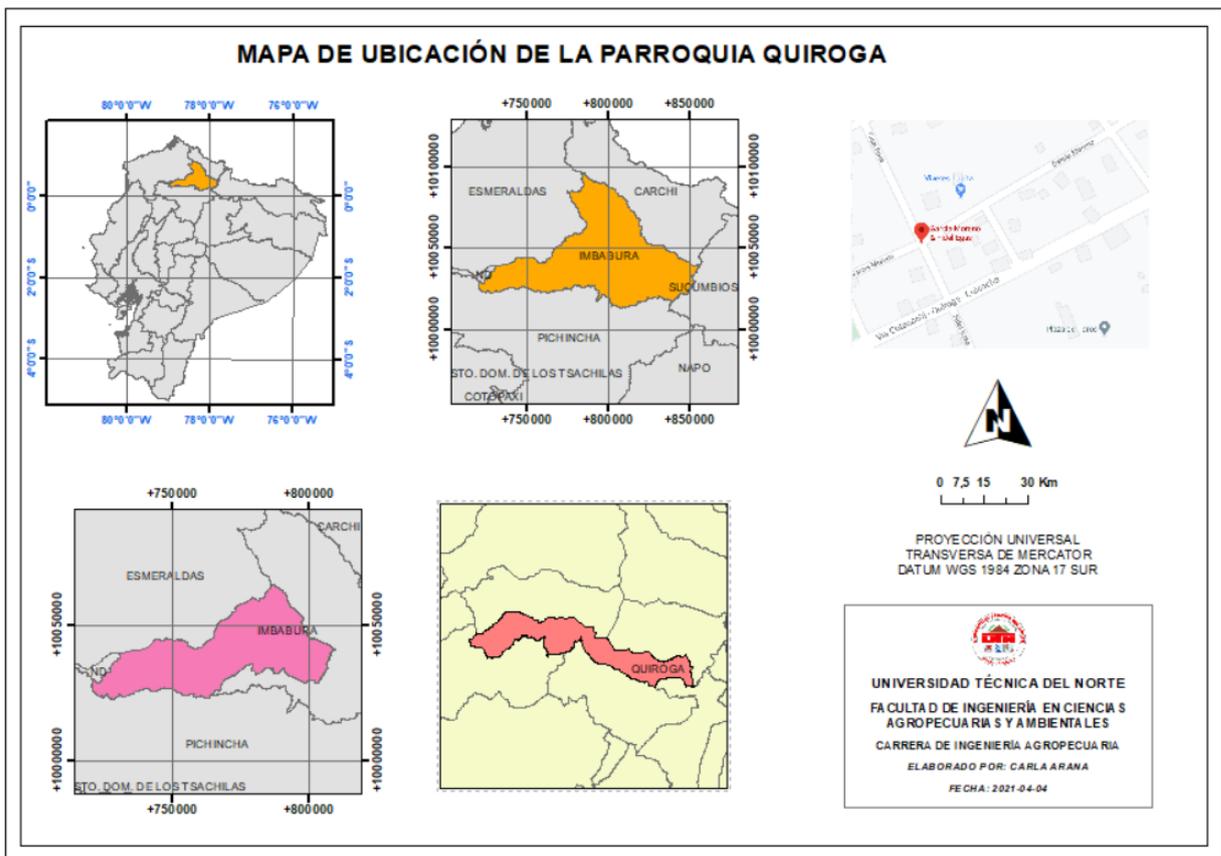
III CAPÍTULO

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en la parroquia de Quiroga que se encuentra ubicada geográficamente en el cantón Cotacachi, en la provincia de Imbabura a 2.4 km Sur de la cabecera cantonal de Santa Ana de Cotacachi, en la vía a la laguna de Cuicocha, a 5km Oeste de Otavalo, a 25 km Sur de la capital provincial (Ibarra) y a 93 km Norte de la ciudad de Quito capital del Ecuador (GAD Parroquial Quiroga, 2021).

Figura 1
Ubicación de la Parroquia Quiroga



3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

A continuación, en la tabla 1 se detalla la descripción geográfica de la Parroquia de Quiroga, Cantón Cotacachi Provincia de Imbabura.

Tabla 1

Descripción geográfica de la investigación

Descripción	Características del área de estudio
Provincia	Imbabura
Cantón	Cotacachi
Parroquia	Quiroga
Latitud	0°17'02.8" Norte
Longitud	78°17'02.1" Oeste
Altitud	2480m s.n.m.

Fuente: *GAD Parroquial Quiroga (2021)*.

En la tabla 2 a continuación se detallan las condiciones edafoclimáticas del estudio.

Tabla 2

Condiciones Edafoclimáticas

Descripción	Características
Temperatura media anual	9 °C
Humedad relativa	84%
Precipitación	1000 – 1300 mm/año
Tipo de suelo	Franco - arenoso

Fuente: *(GAD Parroquial Quiroga, 2021)*.

3.3 MATERIALES

En la tabla 3, a continuación, se detallan los implementos que se utilizaron en esta investigación.

Tabla 3*Materiales, equipos, insumos y herramientas*

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
	Balanza	Semillas de girasol Grey Stripe	Azadón
Estacas	Cámara fotográfica	Fertilizante orgánico (Ecoabonaza)	Rastrillo
Cuerda delgada	Computadora	Fertilizante químico (Urea, Muriato de Potasio)	Pala recta
Libreta de campo			Cinta métrica
Rótulos de identificación			Pie de rey
			Manguera

3.4 MÉTODOS

3.4.1 Factores de estudio

Los factores que se utilizaron en la investigación fueron dos: fertilización química y orgánica y diferentes densidades de siembra.

3.4.2 Tratamientos de estudio

T1: D1 (50 cm entre surco * 30 cm entre planta) – Fertilización Química- 6.5plantas/m²

T2: D1 (50 cm entre surco * 30 cm entre planta) – Fertilización Orgánica-6.5plantas/m²

T3: D2 (50 cm entre surco * 40 cm entre planta) – Fertilización Química- 5 plantas/m²

T4: D2 (50 cm entre surco * 40 cm entre planta) – Fertilización Orgánica- 5 plantas/m²

T5: D3 (50 cm entre surco * 50 cm entre planta) – Fertilización Química- 4 plantas/m²

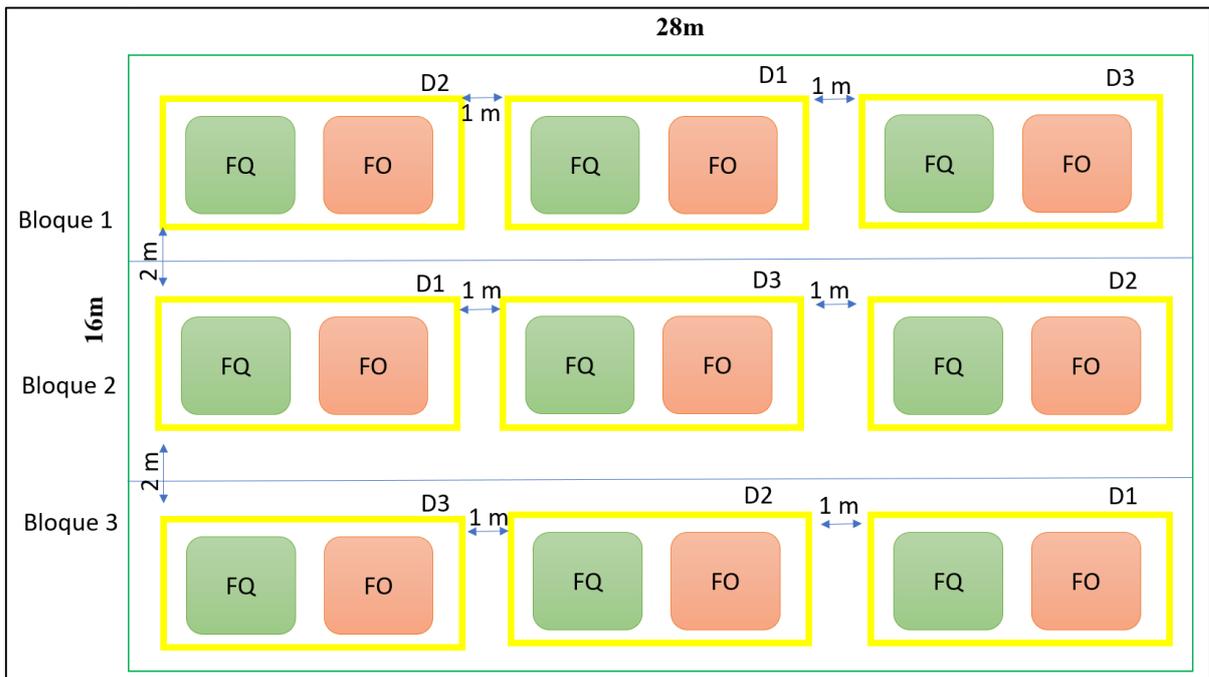
T6: D3 (50 cm entre surco * 50 cm entre planta) – Fertilización Orgánica- 4 plantas/m²

3.4.3 Diseño experimental del ensayo

Se evaluaron 2 tratamientos (Fertilizante orgánico y/o fertilizante químico; densidad de siembra); distribuidos en tres bloques con un diseño en bloques completos al azar con parcelas divididas, con una extensión total de: 448 m² como se indica en la figura 2.

Figura 2

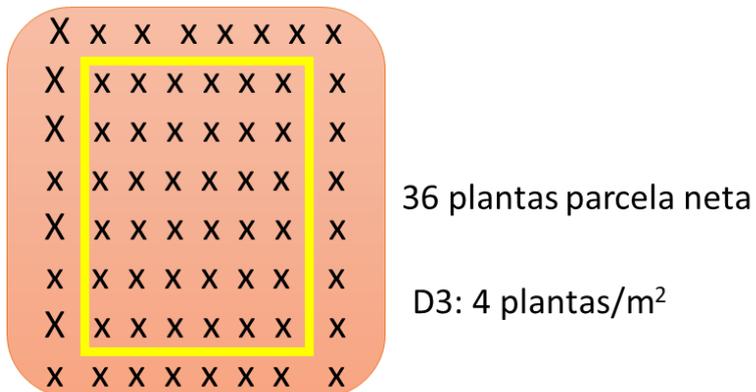
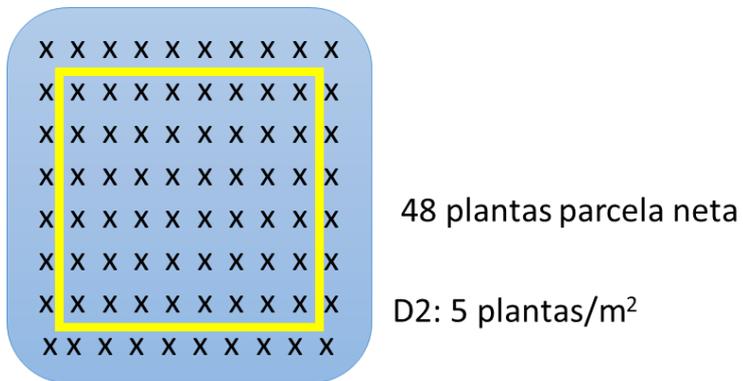
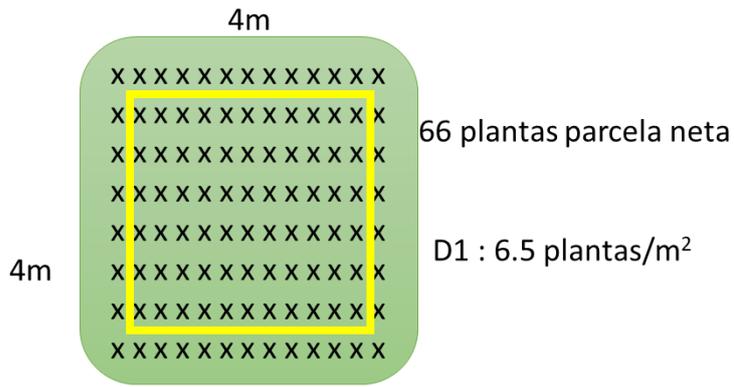
Diseño experimental



A continuación, en la figura 3 se detallan más acerca de las características de la unidad experimental.

Figura 3

Características de la unidad experimental con las 3 densidades de siembra



3.4.4 Características del experimento

A continuación, en la tabla 4 se detallan las características que se tomaron en cuenta para la ejecución del experimento.

Tabla 4
Características del experimento

Descripción	Unidad
Número de tratamientos	2
Número de bloques	3
Número de parcelas	18
Área total del experimento	448 m ²

A continuación, en la tabla 5 se detallan las características de las unidades experimentales que se tomaron en cuenta para la ejecución del experimento.

Tabla 5
Características de la Unidad Experimental

Descripción	Unidad
Largo de la Unidad Experimental	4 m
Ancho de la Unidad Experimental	4 m
Área de la unidad experimental	16 m ²
Distancia entre parcelas	1 m
Distancia entre bloques	2 m

3.4.5 Análisis Funcional

Los datos obtenidos se analizaron en el programa de análisis estadístico InfoStat (versión 2016), se realizó la prueba de Fisher al 5% cuando exista diferencia entre tratamientos.

3.4.6 Las variables que se evaluaron son Agronómicas y Productivas

- **Germinación de la semilla (%).**

Esta variable se la determinó con la utilización de 100 semillas de girasol sembradas en un área de 3 m² con suficiente humedad para su germinación, al cabo de 7 a 15 días se observó el número de plantas emergidas, luego se realizó el registro respectivo; para obtener un dato exacto del porcentaje de germinación se utilizó la siguiente fórmula:

$$P. G. = \frac{NSG}{NSS} * 100$$

Dónde:

P.G.: Porcentaje de germinación

NSG: Número de semillas germinadas

NSS: Número de semillas sembradas

- **Número de hojas a 30, 66 días.**

Se registraron 10 plantas al azar de cada parcela a los 30 y 66 días después de la siembra (dds), se contaron de forma manual cuántas hojas tiene cada planta, órganos ya completamente formados.

- **Altura de la planta (m) a 30, 66 días.**

Se tomaron 10 plantas al azar de cada tratamiento a los 30 y 66 días, se lo midió desde el nivel del suelo (base del tallo) hasta la parte apical de la planta con la ayuda de un flexómetro adosado a una madera para que facilite la medición y se lo anotó en el libro de campo.

- **Diámetro de tallo (cm) a 30 días, 66 días.**

Se señalaron 10 plantas al azar de cada parcela a los 30 y 66 dds con la ayuda de un pie de rey se procedió a medir en la base del tallo al nivel del suelo, en la parte media y en la parte terminal del tallo y se registró en el libro de campo.

- **Índice del área foliar a los 66 días.**

Se determinó individualmente el área foliar del haz de todas las hojas de la planta a los 66 dds, para luego sumar todas las áreas de todas las hojas y con esos datos aplicar la siguiente fórmula ya establecida:

$$AF = L \times A \times K$$

Dónde:

AF: Área Foliar

L: Largo de la hoja

A: Ancho de la hoja

K: Factor de ajuste 0.75

Estos valores del área foliar se determinaron con las hojas de plantas con mayor densidad del experimento 6.5 plantas/m²; de cada hoja se realizó el cálculo del área y al final se sumó el área de todas las hojas de la planta para proceder con la aplicación de la siguiente fórmula y obtener así el índice del área foliar:

$$IAF = \left(\frac{(AF) \times (DP)}{AS} \right)$$

Dónde:

IAF: Índice de Área Foliar

AF: Área Foliar

DP: Densidad Población

AS: Área sembrada

- **Formación del primer botón floral (días).**

Para esta variable agronómica se contó los dds hasta la observación de la emergencia del primer botón floral, al verificar la presencia de al menos 3 botones florales en cada parcela se determinó los días de apareamiento del primer botón floral.

- **Producción de Materia Verde (kg MV/ha).**

Se evaluó a los 66 dds, consistió en realizar un corte en la base del tallo de las plantas que se encontraron dentro del cuadrante, luego se procedió a pesar; los pesos se los dividió en 2: un peso solo tallos y otro peso solo hojas luego consolidar uno solo; después este peso final los datos se lo proyectaron para una hectárea.

- **Producción Materia Seca (kg MS/ha).**

Para la determinación de la materia seca se realizó en el laboratorio con el siguiente procedimiento, la humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa del calor, la cantidad de material residual después de eliminar la humedad constituye la materia seca.

- **Contenido Nutricional.**

Los contenidos nutricionales del estudio fueron determinados mediante dos análisis bromatológicos en laboratorio de bromatología del INIAP. Se estableció realizar 2 análisis: uno de solo hojas y otro de tallo más hojas; los parámetros evaluados fueron: Proteína, ceniza, grasa y humedad.

Para la realización de esta variable el proceso en laboratorio fue el siguiente:

Humedad

La humedad de la muestra se elimina por medio de la evaporación inducida por calor o por aire, el tratamiento denominado tal como ofrecido se refiere al estado en el que se encuentra la muestra (parcialmente deshidratada), el análisis se reporta teniendo en cuenta el estado en la que fue recogida la muestra.

Procedimiento:

- Pesar una lata de acero inoxidable, anotar el peso.
- Colocar de 200 a 500 gramos de muestra finamente picada o fraccionada y homogenizada.
- Extender la muestra por toda la superficie de la lata.
- Llevar a la estufa a 65° C por 12 horas.
- Sacar los recipientes con la muestra, enfriar y pesar.
- Finalmente moler la muestra y almacenar en frascos plásticos.

Nota: Esta muestra seca y molida es la que utilizó para los demás análisis (humedad ps, proximal y minerales), posteriormente se denominará muestra.

Cálculos

Se utiliza la siguiente ecuación 1:

$$MS = \frac{Prms - Pr}{Prmh \times Pr} \times 100$$

Ecuación 1. Ecuación para el cálculo del % de Humedad.

Dónde: MS = Porcentaje de materia seca; Pr = Peso del recipiente; Prmh = Peso del recipiente más de la muestra húmeda; Prms = Peso del recipiente más la muestra seca.

Humedad PS (parcialmente seco)

La humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa del calor, la cantidad de material residual después de eliminar la humedad constituye la materia seca. La cantidad de agua presente se determina por gravimetría obteniendo como resultado el valor de la humedad en porcentaje (AOAC INTERNATIONAL, 2006).

Procedimiento:

- Pesar una lata de aluminio, anotar el peso.
- Pesar aproximadamente 2 gramos de muestra en una lata de aluminio.
- Llevar a la estufa a 105° C por 12 horas.
- Sacar los recipientes con la muestra en un desecador, enfriar y pesar.

Cálculos

Se utiliza la siguiente ecuación 2:

$$H = \frac{Prms - Pr}{Prmh \times Pr} \times 100$$

Ecuación 2. Ecuación para el cálculo del % de Humedad.

Dónde: H = Porcentaje de humedad; Pr = Peso del recipiente; Prmh = Peso del recipiente más de la muestra húmeda; Prms = Peso del recipiente más la muestra seca.

Proteína

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman en sulfato de amonio al ser digeridas en ácido sulfúrico a ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se agrega NaOH. El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico, que luego se titula con ácido estandarizado (AOAC INTERNATIONAL, 2006).

Procedimiento:

a) Digestión

- Pesar 1g de muestra en papel bond tarado y doblar el papel hasta hacer unos pequeños paquetes.
- Depositar el paquete en el tubo de digestión con 20ml de ácido sulfúrico concentrado y dos pastillas catalizadoras.
- Colocar los tubos en el digestor a 400°C por una hora o hasta que la solución adquiera una coloración verde, esto es indicativo de haberse eliminado toda la materia orgánica.
- Retirar los tubos del digestor y enfriar.

b) Determinación

- Una vez enfriados los tubos, colocarlos en el equipo analizador de proteína FOSS Kjeltec™ 8400.
- Automáticamente el equipo adiciona 40ml de solución receptora (ácido bórico al 4%, en combinación del indicador mixto conformado de rojo de metilo y verde de bromocresol), posteriormente adiciona la solución alcalina de hidróxido de sodio al 50 % y 40 ml de agua destilada.

- Finalmente, el equipo se encarga de titular con ácido clorhídrico al 0,3135 N.
- Los resultados son proporcionados por el equipo el mismo que reporta los reporta en porcentaje de proteína.

Fibra

Una muestra libre de humedad (< 20 %) y grasa (< 12 %), se digiere primero con una solución acida y luego con una solución alcalina; los residuos orgánicos restantes, se recogen en un crisol filtro. La pérdida de peso después de incinerar la muestra, se denomina fibra cruda (AOAC INTERNATIONAL, 2006).

Procedimiento:

- Pesar de 1 a 2 gramos de muestra en un vaso de 600 ml.
- Añadir 200 ml de ácido sulfúrico al 7 por mil y 1 ml de alcohol isoamílico.
- Digerir por 30 minutos y agregar 20 ml de hidróxido de sodio al 22%, 1 ml de alcohol isoamílico y digerir por 30 minutos, disminuyendo la temperatura.
- Recoger la fibra en crisoles filtrantes previamente lavados en cuya base se ha depositado una capa de lana de vidrio hasta la mitad del crisol aproximadamente.
- Se lava con agua destilada caliente.
- Secar en una estufa a 105° C, por 8 horas, retirar en un desecador, enfriar y pesar.
- Calcinar en una mufla por 4 horas a 600° C.
- Retirar en un desecador, enfriar y pesar

Cálculos

Según la ecuación 3:

$$F_c = \frac{P_{cf} - P_{cc}}{P_m} \times 100$$

Ecuación 3. Ecuación para el cálculo del % de Fibra Cruda.

Donde: F_c= porcentaje de fibra cruda; P_{cf}= peso del crisol secado a 105° C; P_{cc}= peso del crisol después de la incineración, P_m= peso de la muestra.

Grasa (Extracto etéreo por extracción hexano)

El solvente utilizado se condensa continuamente, extrayendo materiales solubles al pasar a través de la muestra. El extracto se recoge al completar el proceso, se destila y se recoge en otro recipiente, el que se seca y pesa (AOAC INTERNATIONAL, 2006).

Procedimiento:

- Lavar los vasos de acero inoxidable de 50 ml y llevar a una estufa a 105° C por dos horas, retirar los vasos en un desecador, enfriar, pesar.
- Añadir 30 ml de hexano grado técnico en los vasos.
- Pesar de 1 a 2 g. de muestra en un dedal limpio tapar con algodón.
- Colocar los vasos y los dedales en el equipo, FOSS Soxtec™ 2043, conectar el calentador y abrir el agua para el refrigerante.
- Cuando el calentador llegue a 130°C, sumergir los dedales por 10 minutos, tiempo en el cual comienza la ebullición.
- Levantar el dedal para que se inicie el reflujo que permite la extracción de la grasa, este proceso se demora 30 minutos.
- Terminado este tiempo se cierra la llave para impedir el reflujo, permitiendo así recuperar el hexano, este proceso demora 10 minutos.
- Una vez terminado el tiempo se deja 10 minutos más para evaporar totalmente el hexano.
- Finalmente, los vasos se retiran del equipo y se los coloca en la estufa a 105 °C por una hora, para volatilizar totalmente el hexano.
- Retirar en un desecador, enfriar y pesar.

Cálculos

$$EE = \frac{Phr - Ph}{Pm} \times 100$$

Ecuación 4. Ecuación para el cálculo del % de Extracto Etéreo.

Donde: EE= porcentaje de extracto etéreo; Ph= peso del vaso; Phr= peso del vaso más residuo, Pm= peso de la muestra.

Ceniza

La muestra es incinerada en un horno o mufla a 600° C previa pre-calcinación en placa calentadora, para eliminar todo el material orgánico. El material inorgánico que no se destruye se llama ceniza (AOAC INTERNATIONAL, 2006).

Procedimiento:

- Dejar los crisoles en solución sulfocrómica por 2 horas y enjuagar con agua destilada, secar a 105° C y llevar al horno a 550° C por 2 hora; retirar en desecador y enfriar.
- Pesar el crisol y agregar de 1,5 a 2 gramos de la muestra.
- Colocar en la mufla a 600° C por 8 horas.
- Las cenizas obtenidas deben ser blancas y no debe presentar adherencias a sus paredes.
- Sacar en desecador, enfriar y pesar.

Cálculos

$$C = \frac{P_{cz} - P_c}{P_{cm} - P_c} \times 100$$

Ecuación 5. Ecuación para el cálculo del % de Cenizas.

Donde: C= porcentaje de cenizas; Pc= peso del crisol; Pcz= peso del crisol más ceniza; Pcm= peso del crisol más muestra.

Análisis de CHO por diferencia

También conocido como extracto libre de nitrógeno (ELN) de un alimento, se determina por diferencia después que se ha completado en base seca para cenizas, fibra cruda, grasa y proteína (AOAC INTERNATIONAL, 2006).

Minerales

Las cenizas de las muestras son sometidas a una digestión ácida para luego ser diluidas a un volumen determinado. A continuación, se realiza el análisis de macro y microelementos por Espectrofotometría de Absorción Atómica y en el caso del fósforo por Espectrofotometría UV/VIS (AOAC INTERNATIONAL, 2006).

Procedimiento:

- Preparación de la muestra.
- A la muestra convertida en cenizas adicionar 10 ml de agua bidestilada y 5ml de ácido clorhídrico concentrado.
- Colocar en una plancha calentadora por 2 horas a 110°C.
- Filtrar con agua bidestilada y aforar a 100ml.
- Agitar el balón para homogenizar la muestra.

a) Determinación de minerales.

- Preparar la curva de calibración para cada elemento (Ca, Mg, Na, K, P, Cu, Fe, Mn, Zn), empleando soluciones estándar de cada mineral y llevando a diferentes concentraciones con agua bidestilada; para Ca y Mg, se debe añadir una solución de cloruro de lantano al 1% y para Na y K una solución de cloruro de litio al 1%, en ambos casos se emplean las soluciones para evitar interferencias; en el caso particular de P, se debe realizar una curva colorimétrica empleando la solución de color de molibnovanadato, finalmente leer a la longitud de onda necesaria.
- En un tubo de ensayo de plástico colocar la muestra homogenizada.
- Leer las muestras en el Espectrofotómetro de Absorción Atómica a diferente longitud de onda (422; 285; 589; 766; 324; 248; 279; 213) respectivamente para cada mineral (Ca, Mg, Na, K, Cu, Fe, Mn, Zn).
- Para el caso de P, se realiza una reacción colorimétrica con la solución de color y por tanto se lee la muestra en el Espectrofotómetro UV/VIS.

NOTA: para todos los minerales, se debe identificar que los datos obtenidos en cada lectura se encuentren dentro de la curva, caso contrario se debe realizar diluciones con agua bidestilada.

Cálculos

Para los macrominerales, se expresó los resultados como porcentaje y para los micro minerales en ppm, en ambos casos mediante la interpolación de la absorbancia obtenida en la curva de calibración.

NOTA: Para el resultado final, tomar en cuenta el peso de la muestra y el factor de dilución empleado en el análisis de cada mineral.

Análisis de compuestos func

Extracción de la muestra

Procedimiento:

- Pesarse aproximadamente 0,2 g de la muestra liofilizada y colocar en los tubos de extracción de plástico.
- Añadir 5 ml de solución extractora (70% metanol, 30% agua destilada y 0,1% ácido fórmico).
- Colocar los tubos en el Vortex Multimixer y agitar por 5 minutos.
- Sacar los tubos y colocarlos en el baño ultrasonido por 10 minutos.
- Retirar los tubos y llevarlos a la centrífuga por 10 minutos.
- Retirar el sobrenadante y colocarlo en un balón color ámbar de 25 ml.
- Repetir el proceso por cinco veces, aforar.

Polifenoles totales

En este método, se emplea el reactivo Folin-Ciocalteu's, el cual contiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico, esta mezcla origina el ácido fosfomolibdotúngstico de color amarillo que a pH básico reacciona con los polifenoles presentes, originando un complejo con una coloración azul intensa que puede ser medida en el espectrofotómetro UV-VIS a 760nm, temperatura ambiente y slit de 0,2nm (García, Fernández, & Fuentes, 2015).

Procedimiento:

- En un tubo de ensayo, colocar 1 ml del extracto obtenido y añadir 6 ml de agua destilada.
- Adicionar 1 ml de reactivo Folin-Ciocalteu's, agitar y colocar en el baño maría a 40 °C por 3 minutos.

- Añadir 2 ml de solución de carbonato de sodio al 20 %, inmediatamente agitar en el vortex y calentar en baño maría a 40°C por 2 minutos.
- Pasar la solución a una celda y cuantificar en el Espectrofotómetro UV-VIS.

Cálculos

Expresar los resultados como mg de ácido gálico, por interpolación de la absorbancia obtenida en la curva de calibración.

NOTA: Para el resultado final, tomar en cuenta el peso de la muestra y el factor de dilución empleado en el análisis de cada mineral.

Método del ácido 2,2-azinobis-(3-etilenbenzotioazolino-6-sulfónico) (ABTS⁺)

Es un método indirecto que permite medir la habilidad del antioxidante para estabilizar el catión radical ABTS⁺ ^{transf}, el mismo que se genera por medio de enzimas (peroxidasa, mioglobina) o químicamente (dióxido de manganeso, persulfato potásico), el radical formado presenta características con absorciones máximas próximas a la región del infrarrojo, que evita interferencia de otros compuestos coloreados que resultan de la reacción, frente a un agente oxidante dador de electrones, este radical se reduce provocando la decoloración de la disolución del radical, permitiendo así su determinación mediante espectrofotometría UV-VIS.

Procedimiento:

a) Solución activada de ABTS

- Preparar la solución de ABTS (7mM): pesar 0,0960g de ABTS (548,68g/mol), disolver en agua ultrapura completamente y aforar a un volumen de 25 ml. Almacenar a temperatura de refrigeración (4°C).
- Preparar la solución de persulfato de potasio K₂S₂O₈ (2,45mM): pesar 0,01655g de K₂S₂O₈, disolver en agua ultrapura y aforar a 25ml. Almacenar a temperatura de refrigeración (4°C).
- Activar la solución: mezclar en proporción 1:1 la solución de ABTS (7mM) con la de K₂S₂O₈ (2,45mM) en un frasco ámbar y dejar reposando en refrigeración 16 horas antes de su uso.
- Diluir la solución activada de ABTS⁺⁺ con buffer fosfato hasta obtener una lectura de absorbancia de 1,1 ± 0,01 a una longitud de onda de 734 nm.

b) Determinación de la capacidad antioxidante

- En un tubo de ensayo, transferir 200 μL de muestra debidamente diluida con buffer fosfato y adicionar 3800 μL de la solución activada de ABTS^{*+} ($A_{734} = 1,1 \pm 0,01$).
- Agitar los tubos los tubos y dejar reposar por 45 minutos.
- Medir la absorbancia final de cada muestra a una longitud de onda de 734 nm.

Cálculos en la ecuación 6:

$$\text{ABS} = \text{ABS}_{\text{STI}} - \text{ABS}_{\text{M45}} - \text{ABS}_{\text{B}}$$

Ecuación 6. Ecuación para el cálculo de la Absorbancia Neta.

Donde: ABS= es la absorbancia neta de la muestra y/o patrón Trolox; ABS_{STI} =es la absorbancia de la solución de trabajo inicial; ABS_{M45} =es la absorbancia de la muestra a los 45 minutos; ABS_{B} =es la absorbancia del blanco.

El valor obtenido interpolar con los datos obtenidos en la curva de calibración y expresar los resultados como micro moles Trolox/ g muestra.

FRAP

Este método permite evaluar el poder antioxidante o la capacidad de reducción de los iones metálicos, exactamente, se produce una reducción de iones férricos Fe^{3+} a iones ferrosos Fe^{2+} los cuales a pH bajo produce el complejo coloreado ferroso-ferrocianida de potasio que puede ser determinado por espectrofotometría UV-VIS, (Benzie & Strain, 1996).

Procedimiento:

Para la determinación de la capacidad antioxidante por el método FRAP, se basó en la metodología de Oyaizu, 1986, para la que se describe:

- Tomar 1 ml de la muestra y/o estándar en un tubo de ensayo de 10 ml.
- Adicionar 2,5 ml de solución tampón de pH 6,6 y 2,5 ml de solución de ferrocianida de potasio 1 %, incubar en baño María a 50° C por un tiempo de 20 minutos.
- Pasado este tiempo añadir 2,5 ml de la solución de ácido tricloroacético al 10 %, 2,5 ml de agua destilada y 0,5 ml de cloruro férrico al 1 %.
- Homogenizar en un vortex las muestras y los estándares, reposar por 30 minutos en la oscuridad.

- Determinar espectrofotométricamente a 700 nm en base a lo reportado Yen & Chen (1995).

Cálculos:

Los resultados se determinan mediante la interpolación del resultado de la muestra con la ecuación de la curva de calibración y se expresa en micro moles de Trolox.

Proteína

El nitrógeno de las proteínas y otros compuestos se transforman en sulfato de amonio al ser digeridas en ácido sulfúrico a ebullición. El residuo se enfría, se diluye con agua y se agrega NaOH. El amonio presente se desprende y a la vez se destila y se recibe en una solución de ácido bórico, que luego se titula con ácido estandarizado (AOAC INTERNATIONAL, 2006).

Procedimiento:

a) Digestión

- Pesar 1g de muestra en papel bond tarado y doblar el papel hasta hacer unos pequeños paquetes.
- Depositar el paquete en el tubo de digestión con 20ml de ácido sulfúrico concentrado y dos pastillas catalizadoras.
- Colocar los tubos en el digestor a 400°C por una hora o hasta que la solución adquiera una coloración verde, esto es indicativo de haberse eliminado toda la materia orgánica.
- Retirar los tubos del digestor y enfriar.

b) Determinación

- Una vez enfriados los tubos, colocarlos en el equipo analizador de proteína FOSS Kjeltec™ 8400.
- Automáticamente el equipo adiciona 40ml de solución receptora (ácido bórico al 4%, en combinación del indicador mixto conformado de rojo de metilo y verde de bromocresol), posteriormente adiciona la solución alcalina de hidróxido de sodio al 50 % y 40 ml de agua destilada.

- Finalmente, el equipo se encarga de titular con ácido clorhídrico al 0,3135 N.
- Los resultados son proporcionados por el equipo el mismo que reporta los reporta en porcentaje de proteína.

- **Análisis de costos.**

Este rubro económico se determinó con la suma de todos los costos realizados en este estudio, identificando los costos para los diferentes tratamientos. El costo total de cada tratamiento se lo obtuvo con el costo kg/MS/tratamiento, que fue a los 66 días la duración del cultivo.

3.5 Manejo del experimento

A continuación, en la figura 4 se detalla el procedimiento para el manejo del experimento.

Figura 4
Diagrama del manejo del experimento



3.5.1 *Delimitación del terreno*

Se delimitó el terreno determinando los 448 m² de área total del experimento; señalando las 18 parcelas de 16 m², más los caminos respectivos, todo esto con la ayuda de los diferentes equipos (cordeles, flexómetro, y estacas de madera).

3.5.2 *Análisis de suelo*

El análisis de suelo se lo realizó previo a la siembra en un laboratorio especializado, del total del área de estudio se recolectó 5 muestras de suelo de 500 g cada en forma de zigzag (siguiendo los protocolos de muestreo de suelo), luego en un recipiente se mezcló lo más homogéneamente posible de forma manual las mezclas sustraídas y de ese material se seleccionó 1 kg para luego enviar al laboratorio especializado.

3.5.3 *Preparación del terreno*

Una vez delimitado el terreno se procedió a retirar piedras y restos vegetales del anterior cultivo de forma manual; luego se efectuó con maquinaria agrícola que es un tractor con su respectivo implemento de arado con la finalidad de remover el suelo para la siembra y posteriormente se pasó el tractor pero con su implemento la rastra con la finalidad desmenuzar los fragmentos grandes y mejorar la aireación del suelo para facilitar la germinación de las semillas y el desarrollo del sistema radicular del girasol forrajero.

3.5.4 *Rotulación del experimento*

Se identificó el experimento con un rotulo grande de 1m² en lona plástica, donde constó el título, autor, fecha, director, oponentes y la institución. Después se realizó la rotulación de las parcelas individuales identificando cada tratamiento con códigos.

3.5.5 *Densidad de semilla y siembra*

La siembra en el experimento se efectuó con densidades de: **D1**: 6.5 plantas/m², **D2**: 5 plantas/m² y **D3**: 4 plantas/m². La siembra se lo hizo con las recomendaciones bibliográficas colocando a una profundidad 2 veces el tamaño de la semilla y luego tapándola con la tierra.

3.5.6 *Fertilización*

El experimento se trabajó con 2 tipos de fertilización: una química y otra orgánica, esta actividad se la realizó con los respectivos datos de análisis de suelo y necesidades nutricionales del girasol. Los cálculos primarios están en base a una hectárea y proyectados para la superficie de cada unidad experimental de 16 m². Las necesidades nutricionales del girasol son 80 kg.ha⁻¹ N, 30 kg.ha⁻¹ P y 100 kg.ha⁻¹ K (Duarte, 2004) y

los contenidos del análisis del suelo reportaron los siguientes datos 62.5 kg.ha⁻¹ N, 144.7 kg.ha⁻¹ P y 224.8 kg.ha⁻¹.

FERTILIZACIÓN QUÍMICA

Con relación del nitrógeno, de acuerdo a las necesidades del girasol es de 80 kg.ha⁻¹, el suelo reporta 62.15 kg del mismo mineral; por tal razón se tomó en cuenta las necesidades del girasol, para cada parcela de estudio se adicionó 2.5 kg de N; correspondiendo a 277 gr de urea con un contenido de 46% de N.

Con relación al fósforo el análisis de suelo reporta 144.7 kg.ha⁻¹ esto indica un nivel alto frente a la necesidad del girasol que es de 30 kg.ha⁻¹, siendo un valor que suple el suelo con mucha facilidad, por tal motivo no se adicionó ninguna cantidad de fósforo.

Referente al mineral potasio los requerimientos nutricionales del girasol son 100 kg.ha⁻¹ y la referencia del análisis de suelo indica un valor intermedio; por tal motivo se fertilizó con el requerimiento de este mineral, adicionando a la parcela de 16 m² 159.6 gr de K, correspondiendo a 266 gr de muriato de potasio con una concentración del 60%.

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

La fertilización orgánica de igual manera se realizó con referencia a los requerimientos nutricionales del cultivo y análisis de suelo; la diferencia es que se utilizó un fertilizante orgánico cuyos contenidos de N, P y K son: 2.73, 1.75 y 3.63% respectivamente, con un contenido alto de materia orgánica del 61.52%, todo esto viene en una sola mezcla.

Se calculó igual que el fertilizante químico en base a la necesidad del girasol de 80 kg.ha⁻¹ N adicionando 130 gr de N; lo que corresponde a la aplicación de 4.69 kg del fertilizante orgánico, todo esto por cada parcela de 16 m². En este tipo de fertilización al adicionar la cantidad de abono orgánico se está incorporando al mismo tiempo P y K por tener una presentación de mezclado de una solución uniforme. Al adicionar 4.69 kg de fertilizante orgánico por parcela para cubrir las necesidades de nitrógeno se está incorporando al mismo tiempo 82 gr de P y 170 gr de K, con esta práctica de fertilización se está cubriendo muy satisfactoriamente los minerales necesarios para el desarrollo del girasol y por otra parte la gran cantidad de materia orgánica que se incorporó al suelo con este fertilizante que va en beneficio del mismo y de futuros cultivos.

3.5.7 Riego

El riego en esta investigación se lo aplicó cuando el suelo denotaba falta de humedad; esto se determinó en la necesidad de hacer riegos 2 veces por semana.

3.5.8 *Aporque*

Este trabajo de campo se lo realizó de forma manual a partir del día 25 después de la siembra, que consistió en acumular un poco de tierra en la base del tallo para evitar su encamado.

3.5.9 *Control de insectos plaga*

Como medida de control para insectos se procedió a aplicar un insecticida a base de Chlorpyrifos + Cipermetrina en una dosis de 0.005% de disolución en agua; por seguridad y como medida preventiva se aplicó un fungicida Difenconazole con una dosis de 0.5% en disolución de agua, todo esto se aplicó a los 30 dds con la ayuda de una bomba de mochila.

3.5.10 *Control de malezas*

Luego de la siembra, a partir de los 15 días se realizó la primera labor cultural que consistió en eliminar las malezas existentes; esto se realizó de forma manual.

3.5.11 *Cosecha*

Se determinó a los 66 dds siguiendo las recomendaciones bibliográficas de aprovechamiento como forraje al inicio del primer botón floral. Esto se lo realizó haciendo el corte de la planta en la base del tallo a nivel del suelo para posteriormente pesar la materia verde.

IV CAPÍTULO

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo lugar en la parroquia Quiroga del cantón Cotacachi; se realizó la evaluación de girasol forrajero con 2 tipos de fertilizaciones: Orgánica y Química y 3 densidades de siembra.

Los resultados que se encuentran a continuación explican la evidencia del trabajo realizado.

4.1 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

En la tabla 6 se observan los resultados para la variable germinación, en donde se determina que no existe interacción para los días después de la siembra (dds), densidad y manejo ($F=0.26$; $gl=2.22$; $p=0.7699$), pero se evidencia diferencias estadísticas para la interacción densidad y manejo ($F=10.47$; $gl=2.22$; $p=0.0006$), de igual manera para densidad ($F=7.01$; $gl=2.22$; $p=0.0044$) y dds ($F=41.72$; $gl=1.22$; $p<0.0001$) independientemente de los otros factores.

Tabla 6

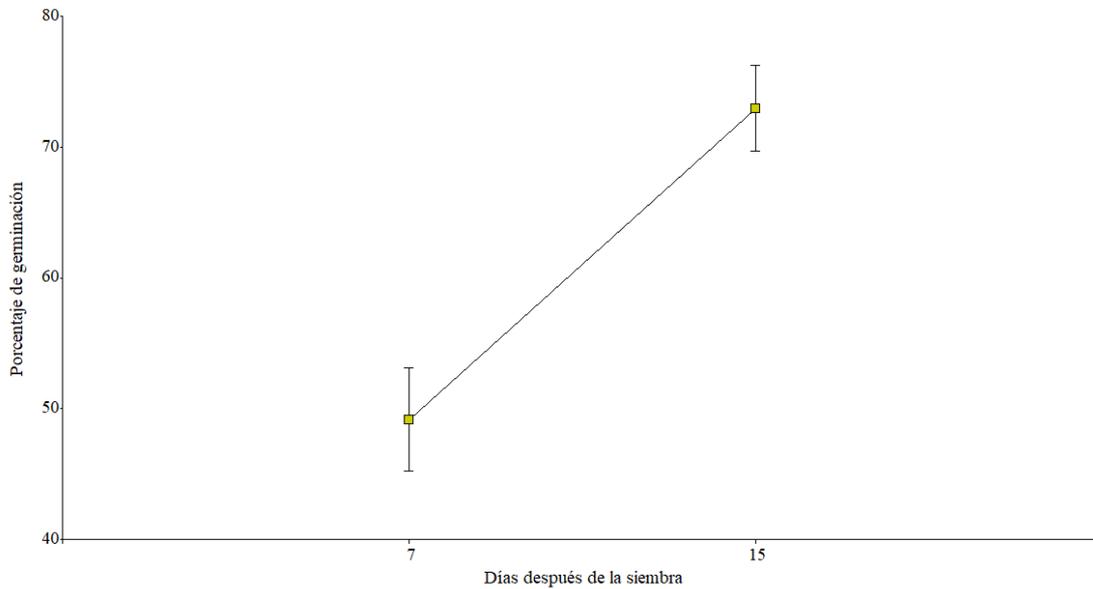
ADEVA para la variable porcentaje de germinación en girasol forrajero

Fuentes de variación	Grados de libertad FV	Grados de libertad del error	F-value	p-value
días	1	22	41.72	<0.0001
densidad	2	22	7.01	0.0044
manejo	1	22	0.09	0.7609
días: densidad	2	22	0.15	0.8591
días: manejo	1	22	0.34	0.5670
densidad: manejo	2	22	10.47	0.0006
días: densidad: manejo	2	22	0.26	0.7699

En la figura 5 se representa la dinámica de la germinación de acuerdo a los dds, en donde a los 7 dds la germinación alcanza 49.17%; mientras que a los 15 dds el porcentaje de germinación aumenta al 72.96%. Estos datos de germinación no cumplen las expectativas de una semilla certificada, generalmente los porcentajes de germinación de semillas de buena calidad llegan a un 95-98% de germinación. Otra causa de registrar estos porcentajes bajos de germinación se debe a las diferentes formas de siembra, sin tomar en cuenta la profundidad de depósito de semilla al momento de la siembra.

Figura 5

Análisis de medias para germinación (dds)

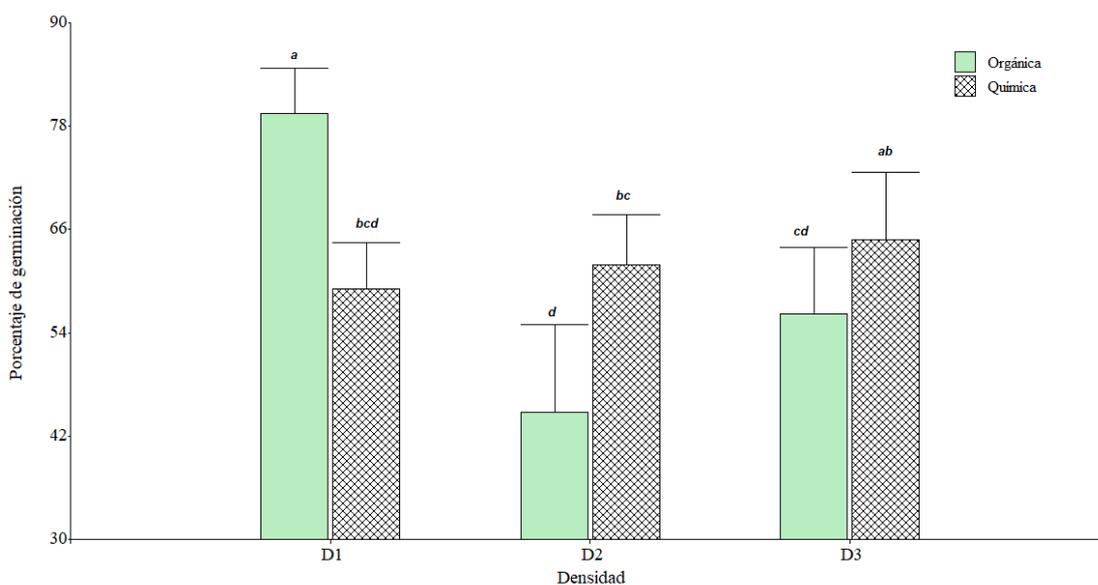


Los porcentajes de germinación dependen mucho de la profundidad de depósito de la semilla en el suelo, a más profundidad más tiempo dura la emergencia de la planta. En este sentido, Pérez et al. (2008); manifiesta que en los resultados obtenidos en su investigación se demostró que a partir de los tres primeros días después de la siembra, las semillas con menor profundidad en el tape muestran un mayor porcentaje de germinación, así como se logra un mejor desarrollo de las plántulas a diferencia de las que recibieron una mayor cubierta de suelo. Esto se debe a que las semillas para su germinación gastan menos energía que las que fueron sembradas a mayor profundidad, lo que hace que tengan más vigorosidad para su emergencia.

En la figura 6 se representa el porcentaje de germinación con respecto a la densidad de siembra, en donde destaca los resultados del tratamiento T2 que presenta un porcentaje de germinación de 79.49%. Es necesario recalcar que el manejo con fertilización química fue superior en las otras dos densidades estudiadas, esto puede ser porque las semillas fueron tapadas a más profundidad lo que provoca que la planta se demore más en salir ya que gasta más energía y por ello los porcentajes de germinación son menores. El tratamiento con el porcentaje más bajo en germinación fue para T4, pero este valor no difiere estadísticamente del T6, del mismo modo para el T1.

Figura 6

Análisis de medias para manejo y densidad de siembra en germinación



En el estudio de Carmigniani (2017) informa que los distanciamientos de siembra no influyen significativamente en la germinación de las semillas, y reporta los resultados para el porcentaje de germinación que fluctuó entre 92.0% con 6.6 plantas/m²; mientras que con 5.5 plantas/m² obtuvo una germinación del 94.0% siendo este el mayor porcentaje. De igual manera en el presente trabajo de investigación no se encontró ningún tipo de diferencias entre el distanciamiento de siembra con el porcentaje de germinación, los registros de porcentaje de germinación con respecto a la distancia de siembra son: T2 con 79.49% el mayor porcentaje y con menor porcentaje T4 con 44.79%.

4.2 NÚMERO DE HOJAS

En la tabla 7 se observan los resultados para la variable número de hojas, en donde se determina que no existe interacción para los dds, densidad y manejo ($F=2.76$; $gl=2.256$; $p=0.0652$), pero se evidencia diferencias estadísticas para dds ($F=1307.04$; $gl=1.256$; $p=0.0001$) independientemente de los otros factores.

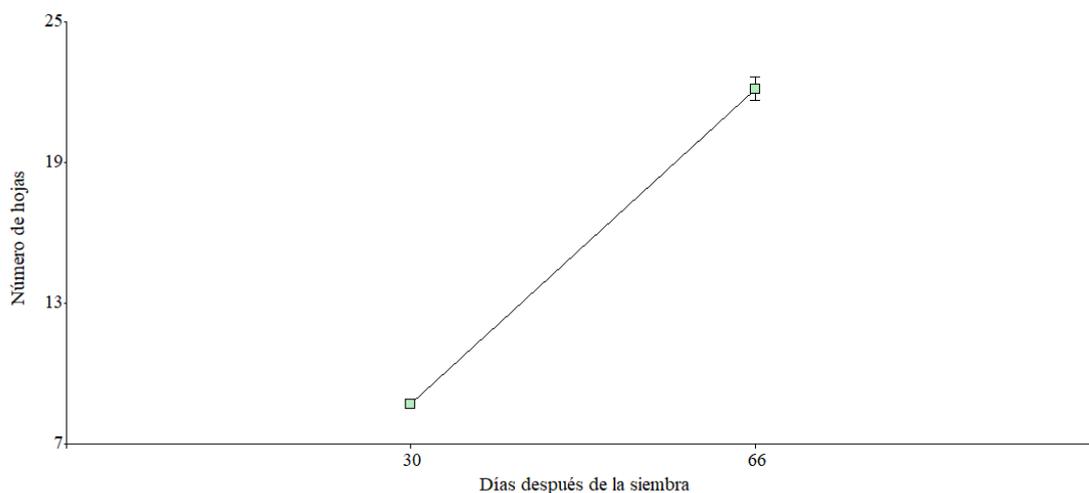
Tabla 7
ADEVA para la variable número de hojas

Fuentes de variación	Grados de libertad DF	Grados de libertad del error	F-value	p-value
dds	1	256	1307.04	<0.0001
densidad	2	256	0.44	0.6475
manejo	1	256	0.31	0.5791
dds: densidad	2	256	2.03	0.1331
dds: manejo	1	256	0.2	0.6547
densidad: manejo	2	256	2.13	0.1204
dds: densidad: manejo	2	256	2.76	0.0652

Nota. dds= días después de la siembra.

En la figura 7 se representa la dinámica del número de hojas de acuerdo los dds, en donde nos refleja que a los 30 dds el número de hojas por planta alcanza un promedio de 8.69 hojas; mientras que a los 66 dds este valor se eleva a 22.14 hojas. Esto quiere decir que en un período de 36 días el incremento de hojas es del 60.7%.

Figura 7
Análisis de medias para número de hojas



Mena et al., (2018) informan incrementos de 43 y 99% del número de hojas por m² en densidades de 7.5 y 10 plantas/m² a los 54 dds; siendo este resultado en parte similar a los obtenidos en este estudio, puesto que a los 66 dds los tratamientos alcanzan incrementos del 60% del número de hojas; posiblemente esto está relacionado con las condiciones climáticas en donde se desarrolló el estudio.

Huaranca (2015) determina que a los dds 30, 60 y 90 no presentan diferencias estadísticas con respecto al número de hojas, pero a los 120 dds sobresalen dos tratamientos con diferentes fechas de siembra, logrando 28.05 y 25.80 hojas

respectivamente, estos resultados son similares al presente estudio puesto que a los 66 dds se obtuvo 22.14 hojas.

4.3 LONGITUD DE LA HOJA

En la tabla 8 se observan los resultados para la variable longitud de la hoja, en donde se determina que existe interacción para los dds, densidad y manejo ($F=5.57$; $gl=2.256$; $p=0.0043$), también se evidencia una interacción para densidad y manejo ($F=6.45$; $gl=2.256$; $p=0.0019$), de igual forma existe diferencia estadística significativa para dds ($F=510.66$; $gl=1.256$; $p=0.0001$) independientemente de los otros factores.

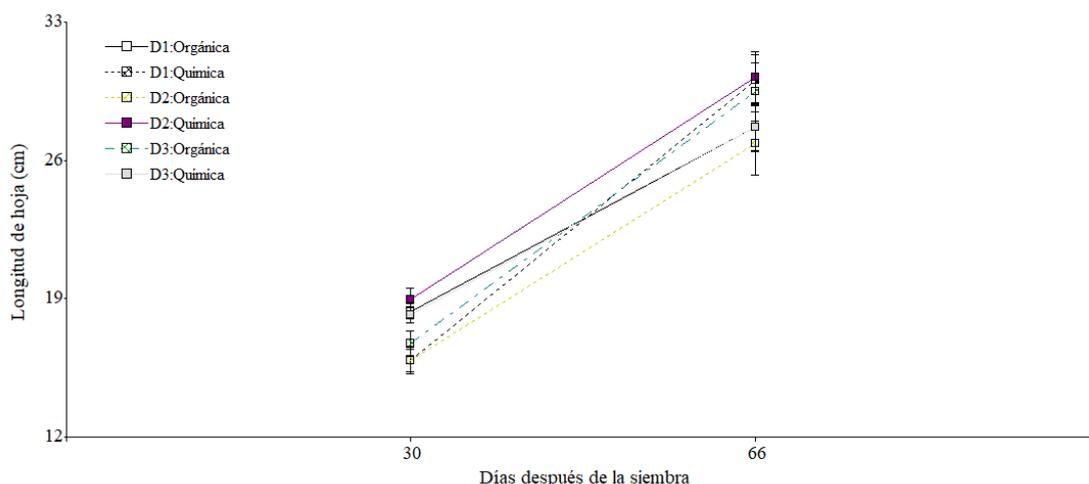
Tabla 8
ADEVA para la variable longitud de la hoja

Fuentes de variación	Grados de libertad DF	Grados de libertad del error DF	F-value	p-value
dds	1	256	510.66	<0.0001
densidad	2	256	0.02	0.976
manejo	1	256	3.72	0.055
dds: densidad	2	256	0.18	0.8334
dds: manejo	1	256	0.39	0.5352
densidad: manejo	2	256	6.45	0.0019
dds: densidad: manejo.	2	256	5.57	0.0043

Nota. dds= días después de la siembra.

En la figura 8 se representa la dinámica de longitud de la hoja según los tratamientos y los dds. En donde destaca la supremacía del T3 (D2FQ) puesto que a los 30 dds presenta 19.02 cm y posteriormente a la segunda lectura aumenta a 30.25 cm que representa un aumento del 62.87 %. Mientras tanto el tratamiento con los valores más bajos es el T4 (D2FO) que en la primera lectura registró 15.87 cm y aumentó a 26.87 cm a los 66 dds. El resto de tratamientos obtuvieron valores intermedios.

Figura 8
Análisis de medias para longitud de la hoja (cm)



Sin embargo, Huaranca (2015) manifiesta que la longitud de las hojas depende de la radiación fotosintética que el cultivo pueda interceptar y de la eficiencia de la planta para que pueda utilizar la energía en el desarrollo de las hojas, también es importante la humedad que tiene el suelo, así como también la disponibilidad de nutrientes.

4.4 ALTURA DE LA PLANTA

En la tabla 9 se observan los resultados para la variable altura de la planta, en donde se determina que existe interacción para los dds y manejo ($F=3.63$; $gl=1.256$; $p=0.0479$), también se evidencia una diferencia estadística significativa para dds y densidad ($F=3.32$; $gl=2.256$; $p=0.0376$), de igual forma existe diferencia estadística significativa para dds ($F=7104.16$; $gl=1.256$; $p=0.0001$) independientemente de los otros factores.

Tabla 9
ADEVA para la variable altura de la planta

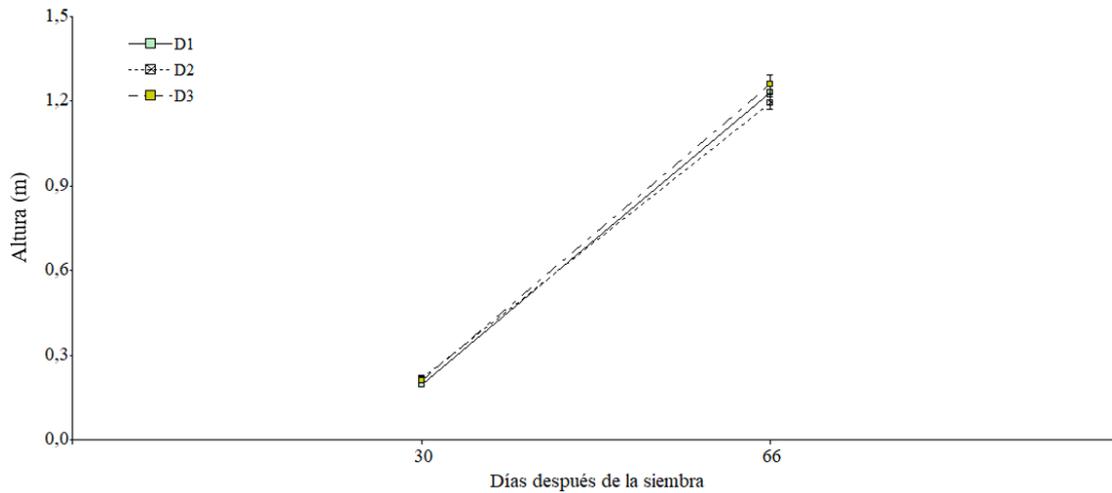
Fuentes de variación	Grados de libertad DF	Grados de libertad del error DF	F-value	p-value
dds	1	256	7104.16	<0.0001
densidad	2	256	0.24	0.7882
manejo	1	256	0.02	0.901
dds: densidad	2	256	3.32	0.0376
dds: manejo	1	256	3.63	0.0479
densidad: manejo	2	256	2.79	0.0636
dds: densidad: manejo.	2	256	2.31	0.1016

Nota. dds= días después de la siembra.

En la figura 9 se representa la dinámica de la altura de la planta según los dds, donde se refleja que a los 30 dds la altura de la planta con la D3 presenta 0.21 cm y posteriormente a los 66 dds aumenta a 1.26 cm lo que representa un aumento del 16.66% siendo ésta la mayor altura. Mientras tanto la densidad más baja es la D1 que a los 30 dds registró 0.19 cm y aumentó a 1.23 cm a los 66 dds.

Figura 9

Análisis de medias para altura de la planta en dds y densidad

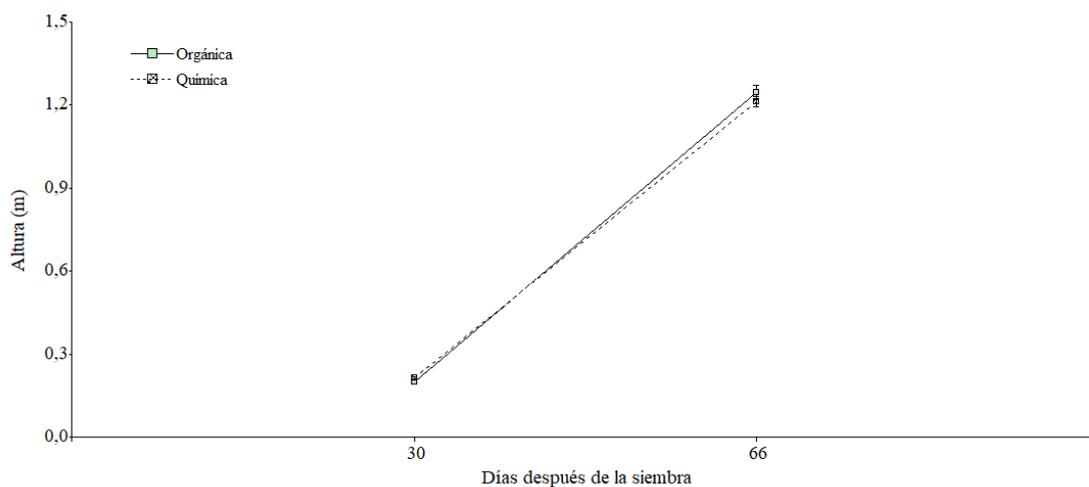


Según Aguilar-García et al., (2005) señalan que la altura de planta presentó diferencias significativas por efecto de la densidad de población a partir de 56 dds, ésta incrementó desde las primeras etapas de desarrollo hasta alcanzar su máximo valor al final del ciclo. En la densidad 2.5 plantas/m², la altura máxima fue 2.04 m, mientras que para 5 y 7.5 plantas/m², fue 2.22 y 2.47 m respectivamente. En resumen, a más densidad de plantas/m² mayor altura de planta, con una duración de la investigación de 120 días. Los datos obtenidos en la presente investigación indican: 4 plantas/m² 1.26 m; 5 plantas/m² 1.20 m y 6.5 plantas/m² 1.23 m, no coinciden con el resultado de la investigación antes mencionada, seguramente por el tiempo de corte de esta investigación que fue de 66 días.

Sin embargo Palacio-Roman y Agudelo-Escobar (2020) manifiestan que las plantas correspondientes a la densidad de siembra más alta 15 plantas/m² obtuvieron la mayor altura que fue de 1.02 m; mientras que las plantas con la densidad más baja 7.5 plantas/m² registró 0.89 m, dando como resultado una diferencia de 13 cm entre ambas densidades, lo que indica que a mayor densidad la planta tiene mayor competencia por luz lo cual hace que tengan una mayor elongación; siendo este resultado inferior a los obtenidos en este estudio puesto que se registró con la menor densidad de 4 plantas/m² 1.26 m.

Figura 10

Análisis de medias para altura de la planta en dds y manejo



Escalante-Estrada et al., (2007) indican que a medida que la cantidad de Nitrógeno aplicada al suelo es mayor; la altura de la planta incrementa desde 1.55 a 2.25 m; demostrando así que la aplicación de nitrógeno en el cultivo de girasol compensa las deficiencias nutricionales que tiene el suelo, ya que el nitrógeno es un elemento esencial para el desarrollo de la planta.

4.5 DIÁMETRO DEL TALLO

En la tabla 10 se observan los resultados para la variable diámetro del tallo, en donde se determina que existe interacción para los dds, densidad y manejo ($F=14.36$; $gl=2.772$; $p=0.0001$), también se evidencia una interacción para densidad y manejo ($F=22.41$; $gl=2.772$; $p=0.0001$); dds y ubicación ($F=195.01$; $gl=2.772$; $p=0.0001$); dds y manejo ($F=4.41$; $gl=1.772$; $p=0.0361$), por otra parte se registra una diferencia estadística significativa para ubicación ($F=86.88$; $gl=2.772$; $p=0.0001$); manejo ($F=17.61$; $gl=1.772$; $p=0.0001$) y también para dds ($F=2197.67$; $gl=1.772$; $p=0.0001$) independientemente de los demás factores.

Tabla 10
ADEVA para la variable diámetro del tallo

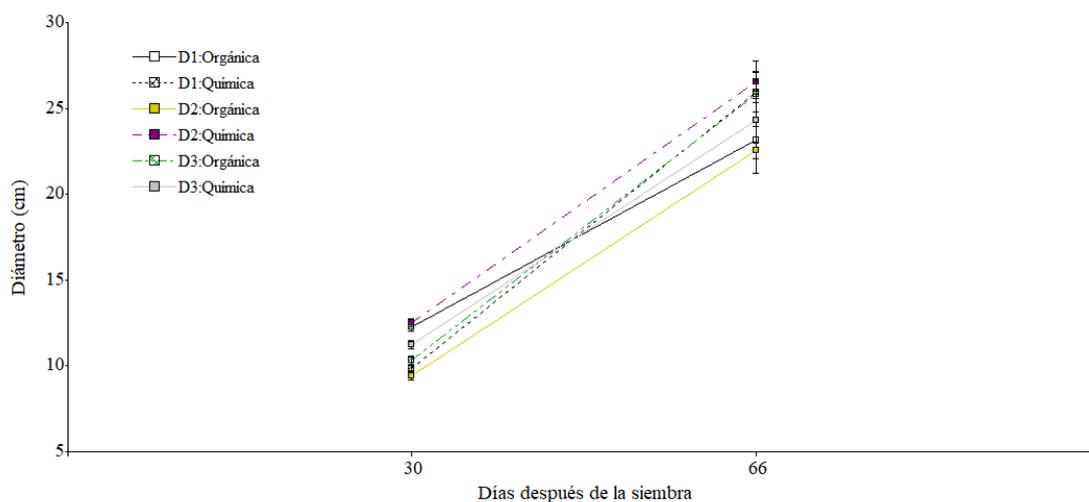
Fuentes de variación	Grados de libertad DF	Grados de libertad del error DF	F-value	p-value
dds	1	772	2197.67	<0.0001
densidad	2	772	0.65	0.5221
manejo	1	772	17.61	<0.0001
ubicación	2	772	86.88	<0.0001
dds: densidad	2	772	0.67	0.5131
dds: manejo	1	772	4.41	0.0361
dds: ubicación	2	772	195.01	<0.0001
densidad: manejo	2	772	22.41	<0.0001
densidad: ubicación	4	772	0.23	0.9205
manejo: ubicación	2	772	0.9	0.4061
dds: densidad: manejo	2	772	14.36	<0.0001
dds: densidad: ubicación	4	772	0.92	0.4493
dds: manejo: ubicación	2	772	0.83	0.4357
densidad: manejo: ubicación	4	772	0.36	0.8402
dds: densidad: manejo	4	772	0.39	0.8172

Nota. dds= días después de la siembra.

En la figura 11 se representa la dinámica del diámetro del tallo según los tratamientos y los dds. En donde destaca superioridad el T3 (D2FQ) puesto que a los 30 dds presenta 1.30 cm y posteriormente a los 66 dds aumenta a 2.71 cm lo que representa un aumento del 48.19%. Mientras tanto el tratamiento con los registros más bajos es el T4 (D2FO) que en la primera lectura registró 0.94 cm y aumentó a 2.25 cm a los 66 dds. El resto de tratamientos obtuvieron valores intermedios, esto puede deberse a la asimilación de la planta en lo que respecta a nutrientes disponibles en el suelo y a la humedad del mismo.

Figura 11

Análisis de medias del diámetro del tallo para dds, densidad y fertilización



Según Huaranca (2015) indica que los resultados obtenidos del diámetro del tallo son similares en cierta forma a lo encontrado por Cutipa (2007), quien obtuvo un promedio de 1.65 cm en grosor de tallo, a un distanciamiento entre surcos de 50 cm, esta diferencia se debe al distanciamiento que hubo entre los surcos, en comparación a su investigación que fue a 20 cm entre surcos; estos datos son inferiores a los reportados en la presente investigación que reflejó un promedio del diámetro del tallo a los 30 y 66 dds con 1.09 cm y 2.47 cm respectivamente.

4.6 DÍAS A LA FORMACIÓN DEL PRIMER BOTÓN

Para los días a la formación del primer botón se tomó en cuenta los brotes que había en las unidades experimentales, en este estudio se presentó el 0.88% de formación del botón floral a los 66 dds; lo cual fue una medida para iniciar con el corte del girasol ya que así el cultivo tiene una buena palatabilidad para los bovinos ya que se encuentra en su estado lechoso.

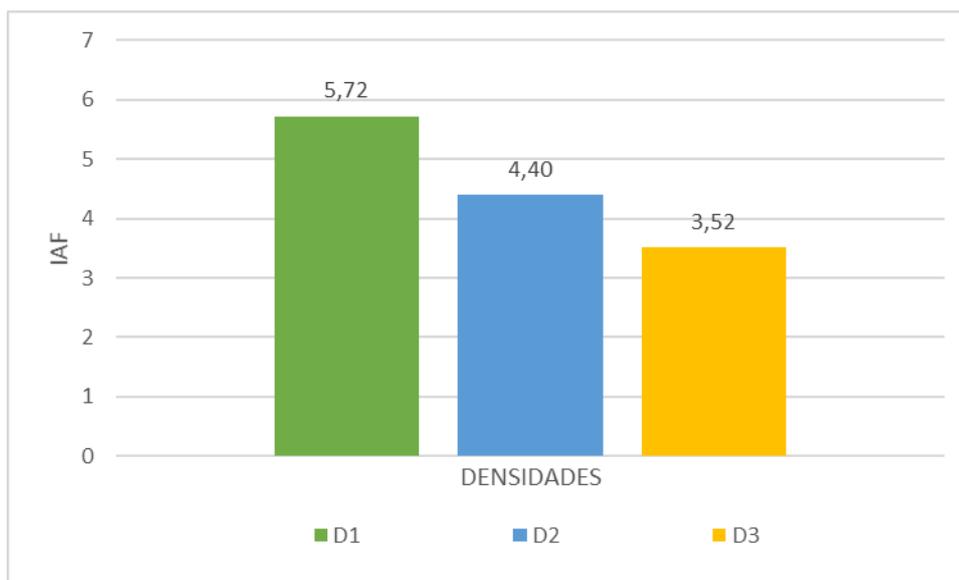
Según López (2021) manifiesta que durante las primeras etapas vegetativas del girasol que son germinación y formación de capítulo, el cultivo necesita un quinto de la cantidad total del agua ya que el consumo más intenso se ve reflejado en la formación del capítulo hasta el final de la floración, consumiendo la mitad de la cantidad total de agua necesaria, a una profundidad de 60-120 cm; sin embargo Palacio-Roman y Agudelo-Escobar (2020) indican que el número de botones florales dependen del tiempo más no de los tratamientos utilizados.

4.7 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

En la figura 12 se representa la dinámica del índice de área foliar en el que se destaca la D1 que son 6.5 plantas/m² alcanzando el máximo valor de 5.72; la densidad que menor cobertura del área de las hojas en el suelo presentó la D3 con 4 plantas/m². Cabe recalcar que este índice no afecta a la producción de materia verde.

Figura 12

Índice de área foliar para parcela neta



Aguilar-García et al., (2005) manifiestan que con densidades de población alta 7.5 plantas/ m², el índice de área foliar fue superior desde las primeras etapas de desarrollo. El máximo índice de área foliar a los 90 dds con 7.5 plantas /m² fue de 4.8; mientras que el menor índice de área foliar con 2.5 plantas /m² registró 2.4. Estos datos reportados son similares a los calculados en el presente estudio, los cuales son: **D1: 5.72; D2: 4.40 y D3: 3.52.**

En el estudio de Carrillo (2020) el índice área foliar fue mayor en la variedad Vicent Choi con 2.37 a los 46 dds en comparación a las variedades Sunrich Orange y Código SM 373. Turkheimer y Waldron (2019) mencionan que el IAF permite determinar la capacidad fotosintética de la planta en un área determinada de suelo, además la producción de masa seca está directamente, por esta razón cuando el IAF es alto se espera una mayor acumulación de masa seca. En el presente estudio el índice de área foliar indica que la variedad de girasol Grey Stripe tiene mayor capacidad fotosintética.

4.8 PRODUCCIÓN DE MATERIA VERDE

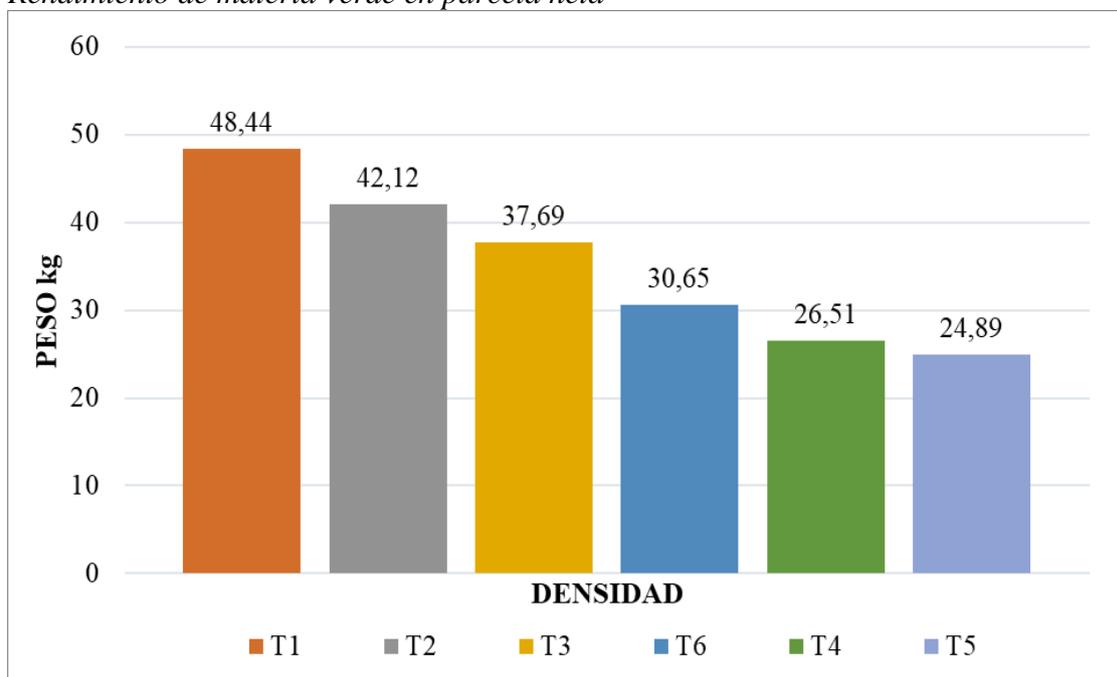
En la tabla 11 se observan los resultados para la variable producción de materia verde, en donde se determina que no existe interacción densidad y manejo ($F=2.20$; $gl=2.10$; $p=0.1619$), pero por otra parte se registra una diferencia estadística significativa para densidad ($F=9.56$; $gl=2.10$; $p=0.0048$) independientemente del otro factor evaluado.

Tabla 11
ADEVA para la variable producción de materia verde

Fuentes de variación	Grados de libertad DF	Grados de libertad del error DF	F-value	p-value
densidad	2	10	9.56	0.0048
manejo	1	10	1.32	0.2774
densidad: manejo	2	10	2.20	0.1619

En la figura 13 se observa los resultados de producción de materia verde de acuerdo a la densidad; la cual registró a los 66 dds la producción más alta 53 tn.ha⁻¹/ciclo con el tratamiento T1; mientras que la menor producción se registró con el tratamiento T5 a 27 tn.ha⁻¹/ciclo, representando una diferencia del 53%.

Figura 13
Rendimiento de materia verde en parcela neta



La producción registrada por Aguilar-García et al., (2005) en la ciudad de México está en relación con esta investigación ya que el mayor resultado de producción de materia verde registró 19 tn.ha⁻¹/ciclo con la densidad de 6.5 plantas/m²; mientras en la densidad 4 plantas/m² registró la menor producción 9 tn.ha⁻¹/ciclo; dándonos una diferencia del 52% de producción. La mayor producción registrada en esta investigación con 6.5

plantas/m² fue 53.82 tn.ha⁻¹/ciclo; mientras que la menor producción registrada con 4 plantas/m² fue 27.65 tn.ha⁻¹/ciclo. Lo anterior puede atribuirse a una mayor fotosíntesis, debida al crecimiento del dosel vegetal que proporciona mayor intercepción de luz y mayor aprovechamiento de los recursos hídricos y nutrimentales.

4.9 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (Kg)

Para la producción de materia seca, se determinó con el valor reportado del análisis nutricional, 8.67% MS para hojas y 9.01% MS para tallo más hojas. El T1 solo hojas registró un rendimiento de materia seca de 1.96 tn/ha⁻¹ como se detalla a continuación en la figura 14, mientras que tallo más hojas registró 4.85 tn.ha⁻¹MS con el mismo tratamiento como se representa en la figura 15, por otra parte, con el T5 solo hojas se obtuvieron 1.11 tn.ha⁻¹MS y tallo más hojas 2.49 tn.ha⁻¹.

Figura 14
Producción de materia seca de hojas de girasol

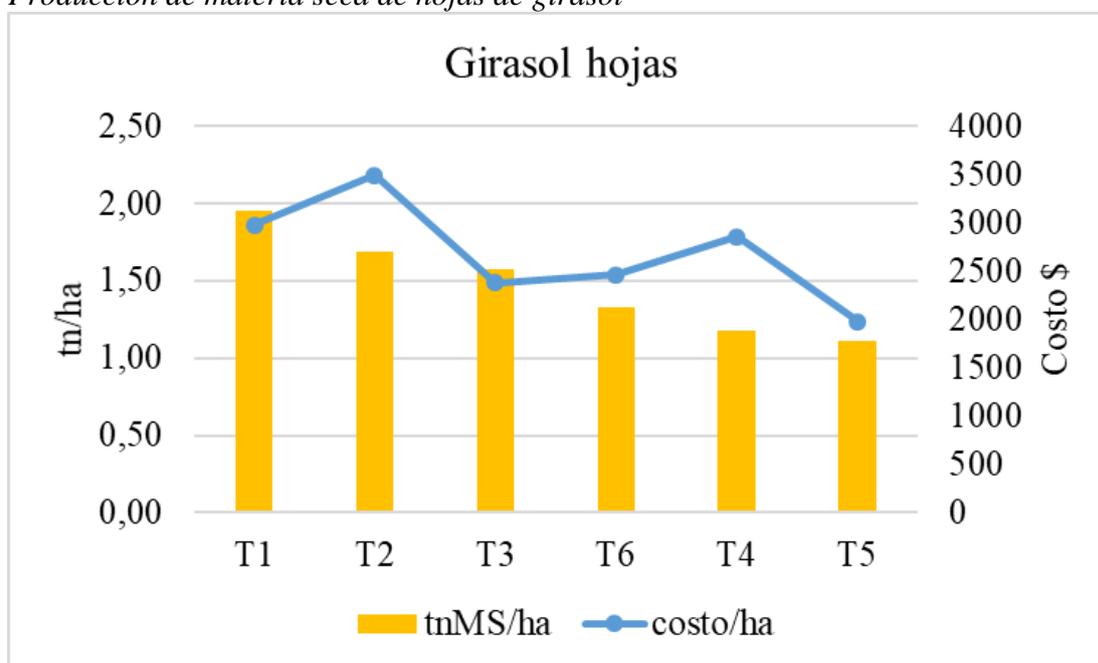
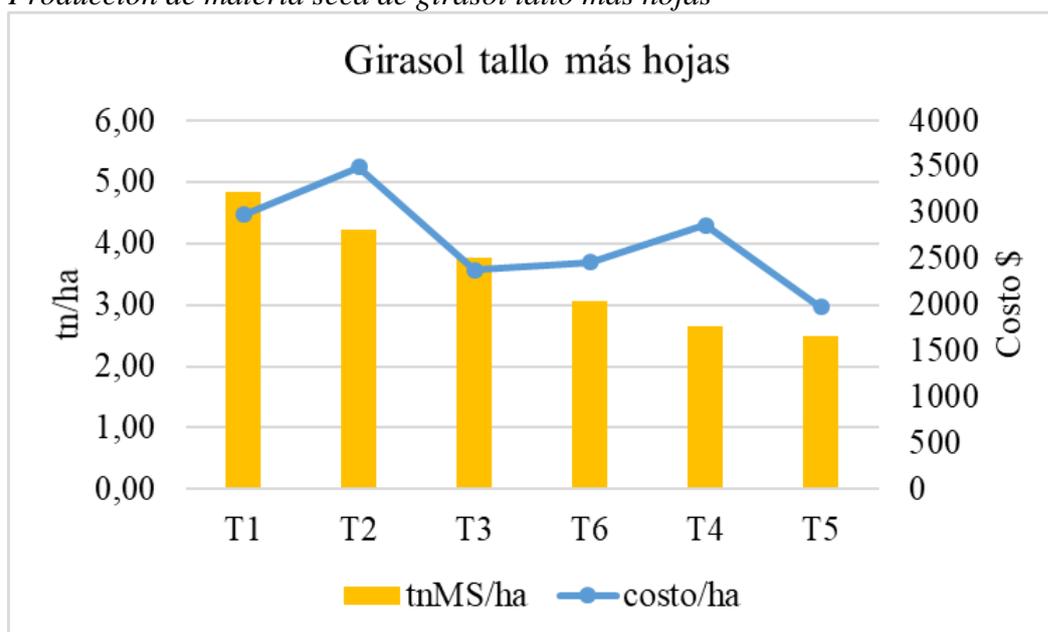


Figura 15*Producción de materia seca de girasol tallo más hojas*

Escalante et al., (2008) expone que la menor densidad de su investigación 7.5 plantas/m² produce menos materia seca la cual registra 2.6 tn.ha⁻¹, conforme se incrementa la densidad también se incrementa la producción de materia seca puesto que con 15 plantas/m² se produce 3.3 tn.ha⁻¹ en lo que respecta a producción de materia seca para hojas. Asimismo, en la producción de materia seca para tallo más hojas la mayor producción obtuvo la densidad 15 plantas/m² que registró 9.5 tn.ha⁻¹, la menor producción obtuvo un valor de 7.4 tn.ha⁻¹ para la densidad 7.5 plantas/m². La diferencia de los resultados con esta investigación se debe a los días de corte ya que Escalante (2008) realizó a los 55 dds.

4.10 CONTENIDO NUTRICIONAL

Para determinar el contenido nutricional se realizó dos análisis bromatológicos del girasol como lo detalla la tabla 12; un análisis exclusivo de las hojas de girasol y otro análisis de tallo más hojas; se ejecutó en el laboratorio de bromatología del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en la estación experimental Santa Catalina a los 66 días después de la siembra dándonos como resultado lo siguiente;

Tabla 12*Análisis bromatológico del girasol hojas y tallo más hojas*

Humedad %	Cenizas %	E.E. %	Proteína %	Fibra %	E.L.N. %	E.B. Mcal/kg	Identificación
86,62	9,52	1,87	25,71	13,75	49,15	3,32	Hojas
90,15	10,08	2,11	17,54	19,43	50,84	3,09	Tallo más hojas

A continuación, en la tabla 13 se detalla la composición nutricional de varios forrajes .

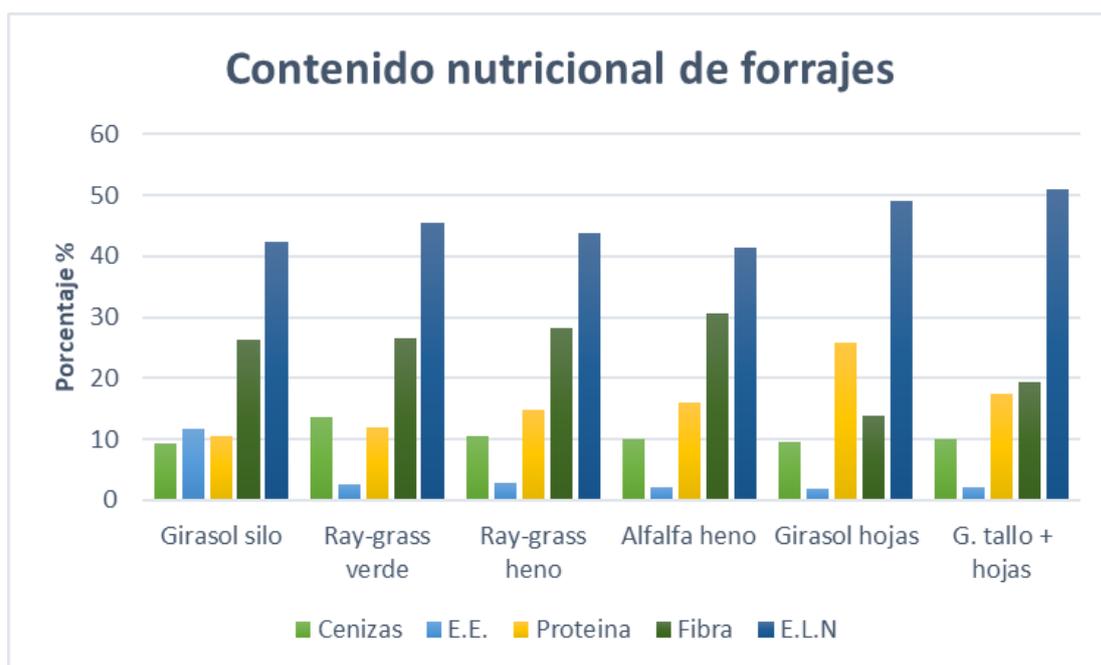
Tabla 13
Composición nutricional de otros forrajes

Identificación	MS %	Humedad %	Cenizas %	E.E. %	Proteína %	Fibra %	E.L.N %	E.B. Mcal/ kg
Girasol silo	22.5	77.5	9.33	11.60	10.50	26.2	42.37	3.34
Ray-grass verde	26.1	73.9	13.5	2.56	12.0	26.6	45.34	2.68
Ray-grass heno	89.1	10.9	10.5	2.8	14.7	28.3	43.7	2.74
Alfalfa heno	90.4	9.6	10.10	2	15.9	30.6	41.4	2.61

Fuente: (Federación Española de Nutrición Animal [FEDNA], 2016).

En la figura 16 se representa a continuación los resultados de los análisis bromatológicos de diferentes forrajes, dando como resultado las hojas de girasol con mayor cantidad de proteína; lo que le convierte en una fuente de forraje proteica.

Figura 16
Contenido nutricional



Según FEDNA (2016) reporta que la proteína de heno de alfalfa es 15.9%, siendo un valor inferior a esta investigación puesto que la proteína de las hojas de girasol esta en 25.71% y girasol tallo más hojas tiene 17.54%; considerando que los datos del análisis nutricional que reporta el girasol son a los 66 días. Los resultados muestran que el silo de girasol posee un alto contenido de E.E. por la forma de elaboración del mismo que es con la planta madura. Con lo relacionado a fibra bruta los valores del girasol en la investigación son menores a los otros forrajes, debido a que el girasol en estudio fue evaluado a los 66 dds.

Esta investigación registra 17.54% de proteína cruda en girasol tallo más hojas de acuerdo a la comparación con la investigación de Flores (2022) que registra una proteína del 16.34% en heno de alfalfa; siendo la proteína del girasol más alta. Estos resultados, comparados con otros forrajes tradicionales demuestra que el girasol forrajero presenta una composición nutritiva buena para consumo de forraje verde o seco.

La mayoría de las proteínas contenidas en los forrajes son específicas de la especie como lo detalla en la tabla 14 a continuación, y por ende su valor biológico es distinto en cada una de las especies forrajeras. El contenido de proteínas en los forrajes se ve afectado por diversos factores de la planta como son la prefloración y floración; época de invierno o verano, tipo de suelo.

Tabla 14

Contenido de proteína de mezclas forrajeras de la sierra en invierno y verano

Origen de la mezcla forrajera	Proteína bruta %	
	Invierno	Verano
Nueva Zelanda Ray-grass 90% y trébol blanco 10%	20,8	16,7
USA Ray-grass 90% y trébol blanco 10%	20,7	12,9
Nacional Ray-grass Pichincha	17,1	14,3

Fuente: (León, 2018).

Según Bonifaz y Gutiérrez (2013) indican que la proteína es importante en la alimentación de los animales, así como también puede afectar la producción de los mismos; cuando las cantidades de nitrógeno en el forraje no son suficientes para llenar los requerimientos del animal hay ocasiones que se debe suministrar proteína complementaria en los concentrados o nitrógeno no protéico (urea), cabe recalcar que en pastos jóvenes o en variedades tetraploides puede haber exceso de proteína.

Por otra parte, León (2018) menciona que el Ray-grass Pichincha en época de verano registra 14.3% de proteína, siendo este valor menor a lo registrado en la presente investigación; puesto que el girasol forrajero como planta completa registra 17.54% de proteína y solo hojas presenta el 25.71%.

4.11 ANÁLISIS DE COSTOS

En la tabla 15 a continuación se presenta los costos de establecimiento y producción de materia seca del girasol.

Tabla 15
Análisis de costos

Tratamiento	Plantas/m ²	Producción kgMV/ha	Producción kgMS/ha	Costo/ha	Costo/kg MV	Costo/kgMS
T1	6,5	53822,22	4849,38	2977	0,06	0,61
T2	6,5	46800	4216,68	3496,63	0,07	0,83
T3	5	41877,77	3773,19	2377	0,06	0,63
T6	4	34055,55	3068,41	2461,63	0,07	0,80
T4	5	29455,55	2653,95	2861,63	0,10	1,08
T5	4	27655,55	2491,77	1977	0,07	0,79

Los costos de producción de los diferentes tratamientos se obtuvieron en base a los valores que implicó la semilla, fertilizante, preparación del terreno, labores culturales, entre otros; proyectados a una hectárea y para mejor comprensión se los transformó a costo/kgMS.

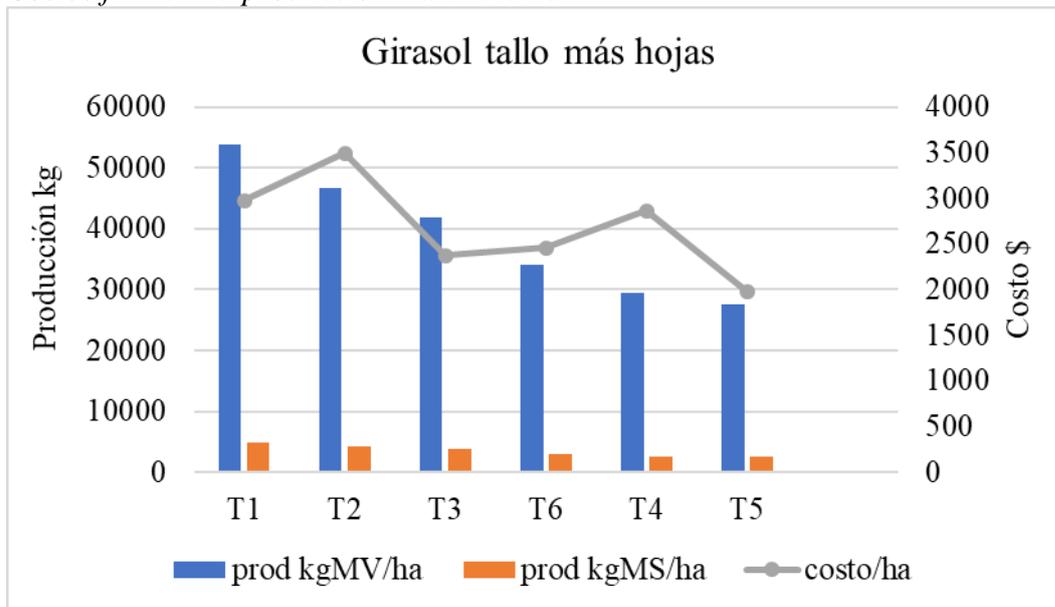
El costo de las semillas de girasol frente a gramíneas y leguminosas de mayor uso en ganadería es más alto en un 77.5%; ya que el valor de semilla importada de gramíneas y leguminosas para una hectárea de pradera está alrededor de \$450 Agrícola San Blas (2022) mientras que el costo de la semilla de girasol para una hectárea está en \$2000.

En esta investigación el T1 registra un costo \$0.61/kg/MS frente a los cubos de alfalfa que tienen un valor de \$0.57 kg/MS. La ventaja del girasol forrajero frente al cultivo de maíz forrajero es que en un año se puede producir 5.5 ciclos de girasol, mientras que el maíz 2.4 ciclos/año.

Los costos de producción varían de acuerdo al tratamiento manejado, debido a que se trabajó con fertilización química y orgánica; sin embargo, los costos no difieren de la producción obtenida como se observa en la figura 17.

Figura 17

Costos frente a la producción materia verde



V CAPÍTULO

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Para el desarrollo agronómico del cultivo en los tratamientos implementados en esta investigación no tuvieron influencias determinantes, salvo aquellas propias del desarrollo fenológico de la especie vegetal; se empieza a obtener evidencia de la injerencia de la fertilización o la densidad en variables como longitud de hoja y diámetro del tallo, en donde destaca la fertilización química, el tratamiento T1, registró altura de planta 1.30 m, número de hojas 23, diámetro del tallo 2.6 cm y como respuesta a esto mayor producción de biomasa.
- En el cultivo de girasol forrajero la densidad de siembra incide en la producción de materia verde, interactuando directamente con el tipo de fertilización, siendo el abonamiento químico el que obtuvo los valores más elevados, puesto que con densidad de 6.5 plantas/m² la producción es 53.82 tn.ha⁻¹, mientras que con 4 plantas/m² se registró 27.65 tn.ha⁻¹ existiendo una diferencia de 26.17 tn esto representa un 48.62 % de diferencia entre estos tratamientos.
- Con referencia al contenido nutricional de las hojas frente al tallo más hojas se concluye que la proteína contenida en las hojas supera en 8 puntos porcentuales frente a los contenidos de tallo más hojas, el contenido de fibra en cambio supera en 6 puntos porcentuales tallos más hojas frente a solo hojas.
- El costo más alto por kg de MS fue \$1.08 con el tratamiento T4 5 plantas/m² con fertilización orgánica, frente al costo de \$0.61/ kg MS del tratamiento T1 que fue 6.5 plantas/m² con fertilizante químico. Estos costos son altos por el alto valor de la semilla en el mercado, llegando a constituir el 75% de todos los costos de producción.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones complementarias al presente estudio con densidades de siembra superiores a 6.5 plantas/m² para confirmar la relación entre el volumen de producción o proporcionalidad de forraje con el aumento de la densidad.
- Promover estudios que analicen el método de siembra de forma indirecta y directa para esclarecer parámetros como la profundidad de la semilla y optimización de la misma, puesto que este rubro es uno de las más importantes en el costo de producción.
- Investigar la siembra del girasol forrajeo de manera escalonada en diferentes meses del año para implantar un calendario de aprovechamiento sucesivo de este recurso forrajero y evitar desabastecimientos que podrían poner en riesgo la producción animal.
- Estudiar posibilidades y alternativas para rotación y asociación de cultivos con la siembra del girasol forrajero, para diversificar la alimentación de ganado bovino y preservar las características saludables del suelo agrícola.
- Estudiar procesos para ensilaje de girasol forrajero determinando el estado agronómico y humedad óptima, para aprovechar y elevar al máximo los valores nutricionales de este recurso forrajero.

VI REFERENCIAS

- Agrícola San Blas. (2022). *Costos de semillas de pastos*. Ibarra.
- Aguilar-García, L., Escalante-Estrada, J. A., Fucikovsky-Zak, L., Tijerina-Chávez, L., & Mark Engleman, E. (2005). Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. Chapingo, México: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C.
- Alba, A., y Llanos, M. (2013). El cultivo del girasol. Madrid-España.: Mundi-Prensa.
- Albeiro, C., Izquierdo, N., & Aguirrezábal, L. (2015). Sunflower Crop Physiology and Agronomy. En *Sunflower: Chemistry, Production, Processing, and Utilization* (pág. 53).
- Ali, A., & Noorka. IR. (2013). Nitrogen and phosphorus management strategy for better growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrid. Soil Environment.
- Ali, A., Ahmad, A., Khaliq, T., & Akhtar, J. (2012). Fenología y el rendimiento de girasol (*Helianthus annuus* L) híbridos como afectados mediante la variación de la distancia entre plantas y los niveles de nitrógeno bajo condiciones áridas de semi de Sargodha,. 64 (2). Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26342/1/Tesis-168%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20510.pdf>
- Angueta, V. (2012). Adaptación de cuatro híbridos de girasol (*Helianthus annuus* L.) en la finca Vanessita del cantón La Maná, año 2011. En T. d. Grado, *Universidad Técnica de Cotopaxi*. (pág. 88 p). La Maná-Ecuador.
- AOAC INTERNATIONAL. (2006). *Official Methods of Analysis* (18th ed.). (W. Horwitz, & G. Latimer, Edits.) Estados Unidos .
- Arenas-Julio YR, E.-E. J.-G.-M. (2021). Rentabilidad y rendimiento de girasol en función del tipo de suelo, nitrógeno y biofertilizante. Biotecnia. Obtenido de <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i1.1284>
- Ávila, N. (26 de Junio de 2009). *Manual para el cultivo de girasol*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA. Serie B – N° 20. Araure, Venezuela. Obtenido de http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/noperiodicas/pdf/Manual%20de%20girasol_dgtl.pdf

- Awais, M., Wajid, A., Ahmad, A., & Bakhsh, A. (2013). Aplicación de la distancia entre plantas y nitrógeno estrecha mejora de girasol (*Helianthus annuus* L.) de la productividad. *Journal of Science*.
- Benzie, I., & Strain, J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76. doi:10.1006/abio.1996.0292
- Bonifaz, N. y Gutiérrez, F. (2013). *Correlación de niveles de úrea en leche con características físico-químicas y composición nutricional de dietas bovinas en ganaderías de la provincia de Pichincha*. La Granja.
- Carmigniani Guerra, C. (2017). Evaluación agronómica de cinco distanciamientos de siembra en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.)” en la zona de Pangua. Quevedo: UTEQ.
- Carrillo, C. J. (2020). Caracterización morfológica y análisis de crecimiento de tres variedades de girasol (*Helianthus annuus* L.) para flor de corte. En *Trabajo de titulación para optar al Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador*. Quito.
- Casanova, L. S. (2012). Evaluación de cuatro densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja arbustiva (*Pisum sativum* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 29(2): 129-140 .
- Collaguazo, Y. y. (2012). Evaluación agronómica del cultivo de girasol ornamental (*Helianthus annuus*) variedad Sunbright a la fertilización combinada química y orgánica en la parroquia Checa, provincia de Pichincha. En *[Tesis de Grado. Universidad Estatal de Bolívar]* (pág. 131 p). Guaranda - Ecuador.
- "Comite Nacional Sistema-Producto". (27 de Noviembre de 2019). Obtenido de http://www.oleaginosas.org/cat_62.shtml
- Cutipa, M. (2007). Efecto del distanciamiento entre surcos y plantas sobre la producción de forraje de girasol silvestre (*Helianthus annuus* L.) en el Altiplano de Puno. En *Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica*. Puno, Perú.
- Escalante, L., Escalante, Y., & Linzaga, C. (2008). Densidad de siembra del girasol forrajero. *Costarricense, Agronomía* 32(2):177-182 pp.
- Escalante-E., Yolanda, Imelda*, Escalante-E., J. Alberto, Escalante E., L, Enrique. (2015). Producción del girasol (*Helianthus annuus* L.) a diferentes densidades de

población cultivado en Chilpancingo, Guerrero, México. *Revista de Sistemas Experimentales*.

Escalante-Estrada JAS, Rodríguez-González, MT., Escalante-Estrada, YI. (2020).

Distribución de biomasa y rendimiento en cultivares de girasol en función de la densidad de población y nitrógeno. *Acta Agrícola y Pecuaria*. Obtenido de <https://doi.org/10.30973/aap/2020.6.0061002>

Escalante-Estrada, L. E., & Linzaga-Elizalde, Y. I.-E. (2007). La fertilización nitrogenada en el rendimiento del girasol en Mexico. *Agronomía Costarricense*.

Federación Española de Nutrición Animal [FEDNA]. (2016). *Contenidos nutricionales de forrajes*. España.

Fermagri. (2021). *Fermagri innovación en fertilizantes*. Obtenido de <http://www.fermagri.com/muriato-de-potasio-blanco.html>

Flores, N. (2022). evaluación del desarrollo de terneras holstein en la etapa de lactancia con la incorporación de heno y cubos de alfalfa (Medicago Sativa L.) en la hacienda Santa Mónica. Otavalo. En *[Tesis de Grado. Universidad Técnica del Norte]*.

GAD Parroquial Quiroga. (25 de junio de 2021). Obtenido de <http://www.gad-quiroga.gob.ec/inicio/quiroga/>

García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu*. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Alimentos, Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%C3%ADnez%20et%20al.pdf?sequence=1>

Gómez-Arnau, J. (2020). El cultivo de girasol. *Hojas divulgadoras*.

Gutierrez, N. (2014). Agricultura y Desarrollo Rural. Obtenido de Manejo Técnico para el girasol <https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-agricola-hortofruticola-e-inocuidad/568>

Huaranca, M. C. (2015). Fechas de siembra sobre la producción de forraje de girasol (*Helianthus annuus* L.) en el Cip Illpa-Puno.

Infoagro. (11 de Noviembre de 2014). Obtenido de El cultivo del girasol. (En línea). : <http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/girasol3.htm>.

- INTAGRI. (2020). Fertilizantes nitrogenados; Urea. *Intagri-Artículos de agronomía*, Núm. 140, 4. Recuperado el 25 de 03 de 2022, de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/fertilizantes-nitrogenados-urea>
- León, R. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas* (Vol. 1). Quito: Editorial Universitaria Abya-Yala.
- LG Seeds. (2020). Apuntes técnicos girasol: Densidad óptima de siembra del girasol. Recuperado el 20 de Abril de 2022, de <https://www.lgseeds.es/blog/apuntes-tecnicos-girasol-densidad-optima-de-siembra-del-girasol/>
- López, B. E. (2021). Evaluación del comportamiento fenotípico y agronómico de ocho variedades de girasol (*Helianthus annuus* L.) en el cantón Machala.
- MegagroStore. (2019). *MegagroStore*. Obtenido de <https://megagro.com.ec/product/eco-abonaza/>
- Mena Lorenzo Jorge Luis, D. P., Díaz Pita Andres Loreto y Aguilar Díaz Raudel. (2018). Efecto de la densidad de población en el desarrollo y distribución de la biomasa del girasol, variedad Caburé – 15. *Revista de Ciências Agrárias*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2019). *Girasol*. Obtenido de Recuperado el 19 de abril del 2022 <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658girasol.pdf>
- Neri, J. (2015). Aplicación de diferentes dosis de fertilización y agua residual tratada en la producción de girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) ‘Sunny Smile’ en maceta. En T. d. Grado, *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. (pág. 69 p). Saltillo-México.
- nutriNews, I. R. (2019). *Comportamiento del girasol como alimento en dietas de vacas lecheras*.
- Ortega, A. G. (2017). Evaluación de híbridos de girasol (*Helianthus annuus* L.) en régimen de temporal en el Valle del Mezquital, Hidalgo. Hidalgo, México: INIFAP.
- Palacio-Roman y Agudelo-Escobar, S. A. (2020). Desarrollo del girasol (*Helianthus annuus* L.) con aplicación de codornaza bajo distintas láminas de riego.
- Pérez, Reinaldo Alemán., Rodríguez, Mirian Daniel., García, Sinesio Torres., Ramos, Reinaldo Quiñones., Ruiz, Oscar Alonso. (2008). *Influencia del espesor del tape de las semillas sobre el proceso de germinación y desarrollo fisiológico de las plántulas de girasol (Hrlianthus annuus L.)*. Cuba.

Ribeiro, L., Gonçalves, L., Rodríguez, N., & Ribeiro, T. (2007). *Ensilaje de girasol como opcion forrajera*. Obtenido de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/161427/1/OPB1719.pdf>

Rodríguez, A., Gómez, R., Barrón, R., Benito, Martínez, & Escamilla, G. (2017). Evaluación de híbridos de girasol (*Helianthus annuus* L.) en régimen temporal en el Valle del Mezquital, Hidalgo. México: México. Obtenido de <http://www.upfim.edu.mx/investigacion/doc/libros/GirasolHelianthus.pdf>

Tenesaca, C. (2015). Fenología y profundidad radical del cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) var. Sunbright en el sector Querochaca, Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua. Ambato. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10401/1/Tesis-97%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agon%C3%B3mica%20-CD%20320.pdf>

Turkheimer, E. y. (2019). Analisis de crecimiento en 7 variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Psychological Bulletin*.

Zambrano, P. (2019). *Agrotendencia.tv*. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivo-de-girasol/>

VII GLOSARIO DE TÉRMINOS

DDS: Días después de la siembra

MV: Materia verde

MS: Materia seca

FV: Forraje verde

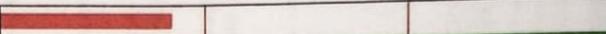
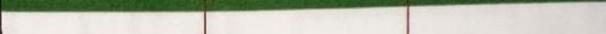
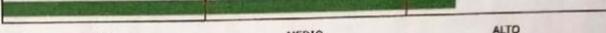
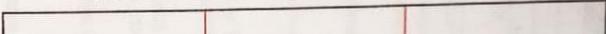
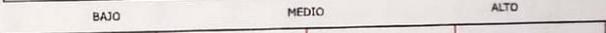
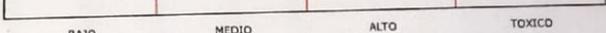
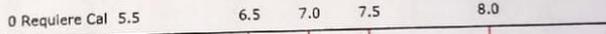
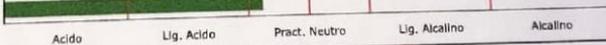
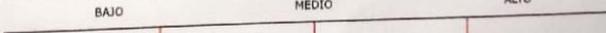
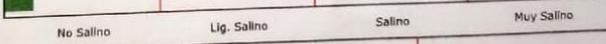
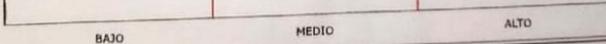
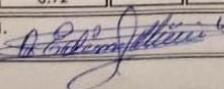
VIII ANEXOS

ANEXO 1 Análisis de suelo



LABONORT

LABORATORIOS NORTE
Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS			
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre: KARLA ARANA		Provincia: Imbabura	
Ciudad:		Cantón: Cotacachi	
Teléfono: 0991949043		Parroquia: Quiroga	
Fax:		Sitio: Quiroga	
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO	
Sitio: Quiroga		Nro Reporte.: 10177	
Superficie:		Tipo de Análisis: Elemental	
Número de Campo: Lote 1		Muestra: Suelo, lote 1	
Cultivo Actual:		Fecha de Ingreso: 2021-04-14	
A Cultivar: Girasol		Fecha de Reporte: 2021-04-22	
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	25.00	ppm	
P	57.89	ppm	
S		ppm	
K	0.23	meq/100 ml	
Ca	4.87	meq/100 ml	
Mg	1.62	meq/100 ml	
Zn		ppm	
Cu		ppm	
Fe		ppm	
Mn		ppm	
B		ppm	
pH	6.62		
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
Ce	0.360	mS/cm	
MO		%	
Ca	Mg	Ca+Mg	(%)
Mg	K	K	Sum Bases
3.01	7.04	28.22	6.72
%	ppm	(%)	Clase Textural
NTot	Cl	Arena	Limo
			Arcilla
Dr. Quim. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio 			
			

ANEXO 3 *Limpieza del terreno*



ANEXO 2 *Preparación del terreno*



ANEXO 5 *Delimitación del terreno*



ANEXO 4 *Delimitación del terreno*



ANEXO 6 *Parcelas delimitadas*



ANEXO 8 *Implementación de letreros*



ANEXO 7 *Riego de parcelas*



ANEXO 9 *Siembra de girasol forrajero*



ANEXO 10 *Abono orgánico Eco Abonaza*



ANEXO 12 *Abono químico 0-0-60*



ANEXO 11 *Fertilizante químico 46-0-0*



ANEXO 14 *Germinación del girasol*



ANEXO 13 *Revisión del cultivo*



ANEXO 16 *Presencia de insectos en el cultivo*



ANEXO 15 *Cultivo de girasol*



ANEXO 18 *Presencia de botón floral*



ANEXO 17 *Medición de la altura de la planta*



ANEXO 20 Cosecha del girasol



ANEXO 19 Apartar las hojas del tallo para pesar



ANEXO 22 Tallos para pesar



ANEXO 21 Tallos pesados



ANEXO 23 hojas para pesar



ANEXO 24 Análisis bromatológico del girasol

MC-LSAIA-2201-05

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTlfa. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340					
	INFORME DE ENSAYO No: 21-0203					
NOMBRE PETICIONARIO:	**Srta. Carla Esthela Arana Arias		INSTITUCION:	**Universidad Técnica del Norte		
DIRECCION:	Imbabura		ATENCION:	**Srta. Carla Esthela Arana Arias		
FECHA DE EMISION:	03/09/2021		FECHA DE RECEPCION.:	30/08/2021		
FECHA DE ANALISIS:	Del 30 de agosto al 03 de septiembre de 2021		HORA DE RECEPCION:	13H30		
			ANALISIS SOLICITADO	**Proximal		

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω	E.E. ^Ω	PROTEÍNA ^Ω	FIBRA ^Ω	E.L.N. ^Ω	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
21-0833	86,62	9,52	1,87	25,71	13,75	49,15	Girasol hojas
21-0834	90,15	10,08	2,11	17,54	19,43	50,84	Girasol tallo más hojas

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME



Elaborado y validado por:
IVAN RODRIGO SAMANIEGO MAIGUA

Dr. Iván Samaniego, MSc.
 RESPONSABLE TÉCNICO



Elaborado y validado por:
BLADIMIR EFRAIN ORTIZ RAMOS

Ing. Bladimir Ortiz
 RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. La información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, esta dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

ANEXO 25 Costos de producción T2

T2 (D1FO)				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Análisis de suelo		25	25
3	Preparación del terreno (arado, rastra, surcado)	horas	20	60
3587,5	Fertilizante orgánico (N 2.73%; P 1.75%; K 3.63%; M.O 61.52%)	Kg	0,19	681,63
65000	Semilla girasol forrajero	unidad	0,04	2600
2	Mano de obra siembra	jornal	15	40
2	Mano de obra riego	jornal	15	30
2	Mano de obra aporque	jornal	15	30
2	Mano de obra deshierbe	jornal	15	30
			TOTAL	3496,63

ANEXO 26 Costo de producción T6

T6 (D3FO)				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Análisis de suelo		25	25
2	Preparación del terreno (arado, rastra, surcado)	horas	20	40
3587,5	Fertilizante orgánico (N 2.73%; P 1.75%; K 3.63%; M.O 61.52%)	Kg	0,19	681,625
40000	Semilla girasol forrajero	unidad	0,04	1600
1	Mano de obra siembra	jornal	15	40
1	Mano de obra riego	jornal	15	15
2	Mano de obra aporque	jornal	15	30
2	Mano de obra deshierbe	jornal	15	30
			TOTAL	2461,63

ANEXO 27 Costos de producción T3

T3 (D2FQ)				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Análisis de suelo		25	25
2	Preparación del terreno (arado, rastra, surcado)	horas	20	40
100	Abono químico 0-0-60	Kg	1,05	105
80	Abono químico 46-0-0	Kg	1,15	92
50000	Semilla girasol forrajero	unidad	0,04	2000
1	Mano de obra siembra	jornal	15	40
1	Mano de obra riego	jornal	15	15
2	Mano de obra aporque	jornal	15	30
2	Mano de obra deshierbe	jornal	15	30
			TOTAL	2377,00

ANEXO 28 Costos de producción T4

T4 (D2 FO)				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Análisis de suelo		25	25
2	Preparación del terreno (arado, rastra, surcado)	ha	20	40
3587,5	Fertilizante orgánico (N 2.73%; P 1.75%; K 3.63%; M.O 61.52%)	Kg	0,19	681,63
50000	Semilla girasol forrajero	unidad	0,04	2000
1	Mano de obra siembra	ha	15	40
1	Mano de obra riego	ha	15	15
2	Mano de obra aporque	ha	15	30
2	Mano de obra deshierbe	ha	15	30
			TOTAL	2861,63

ANEXO 29 Costos de producción T1

T1 (D1FQ)				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Análisis de suelo		25	25
2	Preparación del terreno (arado, rastra, surcado)	ha	20	40
100	Abono químico 0-0-60	Kg	1,05	105
80	Abono químico 46-0-0	Kg	1,15	92
65000	Semilla girasol forrajero	unidad	0,04	2600
1	Mano de obra siembra	ha	15	40
1	Mano de obra riego	ha	15	15
2	Mano de obra aporque	ha	15	30
2	Mano de obra deshierbe	ha	15	30
			TOTAL	2977,00

ANEXO 30 Costos de producción T5

T5 (D3FQ)				
CANTIDAD	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Análisis de suelo		25	25
2	Preparación del terreno (arado, rastra, surcado)	ha	20	40
100	Abono químico 0-0-60	Kg	1,05	105
80	Abono químico 46-0-0	Kg	1,15	92
40000	Semilla girasol forrajero	unidad	0,04	1600
1	Mano de obra siembra	ha	15	40
1	Mano de obra riego	ha	15	15
2	Mano de obra aporque	ha	15	30
2	Mano de obra deshierbe	ha	15	30
			TOTAL	1977,00