

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“FECHAS DE SIEMBRA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE
DE GIRASOL (*Helianthus annuus* L.) EN EL CIP ILLPA – PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

MARIO CRUZ HUARANCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO
MENCIÓN: AGRONEGOCIOS

PUNO – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“FECHAS DE SIEMBRA SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE GIRASOL
(*Helianthus annuus* L.) EN EL CIP ILLPA – PUNO”

TESIS

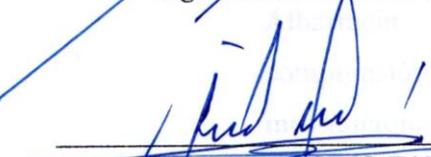
PRESENTADA POR:
MARIO CRUZ HUARANCA

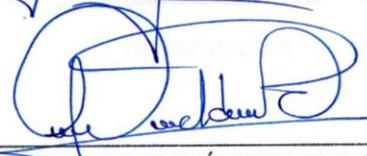
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO
MENCIÓN: AGRONEGOCIOS

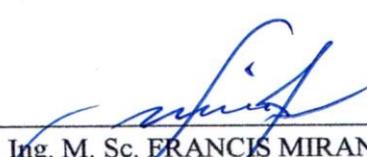
FECHA DE SUSTENTACIÓN: 30 DE DICIEMBRE DEL 2015

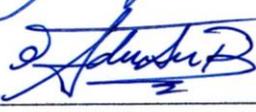
APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE : 
Ing. M. Sc. JUAN LARICO VERA

PRIMER MIEMBRO : 
Dr. JUAN GREGORIO ZAPANA PARI

SEGUNDO MIEMBRO : 
Ing. Mg. Ag. MARILÚ CHANINI QUISPE

DIRECTOR DE TESIS : 
Ing. M. Sc. FRANCIS MIRANDA CHOQUE

ASESOR DE TESIS : 
Ing. ADOLFO SUASACA BELIZARIO

PUNO – PERÚ
2015

AREA: CIENCIAS AGRICOLAS

TEMA: MANEJO DE PASTIZALES Y CULTIVOS FORRAJEROS

DEDICATORIA

A mis queridos padres Natalio y Patricia Pastora, con eterna gratitud e intenso cariño que me supieron orientar en mis estudios, por el ejemplo y múltiples sacrificios, que hicieron posible para el logro de mi profesión.

A mis queridos hermanos Luciano Lucho, Cesar, Braulio por sus constantes alientos y consejos.

A mi querida esposa Nelly Albarracín por toda su comprensión y apoyo incondicional que me dio para la realización de mi trabajo de investigación.

A mi querida hija Damaris Luana por llenar mi vida de alegría y darme fortalezas para poder salir adelante y enfrentarme a todas las dificultades de la vida.

MARIO.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, en especial a los docentes de la escuela Profesional de Ingeniería Agronómica por sus enseñanzas vertidas.

Al Ing. Ricardo Josué CUTIPA QUENAYA por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo de investigación.

Al Ing. Adolfo SUASACA BELIZARIO, asesor de tesis, por su colaboración en la realización del presente trabajo de investigación.

A los señores docentes y personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus sabias enseñanzas durante mi formación profesional.

MARIO.

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	11
ABSTRACT.....	12
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	15
2.1. MARCO TEÓRICO	15
2.1.1. Origen e historia del girasol	15
2.1.2. Ubicación taxonómica	15
2.1.3. Morfología.....	16
2.1.4. Fases del crecimiento de girasol	18
2.1.5. Labores culturales.....	21
2.1.5.1. Preparación del terreno.....	21
2.1.5.2. Suelo.....	22
2.1.5.3. Semilla.....	23
2.1.5.4. Siembra.....	23
2.1.5.5. Densidad de siembra	24
2.1.5.6. Época de siembra	25
2.1.5.7. Fertilización.....	27
2.1.5.8. Requerimiento de agua.....	27
2.1.5.9. Manejo de pestes	27
2.1.6. Cosecha.....	28
2.1.7. Obtención de forraje	28
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	29
2.2.1. Abono orgánico	29
2.2.2. Biomasa	29
2.2.3. Cereales forrajeros.....	29
2.2.4. Densidad	29
2.2.5. Forraje.....	30
2.2.6. Henificación	30
2.2.7. Pasturas.....	30
2.2.8. Siembra pura.....	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31

3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	31
3.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	31
3.3. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA	31
3.4. ANÁLISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL	34
3.5. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	34
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	35
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL	36
3.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	37
3.8.1. Preparación del terreno.....	37
3.8.2. Marcado de parcelas	37
3.8.3. Siembra.....	37
3.8.4. Riego.....	38
3.8.5. Escarda	38
3.8.6. Presencia de malezas	38
3.8.7. Cosecha de forraje verde de girasol.....	38
3.9. ESTIMADO ECONÓMICO	39
3.9.1. Costo total (CT).....	39
3.9.2. Ingreso total (IT).....	39
3.9.3. Beneficio neto.....	39
3.9.4. Beneficio costo o rentabilidad.....	39
3.9.5. Índice de rentabilidad	39
3.10. OBSERVACIONES REALIZADAS	40
3.10.1. Emergencia de plántulas de girasol según tratamiento.....	40
3.10.2. Presencia de plagas y enfermedades.....	40
3.10.3. Análisis bromatológico.....	40
3.11. VARIABLES DE RESPUESTA	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1. ALTURA DE PLANTA DE GIRASOL.....	42
4.1.1. Análisis de varianza para altura de planta evaluada a los 30, 60, 90 y 120 días.....	42
4.1.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamiento (fechas de siembra)	43
4.2. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA	44

4.2.1. Análisis de varianza para número de hojas evaluada a los 30, 60, 90 y 120 días.....	44
4.2.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamiento a los 120 días.....	45
4.3. DIÁMETRO DEL TALLO	46
4.3.1. Análisis de varianza para diámetro de tallo.....	46
4.3.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos.....	47
4.4. NÚMERO DE FLORES.....	47
4.4.1. Análisis de varianza para número de flores por planta.....	47
4.4.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos.....	48
4.5. PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE	48
4.5.1. Análisis de varianza para producción de forraje verde de girasol.....	48
4.5.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos.....	49
4.6. PRODUCCIÓN DE FORRAJE SECO DE GIRASOL	50
4.6.1. Análisis de varianza para producción de forraje seco de girasol.....	50
4.6.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos.....	51
4.7. ESTIMADO ECONÓMICO	51
CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Población (plantas/ha) de acuerdo a las distancias y al porcentaje de emergencia (miles de plantas)	25
Tabla 2. Respuesta del girasol según a la época de siembra.....	26
Tabla 3. Distancia y vías de acceso	31
Tabla 4. Temperatura y precipitación pluvial correspondientes a la campaña agrícola (2014-2015) y promedio de 10 años (2004-2013).....	32
Tabla 5. Análisis físico-químico del suelo experimental (Campaña agrícola 2014-2015).....	34
Tabla 6. Tratamientos en estudio en cultivo de girasol	35
Tabla 7. Análisis de variancia (ANVA).....	35
Tabla 8. Análisis bromatológico de forraje verde de girasol	41
Tabla 9. Cuadrados medios y significancia sobre altura de planta evaluadas a los 30, 60, 90, y 120 días.....	43
Tabla 10. Prueba de rango múltiple de Duncan para altura de planta a los 30, 60, 90 y 120 días.	44
Tabla 11. Cuadrados medios y significancia sobre número de hojas por planta evaluadas a los 30, 60, 90, y 120 días.	45
Tabla 12. Prueba de rango múltiple Duncan para tratamientos evaluadas a los 120 días.	46
Tabla 13. Análisis de variancia para diámetro de tallo.....	46
Tabla 14. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos.	47
Tabla 15. Análisis de variancia de número de flores por planta.....	48
Tabla 16. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos	48
Tabla 17. Análisis de variancia para producción de forraje verde.....	49
Tabla 18. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos.	49
Tabla 19. Análisis de variancia para producción de forraje seco de girasol.....	50
Tabla 20. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos.	51
Tabla 21. Indicadores económicos de rentabilidad.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tamaño de las semillas de girasol por grados.....	23
Figura 2. Temperaturas (Campaña agrícola 2014-2015 y normal 2004-2013).	33
Figura 3. Precipitación pluvial (Campaña agrícola 2014-2015 y normal 2004-2013)...	33
Figura 4. Características de la parcela	37
Figura 5. Inicio del marcado del terreno del tratamiento S1, 25 de octubre del 2014..	76
Figura 6. Inicio de la siembra del tratamiento S1, 25 de Octubre del 2014	76
Figura 7. Inicio de emergencia del tratamiento S1, 14 de noviembre del 2014	77
Figura 8. Inicio de la siembra del tratamiento S2, 13 de noviembre del 2014	77
Figura 9. Inicio de la siembra del tratamiento S3, 03 de diciembre del 2014	78
Figura 10. Inicio de la siembra del tratamiento S4, 23 de diciembre del 2014	78
Figura 11. Inicio de la siembra del tratamiento S5, 12 de enero del 2015	79
Figura 12. Primer deshierbo de los tratamientos a los 90 días	79
Figura 13. Segundo deshierbo de los tratamientos a los 120 días	80
Figura 14. Fase de iniciación floral de los tratamientos S1 a los 118 días, S2 a los 127 días, S3 a los 90 días	80
Figura 15. Fase de la cosecha a los 163 días del tratamiento de la S1	81
Figura 16. Fase de la cosecha a los 148 días del tratamiento de la S2	81
Figura 17. Fase de la cosecha a los 111 días del tratamiento de la S3	82
Figura 18. Fase de la cosecha a los 98 días del tratamiento de la S4	82
Figura 19. Fase de la cosecha a los 90 días del tratamiento de la S5	83

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Base de datos para altura de plantas evaluadas a los 30 días	59
Anexo 2. Base de datos para altura de plantas evaluadas a los 60 días	59
Anexo 3. Base de datos para altura de plantas evaluadas a los 90 días	59
Anexo 4. Base de datos para altura de plantas evaluadas a los 120 días	60
Anexo 5. Base de datos para número de hojas por planta evaluadas a los 30 días.....	60
Anexo 6. Base de datos para número de hojas por planta evaluadas a los 60 días.....	60
Anexo 7. Base de datos para número de hojas por planta evaluadas a los 90 días.....	61
Anexo 8. Base de datos para número de hojas por planta evaluadas a los 120 días.....	61
Anexo 9. Base de datos de diámetro de tallo de girasol	61
Anexo 10. Base de datos de número de flores por planta de girasol	62
Anexo 11. Base de datos de producción de forraje verde de girasol (5m ²).....	62
Anexo 12. Base de datos de producción de forraje seco de girasol (5m ²).....	62
Anexo 13. Resultados de SPSS v23 para altura de planta evaluadas a los 30 días	63
Anexo 14. Resultados de SPSS v23 para altura de planta evaluadas a los 60 días	64
Anexo 15. Resultados de SPSS v23 para altura de planta evaluadas a los 90 días	65
Anexo 16. Resultados de SPSS v23 para altura de planta evaluadas a los 120 días	66
Anexo 17. Resultados de SPSS v23 para N° de hojas/planta evaluadas a los 30 días ...	67
Anexo 18. Resultados de SPSS v23 para N° de hojas/planta evaluadas a los 60 días ...	68
Anexo 19. Resultados de SPSS v23 para N° de hojas/planta evaluadas a los 90 días ...	69
Anexo 20. Resultados de SPSS v23 para N° de hojas/planta evaluadas a los 120 días ..	70
Anexo 21. Resultados de SPSS v23 para diámetro de tallos de girasol	71
Anexo 22. Resultados de SPSS v23 para número de flores por planta de girasol.....	72
Anexo 23. Resultados de SPSS v23 para producción de forraje verde de girasol.....	73
Anexo 24. Resultados de SPSS v23 para producción de forraje seco de girasol	74
Anexo 25. Costo de producción del cultivo de girasol con fines de producción de forraje verde	75
Anexo 26. Depreciación de herramientas y equipos.....	75
Anexo 27. Panel fotográfico	76
Anexo 28. Análisis de caracterización de suelos	84
Anexo 29. Informe de análisis de alimentos	85

RESUMEN

El experimento se realizó en la Región de Puno, específicamente en el distrito de Paucarcolla, en el Centro de Investigación y Producción Illpa de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, a una altitud 3831 msnm, entre los meses de octubre 2014 y abril 2015. Se ha identificado como problema la limitación de cultivos forrajeros conducidos en condiciones de secano. Los objetivos fueron: a) Comparar el efecto de las cinco fechas de siembra en la producción de forraje de girasol; b) Determinar el efecto de la cinco fechas de siembra en altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y número de flores c) Determinar la rentabilidad económica en la producción de forraje. Se utilizó el Diseño Bloque Completo al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 20 unidades experimentales. Las variables de respuesta fueron: altura de planta, número de hojas, diámetro de tallos a los 30, 60, 90, 120 y 150 días después de la siembra, producción de forraje y estimado económico del cultivo de forrajero de girasol. Los resultados obtenidos se concluyen: a) La mayor producción de forraje verde de girasol se logra al sembrar el 13 de noviembre (S2) con 41,560 kg/ha, seguido por la fecha de siembra 25 de octubre (S1) con 37,900. De igual manera los tratamientos (S2) y (S1) logran la mayor producción de forraje seco con 8,020 y 7,580.00 kg/ha. Respectivamente b) La mayor altura de planta a los 120 días después de la siembra fueron 113.05 y 103.80 cm, que corresponde a las fechas de siembra del 25 de octubre (S1) y 13 de noviembre (S2) respectivamente. En el mayor número de hojas sobresalen los tratamientos (S2) y (S1) logrando 28.05 y 25.80 hojas respectivamente. El mayor diámetro de tallo se logró en el tratamiento (S1) con 2.25 cm. Y el mayor número de flores por planta se encontró en el tratamiento (S1) con 4.75 flores. C) El estimado económico indica con el tratamiento S2 (25/10/2014) se obtiene el mayor beneficio neto que asciende a 3,082.40 Nuevos Soles y un índice de rentabilidad de 58.95%

Palabras clave: forraje, girasol, producción, puno, siembra.

**SOWING DATES ON PRODUCTION ED FODDER ED SUNFLOWER
(*Helianthus annuus L.*) IN THE CYTOCHROME CIP ILLPA – PUNO**

ABSTRACT

The experiment came true in the Region of Puno, specifically in the Agrarian district of Paucarcolla, in the fact-finding Center and Producción Illpa of the Faculty of Ciencias of the National University of the High Plateau, to an altitude 3831 msnm, between the months of October 2014 and April 2015. The limitation of forage crops driven in conditions of dry region has been identified like problem. Objectives were: To) Comparing the effect of the five sowing dates in the production of fodder of sunflower; B) Determining the effect from five sowing dates in in-house height, number of sheets, diameter of stem and number of flowers c) Determining the cost-reducing profitability in the production of fodder. The Complete random Design Bloque (DBCA) with 5 treatments and 4 repetitions were used, making out of a total 20 experimental units. Response variables were: In-house height, number of sheets, diameter from stems at 30 60, 90, 120 and 150 days after planting, production of fodder and cost-reducing estimate of the cultivation of fodder of sunflower. The obtained results conclude themselves: To) The bigger production of green meat of sunflower turns out well when sowing the November 13 (S2) with 41.560 kg there is, frequently for the sowing date October 25 (S1) with 37.900. In a similar way treatments (S2) and (S1) achieve the bigger production of dry fodder with 8.020 and 7.580,00 kg there is. Respectively b) The bigger in-house height at 120 days after planting 113,05 and 103,80 were CM, that it corresponds to the sowing dates of October 25 (S1) and November 13 (S2) respectively. In the major number of sheets treatments stand out (S2) and (S1) achieving 28,05 and 25,80 sheets respectively. The major diameter of stem CM turned out well in the treatment (S1) with 2,25. And the major number of flowers for plant was in the treatment (S1) with 4,75 flowers. C) The cost-reducing estimate suggests with the treatment S2 (25/10/2014) the major obtains net profit that amounts to 3.082,40 New Sunshines and a profitability index of 58,95 % himself

Keywords: fodder, sunflower, production, puno, planting.

I. INTRODUCCIÓN

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es una planta que pertenece a la familia de las Asteraceae, es originaria del continente americano, específicamente de la parte centro y norte de México, parte sur y oeste de los Estados Unidos de América, aunque también se encuentra en Canadá, Ecuador, Colombia y Perú, donde aún es posible encontrarlo en forma silvestre.

En la región del altiplano, se cuenta con un potencial en la crianza de ganado, las unidades familiares van mejorando su rebaño y a la vez presentan la tendencia a la capitalización del ganado, lo cual indudablemente crea la necesidad de contar con fuentes forrajeras a fin de cubrir las necesidades alimenticias del ganado en sus diversas clases; actualmente se cuenta con cultivos forrajeros muchos de los cuales exigen características particulares ambientales para su desarrollo y son limitados para la producción forrajera en condiciones de secano.

Sin embargo como una alternativa a la disponibilidad de forraje verde, se propone la siembra de girasol, por ser una especie rustica, que presenta un desarrollo foliar vigoroso, caracterizándose por presentar una tolerancia al frío y a los déficit de humedad del suelo; además, por el tamaño de la planta y la profundidad de la raíz, es posible su adaptación, por lo que puede ser promisorio para la producción de forraje verde en condiciones ambientales del Altiplano, como también para toda la Sierra Peruana, ubicada sobre los 3800 msnm, este cultivo no requiere de un manejo sofisticado, compite con malezas, no posee plagas y enfermedades de significancia económica, es resistente a los veranillos, a heladas severas de hasta 6° C bajo cero, se puede ensilar fácilmente, pudiéndose obtener un alimento de calidad con más del 12% de proteína, a la vez genera calorías en el ganado para los meses de friaje; y esto sumado a su alto rendimiento de 50 toneladas por hectárea de materia verde, en sólo aproximadamente 100 días.

En función a ello se plantearon los siguientes objetivos:

- a) Comparar el efecto de las cinco fechas de siembra en la producción de forraje de girasol en las condiciones ambientales del Altiplano de Puno.
- b) Determinar el efecto de las cinco fechas de siembra en altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y número de flores en las condiciones ambientales del altiplano de Puno.
- c) Determinar la rentabilidad económica en la producción de forraje de girasol.



II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Origen e historia del girasol

Ávila (2009) manifiesta que, el girasol es una planta anual originaria del continente americano, específicamente de la parte centro y norte de México, parte sur y oeste de los Estados Unidos de América, aunque también se encuentra en Canadá, Ecuador, Colombia y Perú, donde aún es posible encontrarlo en forma silvestre. Los españoles conocieron el girasol en México y Perú, durante la época de la conquista. Los ingleses y franceses, por su parte, lo recolectaron en América del Norte, de donde lo llevaron a sus respectivos países. Inicialmente, el girasol fue cultivado en Europa como flor ornamental y, en 1812, se reporta su uso con fines industriales en la producción de aceite.

Penichet, *et al* (1997), sostienen que el girasol es una planta anual de clima continental, muy rústico y poco exigente a abonos y fertilizantes, de crecimiento rápido y extraordinaria resistencia a la sequía. Es una planta de gran adaptación a diferentes condiciones de suelo y clima; además, es muy resistente al frío y a la salinidad, desarrollándose con pluviosidad de solo 250 milímetros anuales (en Cuba la media anual es 1 200 mm). Por su poca exigencia de agua se presta su cultivo para regadíos eventuales o con poca dotación de agua en época de sequía; no requiere aplicaciones de regadío ni fertilización en período de lluvia. El cultivo del girasol tiene una amplia adaptación a diferentes localidades y niveles de fertilidad del suelo, pudiendo ser sembrado en cualquier época. La mejor época de siembra es desde principio de octubre hasta mediados de noviembre, las fechas de siembras posteriores conducen a disminución de rendimiento.

2.1.2. Ubicación taxonómica

Según Alba y Llanos, (1990), indican que los numerosos tipos de girasol actualmente cultivados o silvestres en todo el mundo se han clasificado como pertenecientes al género *Helianthus*, especie *annuus*. Por tanto, la identificación botánica dada por los nombres de género y especie del girasol es: *Helianthus annuus*.

Su sistemática desde el orden a la especie es la siguiente: la ubicación taxonómica del girasol es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
Subreino	:	Phanerogamae
Clase	:	Dicotyledoneae
Subclase	:	Methachlamydeae
Orden	:	Asterales
Familia	:	Asteraceae
Subfamilia	:	Asteroideae
Género	:	Helianthus
Especie	:	<i>Helianthus annuus</i> L.
Nombres vulgares:		Girasol, Tornasol, Mirasol, Sunflower.

2.1.3. Morfología

A continuación se describe la planta de girasol según Ávila, 2009.

Raíz: Tiene un rápido desarrollo en el estado cotiledonar, alcanza de cuatro a ocho centímetros de largo. Cuando presenta de cuatro a cinco pares de hojas verdaderas puede alcanzar una profundidad de 50 a 70 centímetros, posee una raíz del tipo pivotante, formado por un eje central de donde nace una gran cantidad de raíces secundarias y terciarias, ésta puede alcanzar una profundidad de hasta 1.5 metros cuando las condiciones de humedad del suelo y el estado nutricional del mismo lo favorecen; característica que le concede una gran capacidad de exploración del suelo en procura de humedad y de nutrientes.

Tallo: 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. Dependerá de las condiciones mencionadas anteriormente, que el tallo pueda alcanzar hasta 2.20 metros de altura. Sin embargo, la altura ideal desde el

punto de vista del manejo del cultivo, se ubica alrededor de los 1.70 y 2 metros, para favorecer la cosecha mecánica.

Hojas: generalmente tienen forma acorazonada, poseen una textura rugosa con pubescencia o sin ella, lo cual depende del cultivar. Las hojas de los dos o tres primeros pares de la base del tallo son opuestas y las demás alternas. El número varía entre 20 y 40, dependiendo del cultivar y de las condiciones ambientales donde se desarrolle la planta.

Inflorescencia: es la estructura reproductora donde se forman los granos o aquenios, corresponde a una inflorescencia llamada capítulo que se ubica en la parte superior del tallo, está compuesta por un receptáculo carnoso en el que se insertan las flores y éstas últimas pueden ser de dos tipos:

- a) Flores liguladas o estériles, se presentan en un número entre 30 a 70, dispuestas radialmente en una o dos filas. Las lígulas tienen de seis a 10 centímetros de longitud y de dos a tres centímetros de ancho. Su color varía entre amarillo dorado, amarillo claro o amarillo anaranjado, son las que se ubican en la periferia del capítulo, ésta coloración las hace muy llamativas, lo cual le permite atraer a los insectos polinizadores, y comúnmente son llamadas “pétalos”.
- b) Las flores fértiles, son mucho más numerosas y se ubican en el centro del capítulo, se distribuyen concéntricamente hacia el punto central, cada una posee un ovario y un solo óvulo de cuya fecundación se afirma el fruto (grano o aquenio).

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

El girasol es una planta alógama y debido a la diferencia en que ocurre la maduración de los estambres y de los pistilos, se produce su autoincompatibilidad, es decir que el polen casi nunca poliniza el mismo capítulo de donde proviene. Esto origina que la polinización sea cruzada, normalmente entomófila y la realizan principalmente abejas, pegones y cigarrones, los cuales son atraídos por el néctar segregado por las flores. La mayor cantidad de néctar se produce cuando la temperatura nocturna no baja de 18 °C y cuando la diurna se mantiene alrededor de 25 °C

Fruto: corresponde a un fruto seco e indehisciente llamado aquenio, consta del pericarpio o cáscara que recubre la semilla verdadera o almendra, el color del aquenio puede ser blanco, negro o una mezcla de ambos en forma estriada. Se recomienda que el porcentaje de cáscara no sobrepase 35% en peso, para poder esperar buenos rendimientos en aceite. En la almendra se encuentra almacenado el aceite, el cual es utilizado por la planta como reserva de energía para la germinación de la semilla; y al ser extraído, se utiliza en el consumo humano. Los ácidos grasos predominantes son los insaturados, específicamente el ácido oleico (monoinsaturado) y el ácido linoleico (poliinsaturados). El aceite de girasol posee bajo contenido de ácidos grasos saturados, característica que le proporciona un alto nivel de calidad a su aceite.

Durante la época de formación de las semillas son perjudiciales las temperaturas muy altas. La mayor producción de semillas y aceite se logra si la formación y llenado de los aquenios se desarrolla bajo una temperatura promedio entre 18° y 22 °C. Si se presentan durante esta fase temperaturas mayores de 25° o 26 °C; y además se presenta una humedad atmosférica reducida, los rendimientos y el porcentaje de aceite disminuyen. Con temperaturas medias de 10° C durante la floración y la formación de las semillas, el contenido de ácido linoleico puede incrementarse hasta 78%. Es importante indicar que el número de aquenios por m² y el peso promedio de los aquenios son los determinantes del rendimiento.

2.1.4. Fases del crecimiento de girasol

Ávila (2009), manifiesta que, en la práctica se distinguen cuatro fases de crecimiento: 1) Siembra – iniciación floral, 2) floral, 3) llenado de grano, y 4) madurez fisiológica – cosecha, que a continuación se describe las cuatro fases de crecimiento:

- a) Fase siembra a iniciación floral: corresponde a la fase vegetativa y ocurre desde la siembra hasta la aparición del botón o primordio floral, su duración varía de 20 a 25 días, en esta fase queda determinado el número de hojas que tendrá la planta definitivamente. En el período desde la germinación hasta la aparición de la plántula (con una duración de hasta siete días), se deben presentar dos condiciones muy importantes, la temperatura del suelo debe contar con un valor promedio de 26 °C y la otra, es la disponibilidad de agua en el suelo lo que permite el hinchado (inhibición) de la semilla y el crecimiento de la plántula, hasta alcanzar la fase de la aparición del botón floral (Trápani, 1999) indica que, los requerimientos para la germinación de la semilla deben ser: temperatura óptima 26 °C, con un máximo de 40 °C y un mínimo de 15 °C y la suplenia de agua. Hasta este momento ocurrirá la aparición de nuevas hojas; se requiere una temperatura diurna promedio de 26 °C y la nocturna de 19 °C; permitiendo a las plantas desarrollar mayor cantidad de hojas. Esta producción de hojas, permite que la planta intercepte mayor cantidad de luz solar, favoreciendo el proceso fotosintético, con la consecuente elaboración de las sustancias alimenticias o metabolitos por parte de la planta.
- b) Fase floral: se inicia con la emisión del botón floral hasta que se completa la formación de la flor, ocurre desde los 30 hasta los 60 DÍAS (días después de la siembra). Entre las condiciones ambientales que más influyen en el desarrollo de esta fase se encuentran la temperatura diurna y la cantidad de horas luz que se logra capturar. El reabono se realiza con urea (como fuente de nitrógeno) y la fuente de potasio se debe aplicar a los 30 días, los cuales serán absorbidos durante la fase de floración. En esta fase, desde los 45 hasta los 85 días se hacen críticos los períodos de falta de humedad en el suelo. Se distinguen cuatro etapas: inicio del desarrollo de las flores en el capítulo, el crecimiento, la maduración y la polinización de las mismas. El potencial número de flores por capítulo y por unidad de área es determinante en el rendimiento, el mismo queda determinado en este período.

Cuando aparece el botón floral, ya está establecido el número de flores en la inflorescencia. Al mismo tiempo que crecen y se desarrollan las flores, aumenta el tamaño del capítulo, de las hojas y el tallo se expanden rápidamente. En esta fase, la producción de biomasa (el área foliar más el tallo y las raíces) depende de la radiación fotosintéticamente activa que el cultivo pueda interceptar y de la eficiencia con que la planta utiliza esa energía; también es importante la disponibilidad de humedad en el suelo, así como la disponibilidad de nutrientes. El proceso de floración se realiza desde las flores periféricas hasta las flores del centro del capítulo y tiene una duración promedio de siete a 10 días, igualmente en ese momento el área foliar alcanza su valor máximo.

- c) Fase llenado del grano: esta fase ocurre desde los 60 hasta los 105 días. El inicio de la fase de floración está marcado por la antesis de las flores de la periferia del capítulo, mientras que la madurez fisiológica está determinada por el máximo llenado de los granos. En esta fase es muy importante que ocurra el llenado de los granos de la región central del capítulo, que ocurre en último lugar, ya que el proceso de llenado se produce desde las flores de la periferia. La madurez fisiológica se produce cuando los aquenios no acumulan más peso seco, caracterizándose por el cambio de color de las brácteas, las cuales se tornan de color marrón. Un llenado total del capítulo conlleva a un mayor rendimiento, esto depende de la humedad almacenada por la planta hasta ese momento. La fase de acumulación de aceite se inicia entre ocho y 10 días después de la floración, y alcanza su valor máximo una semana antes de la madurez fisiológica. En esta fase se produce el desarrollo del embrión y los procesos de la acumulación de reservas en la semilla (grano o aquenio). Cuando se alcanza la madurez fisiológica, finaliza la expansión de las últimas hojas, se fija el número máximo y el tamaño de las flores, la fijación de los frutos, su peso, la concentración y la calidad del aceite, además se fijan el número de aquenios por unidad de superficie.

Ávila (2009), cita Quiroga (1999), indican que, el estrés hídrico influye negativamente tanto en el llenado de los granos, como en su peso y en el

contenido de aceite; si dicho estrés es moderado, su efecto no es muy notorio, ya que se puede producir una redistribución de la reserva acumulada por la planta. El girasol necesita una suplencia de entre 160 a 200 milímetros de agua hasta la floración y de 200 a 300 milímetros desde la floración hasta la maduración fisiológica, durante este período se estima una producción de achenios de entre siete y 10 kilogramos por cada milímetro de agua, cuando no se presentan restricciones de fertilidad. Restricciones en la disponibilidad hídrica, la disponibilidad nutricional (especialmente de N), baja radiación solar, la presencia de altas temperaturas, pueden reducir la fijación del número de achenios, la acumulación del peso de los mismos, la concentración y calidad del aceite.

- d) Madurez fisiológica – cosecha: esta fase ocurre en la mayoría de los cultivares desde los 105 a los 130 días, pero depende del ciclo vegetativo del cultivar sembrado. El momento de la cosecha se presenta cuando ocurre un cambio de coloración en la parte anterior del capítulo, el cual pasa primero de verde a amarillo y finalmente a marrón. Después de la caída de las flores de la periferia, cesa el crecimiento del cultivo.

2.1.5. Labores culturales

Las labores culturales o las buenas prácticas agronómicas son todas aquellas labores o estrategias en las diferentes etapas del cultivo que contribuyen al buen desarrollo del mismo, y que se traducen en un alto rendimiento como forraje, de achenios y de aceite en el grano. Se inician con la siembra del cultivo, y para ello se deben considerar los siguientes: preparación del terreno, suelo, semilla, siembra, época de siembra, fertilización, manejo de plagas y cosecha.

2.1.5.1. Preparación del terreno

Ávila (2009), manifiesta que, una buena preparación del terreno, es aquella que le proporciona a la semilla una óptima cama para su germinación y un adecuado anclaje de las raíces para el total desarrollo. La tolerancia del cultivo a la sequía se basa en el desarrollo de un sistema de raíces que profundiza y explora un gran volumen de suelo. Para que esto ocurra, se deben romper las capas compactadas que se han producido por

el tránsito de los implementos de labranza utilizados en la preparación previa del suelo para la siembra del girasol o para otros cultivos.

Para realizar la preparación del suelo para la siembra, se debe considerar la humedad del mismo, ya que si éste es preparado cuando posee mucha humedad, quedarán grandes terrones, causando problemas en la uniformidad de la emergencia de la plántula de girasol, además de ocasionar a las plántulas, daños mecánicos y problemas de estrés hídrico (más acentuados en suelos pesados), ya que quedan grietas en el terreno por donde circula el aire produciéndose una evaporación del agua que se encuentra en los poros del suelo.

En terrenos que van a ser cultivados por primera vez, luego de limpiarse bien los desechos dejados por la deforestación, se debe dar un pase de arado para fracturar los restos de raíces. Posteriormente se recomienda dar dos pases de rastra y finalmente un tercero que corresponde a la pre siembra o siembra. Se debe tener por norma evitar el sobre laboreo del terreno, ya que el mismo favorece la pérdida de materia orgánica.

En suelos cultivados, se recomienda un pase profundo de arado a 25-30 centímetros (considerando la textura del suelo); luego, dos o tres pases de rastra para desmenuzar los terrones y finalmente el pase de siembra. Estas labores deben iniciarse 40 días antes de la siembra, para permitir que se descompongan los restos vegetales de maleza o del cultivo anterior.

Según DGIEA-MAG (1991) indica que, este cultivo se presta para trabajarlo con mínima labranza, pero es muy importante efectuar una arada profunda de hasta 20 cm, para asegurar un buen desarrollo de las raíces, ya que es muy sensible a capas endurecidas; además se recomiendan dos pases de rastra antes de la siembra.

2.1.5.2. Suelo

Según DGIEA-MAG (1991), manifiesta que, el girasol prospera en suelos arcillo arenosos, ricos en materia orgánica y permeable con drenaje superficial e interno, para evitar el encharcamiento y el nivel freático alto. Es un cultivo muy sensible a la compactación o capas endurecidas en la zona de raíces ya que afectan el crecimiento de

ellas, lo que disminuye la capacidad de utilizar la humedad del suelo, durante épocas de deficiencia de agua. Además, es muy sensible a una alta acidez o alcalinidad.

2.1.5.3. Semilla

Ávila (2009) manifiesta que, en los últimos años, las semillas se comercializan en bolsas que contienen 150 000 semillas calculadas para sembrar dos hectáreas (aproximadamente 75 000 plantas/ha, de acuerdo al porcentaje de germinación); las semillas se clasifican, según su tamaño, las de más grandes corresponden al grado 1, los tamaños intermedios corresponden a los grado 2E y 2; finalmente las más pequeñas corresponden a los grados 3E y 3.



Figura 1. Tamaño de las semillas de girasol por grados.

2.1.5.4. Siembra

Ávila (2009) manifiesta que, para el desarrollo de esta actividad, lo más importante es lograr una adecuada distribución de semillas en el suelo y lograr colocarla en contacto con la humedad del mismo, esto permite que se inicie la primera fase de la germinación como es el “hinchado” o inhibición de la semilla, además de proporcionar humedad a la plántula que en esa etapa no posee un adecuado sistema de raíces. Esta operación se puede realizar de dos formas: manual y mecánica.

Siembra manual: se realiza con una “coa”, consistente en una vara con un extremo puntiagudo que deja un hueco en el suelo donde se colocarán las semillas, para luego taparlas agregando tierra. También existe una “coa”, que consiste básicamente en un tubo con una parte puntiaguda que por un extremo perfora el suelo y por el otro

extremo va colocado un dispositivo que permite calibrar el número de semillas que se piensa utilizar en cada uno de los puntos de siembra, este implemento se utiliza mayormente en la siembra de experimentos. Con cualquiera de los implementos señalados, la siembra manual se recomienda solamente para áreas pequeñas.

Siembra mecánica: se realiza con implementos acondicionados para la siembra, la sembradora más utilizada es la sembradora abonadora de tolvas separadas, como la usada en maíz, la diferencia radica en los discos de siembra utilizados. Los discos recomendados para la siembra de maíz de grano redondo presentan las siguientes características: 16 celdas con diámetro mayor entre 11 a 13 milímetros, diámetro menor entre cinco y siete milímetros, y espesor del disco entre cuatro a cinco milímetros. También es de extrema importancia la graduación del sistema disparador de semillas, ya que una mala graduación del mismo se traduce en “fallas” de plantas en la hilera o daños de la semilla. En resumen, para el uso de las sembradoras de tolvas se debe considerar lo siguiente: a) el plato o disco de siembra, b) el funcionamiento del sistema enrasador o disparador, y c) el tamaño y el número de dientes de los engranajes, tanto de la tolva como del sistema *transportador.

2.1.5.5. Densidad de siembra

Las densidades de siembra recomendadas oscilan entre 60 000 y 80 000 plantas/ha, poblaciones mayores tienden a aumentar la competencia entre plantas y favorecen el acame de las mismas. Por otro lado, poblaciones menores conducen al aumento del diámetro de capítulo y al peso de los aquenios, lo cual compensa el menor número de plantas; las poblaciones sugeridas se logran con una distancia entre hileras que oscila entre los 0,75 y 1,00 metro y una población entre tres y cinco plantas por metro lineal. En algunas oportunidades la decisión con respecto a estos parámetros se fija de acuerdo a la máquina cosechadora disponible. Las poblaciones indicadas se logra sembrando de 75 000 y 85 000 semillas por hectárea.

Tabla 1. Población (plantas/ha) de acuerdo a las distancias y al porcentaje de emergencia (miles de plantas)

Distancia (cm) (DPH x DEH)	Porcentaje de germinación						
	100%	99%	98%	97%	95%	92%	90%
0.20 x 0.70	71 428	70 714	70 000	69 285	67 857	65 714	64 285
0.20 x 0.80	62 500	61 875	61 250	60 625	59 375	57 500	56 250
0.20 x 0.90	55 556	55 000	54 445	53 890	52 778	51 112	50 000
0.20 x 1.00	50 000	49 500	49 000	48 500	47 500	45 000	45 900
0.25 x 0.70	57 143	56 572	56 000	55 430	54 286	52 275	51 430
0.25 x 0.80	50 000	49 500	49 000	48 500	47 500	46 000	45 000
0.25 x 0.90	44 444	44 000	43 555	43 111	42 222	40 888	40 000
0.25 x 1.00	40 000	39 600	39 200	38 800	38 000	36 800	36 000
0.30 x 0.70	47 620	47 143	46 667	46 190	45 238	43 610	42 857
0.30 x 0.80	41 667	41 250	40 834	40 417	39 504	38 334	37 500
0.30 x 0.90	37 037	36 667	36 296	36 926	35 185	34 074	33 333
0.30 x 1.00	33 333	33 000	32 667	32 333	31 667	31 667	30 000

DPH = Distancia de las plantas en la hilera
DEH = Distancia entre hileras

Fuente: Ávila, J. Memoria. Talleres sobre la problemática de oleaginosas anuales en Venezuela. El Tigre y Acarigua. 1987. Fonaiap-Fundesol.

2.1.5.6. Época de siembra

Silveira y Duran (2000) manifiestan que, entre los factores más importantes relacionados con el manejo del cultivo del girasol está la elección adecuada de la época de siembra, que suele ser variable y dependiente de las características climatológicas de cada región. El periodo de implantación del cultivo es aquél que permite que la semilla pueda germinar de forma rápida y segura, además de satisfacer las exigencias de la planta en sus diferentes fases de desarrollo, disminuyendo los riesgos por enfermedades, principalmente después de la floración, garantizando una buena cosecha de aquenios. Otro factor que debe ser considerado es la participación del girasol en los sistemas de rotación y sucesión ya implantados, una vez que la planta tiene buena capacidad para utilizar los residuos químicos dejados por las explotaciones anteriores; con eso, propicia

un mejor aprovechamiento del suelo, aumentando la rentabilidad de las explotaciones agrícolas.

Tabla 2. Respuesta del girasol según a la época de siembra

Época de siembra	Duración en días				Rendimiento (kg/ha)
	Germinación	Vegetación	Altura	Riegos	
Julio	12	81	150	3	19 557
Agosto	7	70	165	3	31 365
Setiembre	6	72	150	3	22 500
Octubre	6	59	105	2	12 177
Noviembre	5	60	120	2	16 974
Diciembre	4	81	165	2	28 044
Enero	5	58	135	5	22 970
Febrero	4	75	165	3	31 549
Marzo	7	90	150	3	19 226
Abril	7	94	135	3	19 189
Mayo	10	100	150	3	25 461
Junio	13	91	150	3	16 051

Fuente: Havard, 1978.

Choque (2005) indica que, en la Sierra es secano, la siembra de forrajes se realiza a fines de primavera y comienzos de verano, donde generalmente las primeras lluvias efectivas ocurren en Noviembre y Diciembre dependiendo de la zona. En las áreas bajo riego, la época de siembra es la que coincide con las siembras de papa, es decir en Octubre. En el caso de especies anuales para producción de semilla, como la avena, cebada, arverjilla, la siembra necesariamente debe realizarse a fines de Setiembre con riego complementario, por cuanto, en aquellas siembras hechas en Noviembre a Diciembre, las plantas no alcanzan a complementar su ciclo de desarrollo y no produce semilla. Por lo tanto la época de siembra más apropiada para la siembra de pastos cultivados es cuando se presenta lluvias regulares y continuadas, en la que la temperatura y humedad del suelo son los suficientemente favorables para permitir una germinación y un buen establecimiento. Esta época se da entre 15 de Diciembre hasta el 30 de Enero. En lugares con riego, se puede sembrar desde Octubre.

2.1.5.7. Fertilización

Para un rendimiento adecuado en forraje verde, aquenios y en aceite, el girasol tiene que disponer en el suelo tanto de los nutrientes primarios nitrógeno, fósforo y potasio; como de otros nutrientes tales como calcio, magnesio, azufre y boro; y en caso de que los mismos no se encuentren en el suelo en cantidades adecuadas, estos deben ser agregados como fertilizantes.

Una práctica de fertilización adecuada requiere de un análisis de suelo previo, pero en términos generales se puede indicar que una fertilización apropiada debe proveer al cultivo de las cantidades por hectárea de los elementos primarios que se mencionan a continuación: 60 kg de N, 60 kg de P₂O₅ y 90 kg de K₂O.

También son conocidos los requerimientos del girasol en elementos nutritivos como el calcio, magnesio y boro.

2.1.5.8. Requerimiento de agua

DGIEA-MAG (1991), manifiesta que, el agua es el factor de mayor importancia en la producción de este cultivo, aunque el exceso es perjudicial porque aumenta las posibilidades de vuelco y la incidencia de enfermedades. 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 de veinte días después de la floración y 150 cc durante el llenado de grano. La fase crítica en cuanto a necesidades de agua, se extiende desde el inicio del botón floral hasta quince días después del final de la floración y es necesario un suministro constante de agua hasta el final del ciclo para favorecer un alto contenido de aceite. Aunque es una planta ineficiente en el uso del agua, cuando hay déficit, su profundo sistema radical le permite sobrevivir, por lo que se le considera como una planta adaptada a las condiciones de sequía.

2.1.5.9. Manejo de pestes

Enfermedades: hasta el momento no se han encontrado ataques considerados dentro del rango de importancia económica de plagas y enfermedades, sin embargo, se han detectados plagas y enfermedades que son potencialmente dañinas, por lo que hay

que mantener una actitud vigilante en las plantaciones para realizar los controles, en caso de ser necesario.

La incidencia de las enfermedades está relacionada muy especialmente con las condiciones **ambientales**, durante el tiempo en el cual se desarrolla el cultivo.

Plagas: se controlan con plaguicidas recomendados o a través de cultivares resistentes o tolerantes a la plaga.

Malezas: se controlan mediante herbicidas o por control mecánico con herramientas de labranza.

2.1.6. Cosecha

Una vez terminado el período de llenado de grano, se llega a un estadio denominado "madure fisiológica", a partir del cual el grano comienza a perder humedad. Como ya se mencionó, es característico de esta etapa previa a la cosecha, la senescencia del cultivo: amarilla miento y caída de hojas.

El punto óptimo para cosechar el cultivo es cuando la humedad del grano llega al 14%. Si se cosecha con mayor humedad, los granos deberán ser secados artificialmente para estar en condiciones de ser almacenados. Esto implicaría incurrir en mayores costos.

2.1.7. Obtención de forraje

Cutipa (2007) sugiere que, el cultivo de girasol silvestre, es una excelente alternativa forrajera, no solo para el Altiplano, sino para toda la Sierra Peruana, ubicada sobre los 3800 msnm, pues no requiere de un manejo sofisticado, es un buen competidor frente a malezas, no posee plagas y enfermedades de significancia económica, es resistente a los veranillos y a heladas severas de hasta 6° C bajo cero; se puede ensilar fácilmente, pudiéndose obtener un alimento de calidad con más del 12% de proteína, a la vez que genera calorías en el ganado para los meses de friaje; y esto sumado a su alto rendimiento de 50 toneladas por hectárea de materia verde, en sólo 97 días.

Guerrero (1999) indica que, el girasol es una importante planta forrajera utilizada para ensilado, cosechada en el momento de la floración, constituyendo una importante fuente de proteínas para la alimentación del ganado.

Robles (1991) manifiesta que, la potencialidad del rendimiento del girasol en forraje verde, durante varias investigaciones se han tenido promedios en rendimiento de 40 a 50 toneladas por hectárea, en algunos ciclos agrícolas excepcionales, se han tenido más de 60 toneladas por hectárea de forraje verde.

Harvard (1978) indica que, el girasol puede tener un rendimiento de 37 a 62 toneladas por hectárea de forraje en verde, esto dependiendo del terreno y el distanciamiento de aclareo.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Abono orgánico

El abono orgánico, es un material de origen natural que se utiliza para fertilizar los cultivos y para mejorar los suelos. Hay muchos ejemplos de abonos orgánicos como: compost, lombricompost, biofermentos y otros tipos de abonos. Los abonos orgánicos tienen una gran importancia en la agricultura ecológica que tienden a mejorar las diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo. (Meléndez y Soto, 2002)

2.2.2. Biomasa

Es el contenido de la materia seca de una planta u organismo de un sistema.

2.2.3. Cereales forrajeros

Son los cultivos que en base a su proteína tienen diferente contenido, maíz (8.2%), Alfalfa (18%) cebada y sorgo forrajeros, avena, centeno, girasol forrajero, mijo, y mijo perla. (Berlijn, y Bernardon, 1991)

2.2.4. Densidad

La densidad de plantación o número de plantas por hectárea tiene poco efecto sobre el rendimiento de materia seca total. (Fassio, *et al*, 2001)

2.2.5. Forraje

Es el material vegetativo con el cual se alimenta al ganado. Este material incluye pasturas, heno, ensilaje y especies raíces forrajeras, que no pueden ser utilizadas en esta forma para la alimentación humana. Las especies vegetales de interés forrajero se encuentran principalmente comprendidas en la familia de las gramíneas y de las leguminosas. Además, se incluyen algunas especies de raíces como las que pertenecen a las familias quenopodiáceas, crucíferas y umbelíferas. (Berlijn, y Bernardon, 1991)

2.2.6. Henificación

La henificación es la extracción natural del agua de los forrajes hasta un nivel de humedad de 20 a 25% para asegurar su buena conservación. El heno puede ser utilizado como suplemento alimenticio en épocas de escasez forrajera, o como integrante de raciones para diferentes clases de animales. (Berlijn, y Bernardon, 1991)

2.2.7. Pasturas

Las pasturas son los campos forrajeros donde se pasta al ganado. Al respecto se distinguen: Pasturas artificiales temporales; pasturas artificiales semipermanentes y pasturas diferidas. (Berlijn, y Bernardon, 1991)

2.2.8. Siembra pura

La siembra pura se refiere al cultivo de una sola especie de gramínea, leguminosa o especie raíz forrajera. En este caso, se siembra, de pastos forrajeros, aproximadamente las siguientes cantidades de semilla. (Berlijn, y Bernardon, 1991)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El trabajo de investigación se ejecutó en los terrenos del Centro Experimental Illpa de la Facultad de Ciencias Agrarias, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en la Región de Puno, específicamente en el distrito de Paucarcolla; siendo su ubicación geográfica la siguiente:

Latitud Sur : 15° 42' 47''
 Longitud Oeste : 70° 04' 48''
 Altitud : 3,831 msnm.

Las vías de acceso al CIP – Illpa es a través de la carretera asfaltada de Puno a Juliaca en el desvío Sillustani y la carretera asfaltada y trocha carrozable desde el desvío Sillustani al CIP Illpa.

Tabla 3. Distancia y vías de acceso

N°	Tramo	Longitud (km)	Tiempo	Tipo de vía
1	Puno – Paucarcolla – desvío Sillustani	18.00	30 min	Asfaltado
2	Desvío Sillustani – desvío CIP Illapa	2.70	5 min	Asfaltado
3	Desvío CIP Illpa – CIP Illpa	1.20	3 min	Trocha carrozable

Fuente: Elaboración propia

3.2. ANTECEDENTES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Campaña agrícola 2012 – 2013: Avena forrajera

Campaña agrícola 2013 – 2014: Descanso

Campaña agrícola 2014 – 2015: Cultivo de girasol (Presente experimento)

3.3. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Los datos correspondientes a la campaña agrícola (2014–2015) y promedios de 3 años (2011–2014) de temperatura y precipitación pluvial fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA); los cuales se muestran en la Tabla 4.

Según la tabla 4 y figura 2, con respecto al parámetro de la temperatura de la campaña agrícola 2014-2015 comparado con los promedios de 10 años (2004-2013), se observa que en los meses diciembre, febrero, mayo y junio las temperaturas máximas son similares a la normal con la misma tendencia, con ligeras variaciones en las meses de octubre 2014 a enero 2015 y marzo a junio 2015; en cuanto a las temperaturas mínimas, son similares desde el mes de octubre a marzo a la normal, luego en los meses de abril y mayo son superiores a la normal; además, las temperaturas medias muestran la misma tendencia desde el mes de octubre 2014 a junio 2015, presentando ligeras variaciones en los meses de diciembre, abril, mayo y junio con respecto a la normal.

En relación a la precipitación pluvial, de la campaña agrícola 2014-2015, se puede indicar que a partir del mes octubre se presentó las primeras lluvias de la temporada lo cual favoreció la emergencia de las plántulas, pero en el mes de noviembre se presente un déficit de lluvias respecto al mes anterior, pero en los siguientes meses, es decir de diciembre, enero, febrero, marzo inclusive abril las precipitaciones fueron normales si se compara con el promedio de los 10 años (2004 a 2013).

Tabla 4. Temperatura y precipitación pluvial correspondientes a la campaña agrícola (2014-2015) y promedio de 10 años (2004-2013)

Meses	Campaña agrícola (2014-2015)				Promedio de 10 años (2004-2013)			
	Temperatura (° C)			P. P.	Temperatura (° C)			P. P.
	Max.	Min.	Med.	(mm.)	Max.	Min.	Med.	(mm.)
Octubre	17.52	1.05	9.33	43.6	19.22	0.07	9.65	20.9
Noviembre	20.06	1.30	10.71	11.7	19.33	1.44	10.39	35.9
Diciembre	19.42	3.24	11.34	102.8	17.90	3.17	10.54	88.8
Enero	16.00	3.99	10.02	71.9	17.11	3.50	10.30	116.3
Febrero	16.93	3.71	10.34	72.1	16.85	3.83	10.34	105.2
Marzo	16.50	3.37	9.95	82.8	17.32	2.84	10.08	76.8
Abril	16.03	2.87	9.48	68.6	17.73	-0.49	8.62	15.3
Mayo	18.16	-2.76	7.73	4.7	17.47	-5.49	5.99	0.6
Junio	18.50	-5.52	6.52	0.0	17.54	-6.28	5.63	0.0
Media	17.68	1.25	9.49		17.83	0.29	9.06	
Total				458.2				459.74

Fuente: Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). 2015.

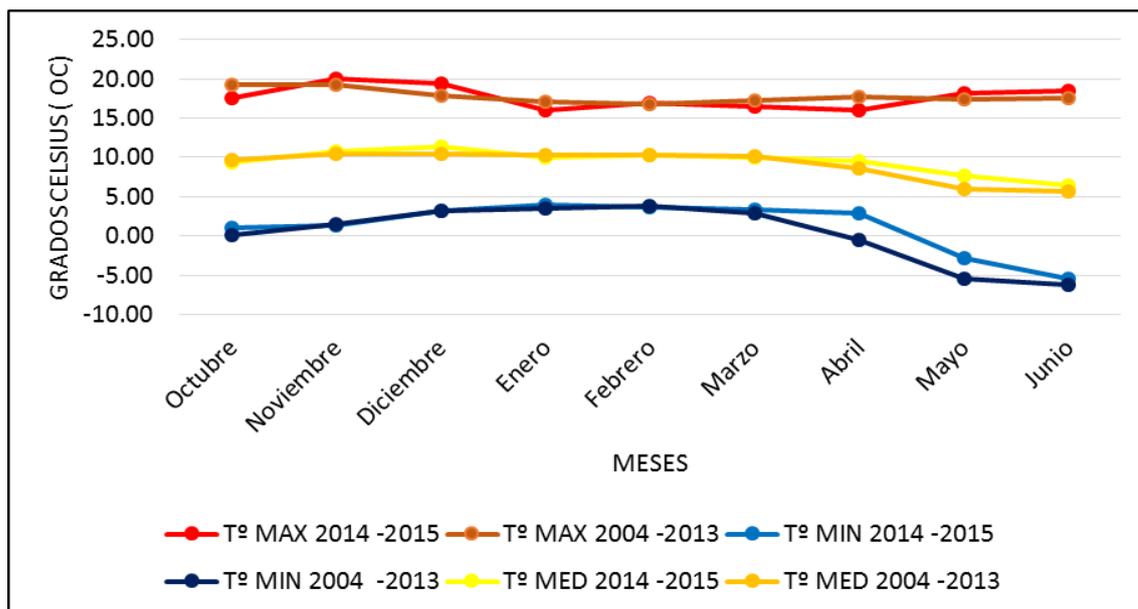


Figura 2. Temperaturas (Campana agrícola 2014-2015 y normal 2004-2013).

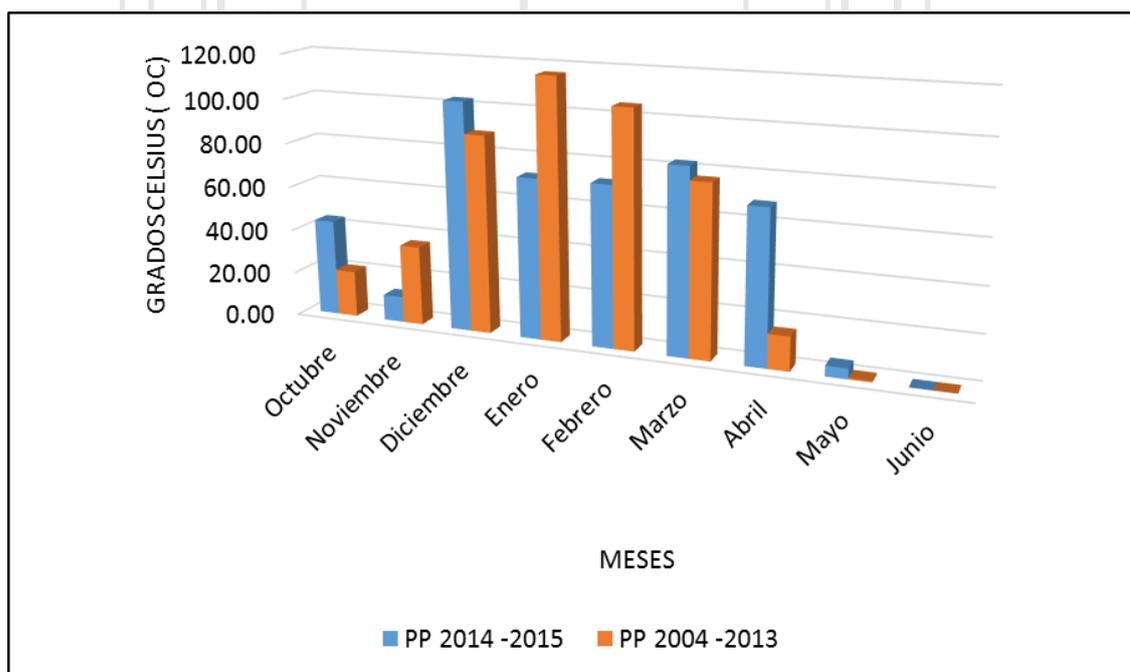


Figura 3. Precipitación pluvial (Campana agrícola 2014-2015 y normal 2004-2013).

En la figura 3, se observa que la precipitación pluvial fue regular durante la campana agrícola se acumuló en 458.20 milímetros, esto nos indica que se aproxima al rango que requiere el cultivo de girasol que va de 500 a 550 milímetros de agua (DGIEA-MAG, 1991).

3.4. ANÁLISIS DEL SUELO EXPERIMENTAL

Antes de la siembra, se ha tomado varias sub muestras de suelo en el terreno experimental, luego fueron mezcladas y se obtuvo una muestra, cuyo análisis físico químico del suelo se realizó en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano, cuyos resultados se muestran en la Tabla 5.

Con relación a los resultados del laboratorio, en análisis físico señala que el suelo experimental corresponde a la clase textural franco. Asimismo, de acuerdo al análisis químico, se puede indicar que el suelo presentó un contenido de nitrógeno total medio y el elemento fósforo disponible fue medio, el contenido del elemento potasio fue bajo, el pH fue neutro indicador ideal para cultivos. El contenido de materia orgánica fue medio y no se encontró presencia de carbonatos.

Tabla 5. Análisis físico-químico del suelo experimental (Campaña agrícola 2014-2015).

Elementos	Cantidad	Métodos
Análisis Físico		
Arena	52.82 %	Hidrómetro
Arcilla	14.52 %	Hidrómetro
Limo	32.68 %	Hidrómetro
Clase Textural	F (Franco)	Triangulo Textural
Análisis Químico		
N	0.19 %	Micro Kjeldahl
P	12.27 ppm	Olsen modificado
K	128.00 ppm	Fotometría
pH	7.14	Potenciómetro
M. O.	3.82 %	Walkley y Black Modificado
C. E.	0.23 mS/cm	Conductímetro
Ca CO ₃	0.00 %	Gasovolumétrico

Fuente: Laboratorio de Aguas y Suelos de Ingeniería Agronómica, FCA, UNA - Puno

3.5. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

En la siguiente Tabla 6, se muestra los tratamientos en estudio representados por las fechas de siembra del girasol, identificadas con su respectiva clave.

Tabla 6. Tratamientos en estudio en cultivo de girasol

No.	Tratamiento (Fechas de siembra)	Clave
1	25 de Octubre del 2014	S1
2	13 de Noviembre del 2014	S2
3	03 de Diciembre del 2014	S3
4	23 de Diciembre del 2014	S4
5	12 de Enero del 2015	S5

3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental empleado en el presente trabajo de investigación fue el Diseño Bloque Completo al Azar (DBCA), con 5 tratamientos y 4 repeticiones, haciendo un total de 20 unidades experimentales; cuyo modelo matemático lineal es el siguiente:

$$\text{Modelo matemático lineal: } Y_{ij} = \mu + t_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y = Es la variable de respuesta

μ = Efecto de la media general

t_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (fechas de siembra)

B_j = Efecto del j-ésimo bloque (repeticiones)

ε_{ij} = Error experimental

El esquema del análisis de variancia (ANVA) es el siguiente:

Tabla 7. Análisis de variancia (ANVA)

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloques: (r-1)	3	...	...	...	...	...	...
Tratamiento: (t-1)	4	...	...	...	...	...	...
Error experimental: (r-1)(t-1)	12	...	...		
Total: (rt-1)	19	...					

Los resultados de los parámetros evaluados fueron procesados en el programa IBM SPSS Statistics versión 23, este programa crea análisis más precisos y conclusiones más fiables cuando se trabaja con relaciones complejas, cuyos resultados de muestran en los anexos (Anexo 13, Anexo 14, Anexo 15, Anexo 16, Anexo 17, Anexo 18, Anexo 19, Anexo 20, Anexo 21, Anexo 22, Anexo 23 y Anexo 24).

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Número de bloques (repeticiones):	4
Número de tratamientos:	5
Número de unidades experimentales:	20
Largo de la unidad experimental:	2.50 m
Ancho de la unidad experimental:	2.00 m
Área de la unidad experimental:	5.00 m
Distanciamiento entre bloques:	1.00 m
Distanciamiento entre unidades experimentales:	1.00 m
Largo del campo experimental:	18.50 m
Ancho del campo experimental:	13.00 m
Área del campo experimental:	240.50 m ²
Área neta del campo experimental:	100.00 m ²

Características de la parcela

Ancho:	2.00 m
Largo:	2.50 m
Área:	5.00 m ²
Distancia entre plantas (A):	0.20 m
Distancia entre hileras (B):	0.50 m
C:	0.10 m
D:	0.25 m

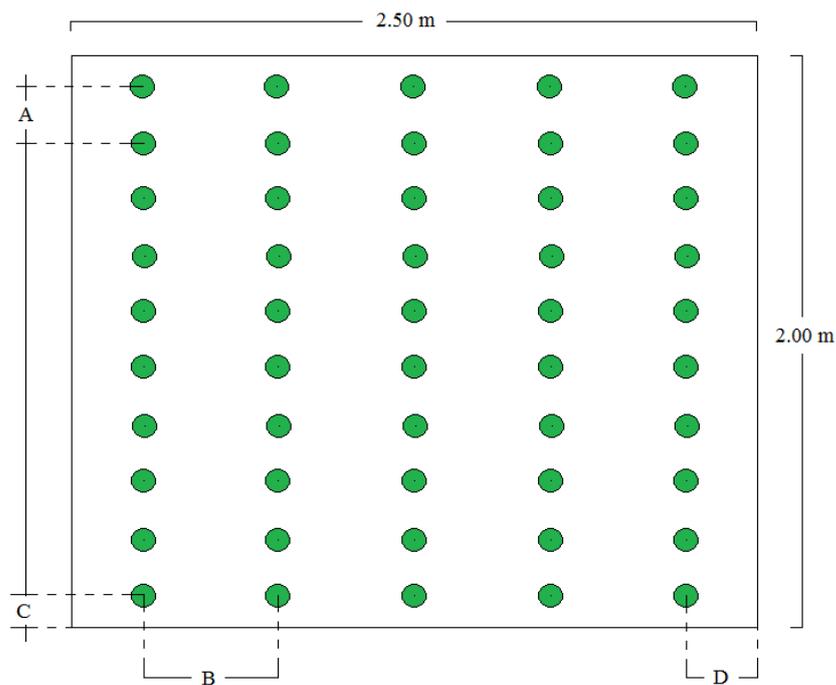


Figura 4. Características de la parcela

3.8. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.8.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se efectuó con maquinaria agrícola, arado de terreno el día 15 de octubre del 2014, rastra de terreno el día 20 de octubre del 2015, luego en forma manual empleando picos, palas, rastrillos se procedió a su nivelación, esta actividad se realizó el 21 de octubre del 2015.

3.8.2. Marcado de parcelas

Luego de la nivelación del terreno se procedió al marcado de las parcelas de acuerdo a las características del campo experimental, con apoyo de materiales y herramientas como pico, pala, estacas, cordel, yeso, etc., esta actividad se realizó el 22 de noviembre del 2014.

3.8.3. Siembra

Esta labor se realizó el 25 de octubre del 2014 con una densidad de siembra de 2 a 3 semillas por golpe. Las parcelas (5m²) presentaron cinco líneas (surcos), 10

plantas por línea, con un distanciamiento entre plantas de 0.20 metros y entre líneas de 0.50 metros.

En resumen, primero se hicieron los surcos, luego se depositaron 2 a 3 semillas por golpe a 0.20m, al culminar con la siembra se procedió a tapan los surcos para lograr un mejor contacto con la humedad del suelo.

3.8.4. Riego

No se aplicó riego, el cultivo se desarrolló bajo condiciones de secano y con precipitaciones pluviales.

3.8.5. Escarda

Esta labor se realizó con zapapicos, con el fin de romper la costra superficial del terreno y eliminar las malezas para favorecer la permeabilidad y aireación del suelo, esta labor se realizó de acuerdo a la presencia de malezas y condiciones del suelo.

3.8.6. Presencia de malezas

En las parcelas se presentaron las siguientes malezas:

- *Tarasa capitata*, : “k’ora”
- *Solanum tuberosum*, : “Papa”
- *Brassica campestris*, : “Nabo silvestre”
- *Poa annua*, : “Pasto”
- *Erodium cicutarium* : “Aguja aguja”
- *Bromus unioloides*, : “Cebadilla”
- *Capsella bursa-pastoris*, : “Bolsa de pastor”
- *Chenopodium sp* : “Quinoa silvestre”

3.8.7. Cosecha de forraje verde de girasol

La cosecha de la biomasa verde aérea del girasol, se llevó a cabo a los 120 días después de la siembra de acuerdo a las fechas de siembras programadas. Esta labor se realizó con la ayuda de una segadera, haciendo los cortes de la planta de 10 cm de la superficie del suelo. Luego se procedieron a pesarlos a fin de calcular los rendimientos respectivos.

3.9. ESTIMADO ECONÓMICO

El procedimiento para determinar la rentabilidad económica, se muestra en el anexo 25, el cual fue estimado en base a los siguientes ítems, con sus respectivas formulas, las cuales son:

3.9.1. Costo total (CT)

$$CT = CD + CI$$

Dónde: CD = Costos Directos.

CI = Costos Indirectos.

3.9.2. Ingreso total (IT)

$$IT = p + q$$

Dónde: p = Precio del producto.

q = Rendimiento por hectárea.

3.9.3. Beneficio neto

$$BN = IT - CT$$

3.9.4. Beneficio costo o rentabilidad

$$BC = \frac{IT - CT}{CT} \quad \vee \quad BC = \frac{IT}{CT}$$

3.9.5. Índice de rentabilidad

$$IR = \frac{BN}{CT} * 100$$

3.10. OBSERVACIONES REALIZADAS

3.10.1. Emergencia de plántulas de girasol según tratamiento

Las plántulas de girasol emergieron de la superficie bajo las siguientes características:

- 25 de Octubre del 2014 (S1): a los 24 días
- 13 de Noviembre del 2014 (S2): a los 22 días
- 03 de Diciembre del 2014 (S3): a los 15 días
- 23 de Diciembre del 2014 (S4): a los 18 días
- 12 de Enero del 2015 (S5): a los 19 días

3.10.2. Presencia de plagas y enfermedades.

Durante el periodo de permanencia de las plantas de girasol en el campo experimental no se reportó la presencia de insectos plaga, ni enfermedades.

3.10.3. Análisis bromatológico

El análisis bromatológico de forraje verde girasol se efectuó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos, Pastas y Harinas de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano cuyos resultados se muestran en la Tabla 8. Los resultados del análisis físico químico, indican que en porcentaje de materia seca para S1, S2 y S3 son de 20%, 19.23% y 23.53% respectivamente con ligeras variaciones entre los tratamientos. El porcentaje de ceniza fue de 5.85%, 6.23% y 5.42%, respectivamente, con ligeras variaciones entre los tratamientos. En cuanto a los niveles de proteína, los valores más altos fueron obtenidos por los siguientes tratamientos S1, S2 y S3, cuyos valores señalan 18.61%, 18.61% y 15.88%, respectivamente; En caso del porcentaje de grasa los valores más altos fueron la S1, S2 y S3 con valores de 8.35%, 6.95% y 6.92%, respectivamente. Con respecto a los valores obtenidos en ceniza y carbohidratos son altos.

Tabla 8. Análisis bromatológico de forraje verde de girasol

Ensayos	S1	S2	S3
Materia seca (%)	20.00	19.23	23.53
Cenizas (%)	5.85	6.23	5.42
Proteínas (%)	18.61	18.61	17.88
Grasa (%)	8.35	6.95	6.92
Fibra (%)	21.45	11.41	13.26
Carbohidratos (%)	45.74	56.80	55.52

Fuente: Laboratorio de análisis de alimentos, pastas y harinas, FCA, UNA – Puno

Los valores químicos señalados en la Tabla 8, reporta que la calidad nutritiva del forraje verde de girasol es buena, pudiendo constituir como una alternativa de forraje en la alimentación del ganado. Los resultados obtenidos son diferentes a lo indicado por Cutipa (2007), quien cita a Maiti, Valdéz y Moreno, (1 990), quienes revelan que, en un estudio que se llevó a cabo sobre morfología, fenología y bromatología del girasol silvestre en seis localidades del estado de Nuevo León (México), como una fuente de forraje verde para ganado. Las plantas de girasol silvestres presentan el contenido de proteína en hoja hasta 28.6%, esta concentración no difiere en las tres etapas de crecimiento. El contenido de fibra cruda en hoja es de 11.7, 12.4 y 12.6% respectivamente para plántula V5, prefloración R2 y floración R5. Estos valores, comparados con forrajes tradicionales, cultivados o silvestres demuestran que el girasol silvestre presenta una composición nutritiva aceptable para el ganado. Por ello el valor de proteína obtenido en la investigación (17.88 a 18.61%), supera fácilmente al contenido de proteína de las gramíneas forrajeras del Altiplano (menos del 8.0 %)

3.11. VARIABLES DE RESPUESTA

Las siguientes variables de respuesta, son:

- Altura de planta a los 30, 60, 90 y 120 días
- Número de hojas a los 30, 60, 90 y 120 días
- Diámetro de tallo
- Número de flores por planta
- Rendimiento de forraje verde de girasol
- Rendimiento de forraje seco de girasol
- Estimado económico

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ALTURA DE PLANTA DE GIRASOL

4.1.1. Análisis de varianza para altura de planta evaluada a los 30, 60, 90 y 120 días

En los anexos 13, 14, 15, y 16, se muestran los resultados de los análisis de variancia para altura de planta evaluadas a los 30, 60, 90, y 120 días, siendo su clave de tratamientos S1, S2, S3, S4, y S5, respectivamente. En la Tabla 9, se observa los cuadrados medios de altura de planta evaluadas a los 30, 60, 90, y 120 días, en la cual se observa que si existe diferencia estadística significativa entre bloques para altura de planta evaluada a los 30 días, esto nos indica que la disposición de los bloques en el terreno si fueron los correctos; también, se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques para alturas de planta a los 60, 90, y 120 días, esto nos señala que el terreno en que se condujo el experimento fue homogéneo y la disposición de los bloques en el terreno no tuvieron efectos positivos. El tratamiento muestra diferencia estadística significativa para altura de planta evaluadas a los 30, 60, 90, y 120 días, esto nos da conocer que al menos uno de las fecha de siembra es diferente estadísticamente a las demás fechas de siembra.

Los coeficiente de variabilidad para la evaluación de altura de planta a los 30, 60, 90, y 120 días son 13.37%, 18.10%, 21.27%, y 21.96% respectivamente, estos valores se encuentran dentro de los rangos permisibles para este tipo de experimento.

Al mostrar diferencia estadística significativa entre tratamientos se procede a analizar con la prueba de rango múltiple de Duncan, para determinar la mejor fecha de siembra que tenga buenos resultados.

que disminuyeron por factores climatológicos, como es la helada. La presencia de heladas (2 febrero) tuvo influencias en la reducción de altura de plantas.

Tabla 10. Prueba de rango múltiple de Duncan para altura de planta a los 30, 60, 90 y 120 días.

Orden	Altura de planta (días)											
	30 días			60 días			90 días			120 días		
	Trat.	Prom. (cm)	Sig. (0.01)	Trat.	Prom. (cm)	Sig. (0.01)	Trat.	Prom. (cm)	Sig. (0.05)	Trat.	Prom. (cm)	Sig. (0.01)
1	S3	9.73	a	S4	42.80	a	S3	75.30	a	S1	113.05	a
2	S4	9.70	a	S3	40.80	a	S4	74.90	a	S2	103.80	a
3	S5	8.43	b	S2	27.95	a b	S1	69.80	a	S5	0.00	b
4	S2	4.40	b	S5	27.15	a b	S2	66.15	a	S4	0.00	b
5	S1	3.73	b	S1	18.45	b	S5	33.90	b	S3	0.00	b

Los resultados del presente trabajo de investigación son inferiores a lo reportado por Pereira, *et al* (2014), con 1.62 ± 0.17 cm, esto probablemente se debe que trabajaron en condiciones de costa con un clima favorable para el cultivo. De igual forma Cutipa (2007), obtuvo un promedio de 82.7 cm/planta a 90 días de la siembra; la diferencia de los resultados es debido al tiempo en que se mantuvo el cultivo que fue de 120 días en la investigación. Además se debe mencionar al efecto de los factores medioambientales que influyeron sobre el desarrollo del cultivo. Al respecto, en Colaboradores de Wikipedia (2014), indica que, el Girasol empieza con la fase de elongación a partir de los 45 días de la siembra. Lo que corrobora también Milthorpe y Moorby, (1982) que las plantas en un inicio tiene una tasa de crecimiento lento. Posteriormente las células se alargan en sentido del eje principal, produciendo el crecimiento de entrenudos y el incremento en altura de tallo y consiguientemente de la planta.

4.2. NÚMERO DE HOJAS POR PLANTA

4.2.1. Análisis de varianza para número de hojas evaluada a los 30, 60, 90 y 120 días

En los anexos 17, 18, 19, y 20, se muestran los resultados de los análisis de variancia para número de hojas evaluadas a los 30, 60, 90, y 120 días, siendo su clave de tratamientos S1, S2, S3, S4, y S5, respectivamente. En la Tabla 11, se observa los cuadrados medios de numero de hojas por planta evaluadas a los 30, 60, 90, y 120 días, en la cual se observa que no existe diferencia estadística significativa entre bloques para

número de hojas evaluadas a los 30, 60 y 120 días, esto nos indica que el terreno se mantuvo homogéneo y la distribución de los bloques no tuvo efectos positivos. Si existe diferencia estadística significativa entre bloques para número de hojas evaluadas a los 90 días, esto nos da a conocer que si tuvo un efecto positivo la distribución de los bloques en el terreno experimental.

Tabla 11. Cuadrados medios y significancia sobre número de hojas por planta evaluadas a los 30, 60, 90, y 120 días.

F.V.	GL	C.M. Numero de hojas por planta				SIG.			
		30 días	60 días	90 días	120 días	30 días	60 días	90 días	120 días
Bloq.	3	7.82	14.76	53.90	27.64	NS	NS	*	NS
Trat.	4	2.49	7.33	23.33	872.48	NS	NS	NS	**
Error exp.	12	2.30	6.44	10.64	13.02				
Total	19								

$$CV_{S1} = 18.16\%$$

$$Prom_{S1} = 6.69$$

$$CV_{S2} = 14.81\%$$

$$Prom_{S2} = 13.71$$

$$CV_{S3} = 12.57\%$$

$$Prom_{S3} = 20.76$$

$$CV_{S4} = 26.80\%$$

$$Prom_{S4} = 10.77$$

Los coeficiente de variabilidad para número de hojas evaluadas a los 30, 60, 90, y 120 días son 18.167%, 14.81%, 12.57%, y 26.80% respectivamente, estos valores se encuentran dentro de los rangos permisibles para este tipo de experimento.

Es importante destacar que el número de hojas en la planta determina la acumulación de la biomasa aérea verde, tal como lo confirma Toso, (2010), aseverando que el rendimiento de un cultivo depende de la acumulación de biomasa, ésta varía en respuesta a la cantidad de radiación interceptada durante la estación de crecimiento del cultivo.

4.2.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamiento a los 120 días

La prueba de rango múltiple de Duncan al $p=0.01$ que se muestra en la Tabla 12, nos indica que el tratamiento S2 y S1 logra 28.05 y 25.80 hojas siendo similares estadísticamente, estas dos tratamientos son diferentes estadísticamente a los tratamientos S5, S4 y S3 que presentaron daños a las hojas por factores climatológicos, como presencia de bajas temperaturas, las cuales disminuyeron el número de hojas.

Tabla 12. Prueba de rango múltiple Duncan para tratamientos evaluadas a los 120 días.

Orden	Fecha de siembra	Clave	Promedio	Sig. (p=0.01)
1	13/11/2014	S2	28.05	a
2	25/10/2014	S1	25.80	a
3	12/01/2015	S5	0.00	b
4	23/12/2014	S4	0.00	b
5	03/12/2014	S3	0.00	b

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Cutipa (2007), quien obtuvo un promedio de 18.5 hojas/planta a 90 días de la siembra; la diferencia de los resultados es debido al tiempo en que se mantuvo el cultivo que fue de 120 días en la investigación.

4.3. DIÁMETRO DEL TALLO

4.3.1. Análisis de varianza para diámetro de tallo

Los resultados del análisis de varianza para producción total se muestra en la Tabla 13, indicándonos que no existe diferencia estadística significativa entre bloques, lo que nos da conocer que el terreno experimental fue homogéneo, posiblemente la distribución de los bloques no tuvieron efectos positivos, el tratamiento muestra diferencia estadística altamente significativa, esto nos quiere decir que, al menos uno de los tratamientos obtiene mayor diámetro de tallo.

Tabla 13. Análisis de varianza para diámetro de tallo

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloq.	3	0.25	0.08	1.86	3.49	5.95	NS
Trat.	4	3.82	0.95	21.29	3.26	5.41	**
Error exp.	12	0.54	0.04				
Total	19	4.61					

CV = 11.18% Prom = 1.52

El coeficiente de variabilidad es de 11.18% este valor es aceptable, la cual da confiabilidad a los resultados con respecto al diámetro de tallo de girasol en el presente trabajo.

4.3.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos

La prueba de rango múltiple de Duncan ($p=0.01$) nos muestra que el tratamiento S1 con 2.25 centímetros de diámetro de tallo es diferente estadísticamente al tratamiento S2 con 1.50 cm de diámetro de tallo, y esta es diferente estadísticamente al tratamiento S3 con 1.35 centímetros de diámetro de tallo, los tratamientos S4 y S5 con 1.17 y 1.05 centímetros de diámetro de tallo respectivamente son similares estadísticamente. Estos dos últimos tratamientos son diferentes estadísticamente a los tres primeros tratamientos antes mencionados.

Tabla 14. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos.

Orden	Fecha de siembra	Clave	Promedio (cm)	Sig. ($p=0.01$)
1	25/10/2014	S1	2.25	a
2	13/11/2014	S2	1.50	b
3	03/12/2014	S3	1.35	b c
4	23/12/2014	S4	1.17	c
5	12/01/2015	S5	1.05	c

Los resultados obtenidos 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 surcos, ya que en la presente investigación fue de 20 cm.

4.4. NÚMERO DE FLORES

4.4.1. Análisis de varianza para número de flores por planta

Según el análisis de variancia (Tabla 15) existe diferencia estadística significativa entre bloques para número de flores por planta, la cual nos señala que la disposición de los bloques fueron los correctos. Hay diferencia estadística altamente significativa para tratamientos para números de flores por planta, esto nos da conocer que al menos uno de los tratamientos difiere de los demás tratamientos en la obtención de número de flores por planta.

El coeficiente de variabilidad es de 23.55%, este valor es aceptable para condiciones de campo, que dan confiabilidad a los resultados del trabajo.

Tabla 15. Análisis de variancia de número de flores por planta

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloq.	3	9.00	3.00	5.54	3.49	5.95	*
Trat.	4	55.50	13.88	25.62	3.26	5.41	**
Error exp.	12	6.50	0.54				
Total	19	71.00					

CV = 23.55%

Prom = 2.50

4.4.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos

La prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 16), muestra diferencia estadística significativa entre los tratamientos, es decir, que cada uno de los tratamientos es diferente entre sí. El primer lugar que ocupa es el tratamiento S1 con 4.75 flores por planta, en segundo lugar el tratamiento S2 con 3.75 flores por planta, el tercer lugar el tratamiento S3 con 2.50 flores por planta, en cuarto lugar el tratamiento S4 con 1.50 flores por planta y el último el tratamiento S5.

Tabla 16. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos

Orden	Fecha de siembra	Clave	Promedio (flores)	Sig. (p=0.01)
1	25/10/2014	S1	4.75	a
2	13/11/2014	S2	3.75	a b
3	03/12/2014	S3	2.50	b c
4	23/12/2014	S4	1.50	c d
5	12/01/2015	S5	0.00	d

4.5. PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE

4.5.1. Análisis de variancia para producción de forraje verde de girasol

Según el análisis de variancia (Tabla 17) no existen diferencias estadísticas significativas entre bloques para la producción de forraje verde de girasol, las cuales nos revelan que el terreno en que se condujo el experimento fue homogéneo. Se encuentra diferencia estadística altamente significativa para el tratamiento, esto nos indica que al menos uno de los tratamientos logra una mejor producción de forraje verde en comparación a los demás tratamientos.

El coeficiente de variabilidad es de 12.07% este valor es aceptable, la cual da confiabilidad a los resultados con respecto a la producción total de forraje verde de girasol en el presente trabajo.

Tabla 17. Análisis de variancia para producción de forraje verde.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloq.	3	22.19	7.40	2.20	3.49	5.95	NS
Trat.	4	1286.72	321.68	95.72	3.26	5.41	**
Error exp.	12	40.33	3.36				
Total	19	1349.23					

CV = 12.07% Prom = 12.16

4.5.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos

Al realizar la prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 18), muestra diferencia estadística entre los tratamientos, es decir cada tratamiento es diferente uno del otro. Los resultados que obtienen los tratamientos son diferentes estadísticamente. La mejor producción se obtuvo con el tratamiento S2 con 41,500.00 kg/ha, seguido por los tratamientos S1 y S3 con 37,900.00 y 30,540.00 kg/ha, respectivamente, estos tratamientos no son similares. Los tratamientos S4 y S5 logran bajas producciones de forraje verde de girasol. De esto podemos concluir que la época de lluvias en la región Puno se concentra en los meses de diciembre a marzo y la época de estiaje es de abril a noviembre, donde la producción e forraje y la calidad de pastos se ven seriamente limitados, tanto por el periodo de estiaje, como por la alta variabilidad climática del periodo lluvioso como efecto del cambio climático.

Tabla 18. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos.

Orden	Fecha de siembra	Clave	Promedio		Sig. (p=0.01)
			kg/parcela	Kg/ha	
1	13/11/2014	S2	20.78	41,560.00	a
2	25/10/2014	S1	18.95	37,900.00	a b
3	03/12/2014	S3	15.27	30,540.00	b
4	23/12/2014	S4	5.67	11,340.00	c
5	12/01/2015	S5	0.00	0.00	d

Los rendimientos de materia verde en el cultivo de girasol logrados en el presente trabajo de investigación se asemejan casi a lo señalado por Robles, (1991), indicado que

la potencialidad del rendimiento del girasol en forraje verde, durante varias investigaciones se han tenido promedios en rendimiento de 40 a 50 ton por hectárea, en algunos ciclos agrícolas excepcionales, se han tenido más de 60 ton por hectárea de forraje verde. En cambio, Harvard, (1978), afirma que el girasol puede tener un rendimiento de 37 a 62 t/ha de forraje en verde, esto dependiendo del terreno y el distanciamiento de aclareo. De igual forma Cutipa (2007), obtuvo un promedio de 34.97 t/ha de materia verde a distanciamientos entre plantas de 20 cm. Mientras que Catari (2009) cita a Mamani (2008), obtuvo como promedio 50 t/ha. Dichos resultados comparados con los obtenidos en la investigación se puede comentar que varían según el efecto de las condiciones medioambientales las cuales tuvieron un efecto sobre la producción de materia verde.

4.6. PRODUCCIÓN DE FORRAJE SECO DE GIRASOL

4.6.1. Análisis de varianza para producción de forraje seco de girasol

Según el análisis de variancia (Tabla 19), no existe diferencias estadísticas significativas entre bloques para la producción de forraje seco de girasol, lo cual indica que el medio experimental se comportó en forma similar, como también la conducción del experimento fue homogéneo. Si existe diferencia estadística altamente significativa para tratamientos en la producción forraje seco de girasol, esto nos indica que al menos uno de los tratamientos logra una mejor producción de forraje seco en comparación de los demás tratamientos.

El coeficiente de variabilidad es de 11.44% este valor es aceptable, la cual da confiabilidad a los resultados con respecto a la producción de forraje seco en el presente trabajo.

Tabla 19. Análisis de variancia para producción de forraje seco de girasol.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft		Sig.
					0.05	0.01	
Bloq.	3	0.89	0.30	2.28	3.49	5.95	NS
Trat.	4	52.51	13.13	101.25	3.26	5.45	**
Error exp.	12	1.56	0.13				
Total	19	54.95					

CV = 11.44%

Prom = 2.52

4.6.2. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos

La prueba de rango múltiple de Duncan (Tabla 20), nos muestra que los tratamientos S2, S1 y S3 con 8,020.00, 7,580.00 y 7,180.00 kg/ha son similares estadísticamente, y muestran diferencia estadística con los tratamientos S4 y S5 los que obtuvieron bajas producciones de forraje seco de girasol.

Tabla 20. Prueba de rango múltiple de Duncan para tratamientos.

Orden	Fecha de siembra	Clave	Promedio		Sig.(p=0.01)
			kg/parcela	Kg/ha	
1	13/11/2014	S2	4.01	8,020.00	a
2	25/10/2014	S1	3.79	7,580.00	a
3	03/12/2014	S3	3.59	7,180.00	a
4	23/12/2014	S4	1.18	2,360.00	b
5	12/01/2015	S5	0.00	0.00	c

Los rendimientos de materia seca en el cultivo de girasol logrados en el presente trabajo de investigación son ligeramente similares a lo reportado por Vilca, (2010), que oscila de 4,330 hasta 8,230 kg/ha de materia seca, esta característica se puede atribuir a que trabajó en la asociación forrajera entre girasol silvestre y la cebada variedad UNA-80, en condiciones agroecológicas Suni del CIP Illpa-Puno. De igual forma Cutipa (2007), obtuvo un promedio de 5.60 t/ha de materia seca distanciamientos entre plantas de 20 cm. En síntesis, se puede afirmar que las mejores fechas de siembra de girasol con fines de producción forrajera para las condiciones del altiplano de Puno en la zona agroecológica Suni, es a partir de la tercera semana del mes de octubre hasta la segunda semana del mes de noviembre, con la cual se obtiene la mayor producción de forraje verde, corroborando por Pinechet, *et al* (1997), quienes señalan que la mejor época de siembra es desde principio de octubre hasta mediados de noviembre, las fechas de siembras posteriores conducen a disminución de rendimiento. De igual manera, Pérez, (2008), recalca que en condiciones de secano, las siembras de girasol deben ser al inicio de la temporada de lluvias, para conseguir el mayor desarrollo posible.

4.7. ESTIMADO ECONÓMICO

El costo de producción y los cálculos económicos de producción de forraje verde girasol en Nuevos Soles por hectárea (S/. x hectárea), correspondiente a la campaña agrícola 2014-2015, se dan a conocer en el anexo 25.

Según la Tabla 21, sobre los costos de producción e indicadores económicos del cultivo de girasol con fines de producción de forraje verde, nos indica que con el tratamiento S2 (25/10/2014) se obtiene el mayor beneficio neto que asciende a 3,082.60 Nuevos Soles; el menor beneficio neto lo obtiene el tratamiento S3 (03/12/2014) con 878.60 Nuevos Soles; y el beneficio neto intermedio lo obtuvo el tratamiento S1 (13/11/2014) con 2,35.60 Nuevos Soles. Los tratamientos S4 (23/12/2014) y S5 (12/01/2015) muestran beneficios netos negativos. El cultivo de girasol con fines de producción de forraje verde es sensible a los precios, si se vende a 10 céntimos el kilo de forraje verde no genera beneficios; por lo tanto, se debe tener un rendimiento mayor a 28.8 t/ha de forraje verde y vender a 20 céntimos el kilo de forraje verde para generar beneficios.

Tabla 21. Indicadores económicos de rentabilidad

Tratamiento	Costo Total (S/.)	Rendimiento (kg/ha)	Precio Venta (S/.x kg)	Ingreso Total (S/.)	Beneficio Neto (S/.)	Beneficio Costo (S/.)	Índice Rentabilidad
S2 (25/10/2014)	5,229.40	41,560.00	0.20	8,312.00	3,082.60	1.59	58.95%
S1 (13/11/2014)	5,229.40	37,900.00	0.20	7,580.00	2,350.60	1.45	44.95%
S3 (03/12/2014)	5,229.40	30,540.00	0.20	6,108.00	878.60	1.17	16.80%
S4 (23/12/2014)	5,229.40	11,340.00	0.20	2,268.00	-2,961.40	-0.43	-56.63%
S5 (12/01/2015)	5,229.40	-	0.20	-	-5,229.40	-	-100.00%

Fuente: Elaboración propia.

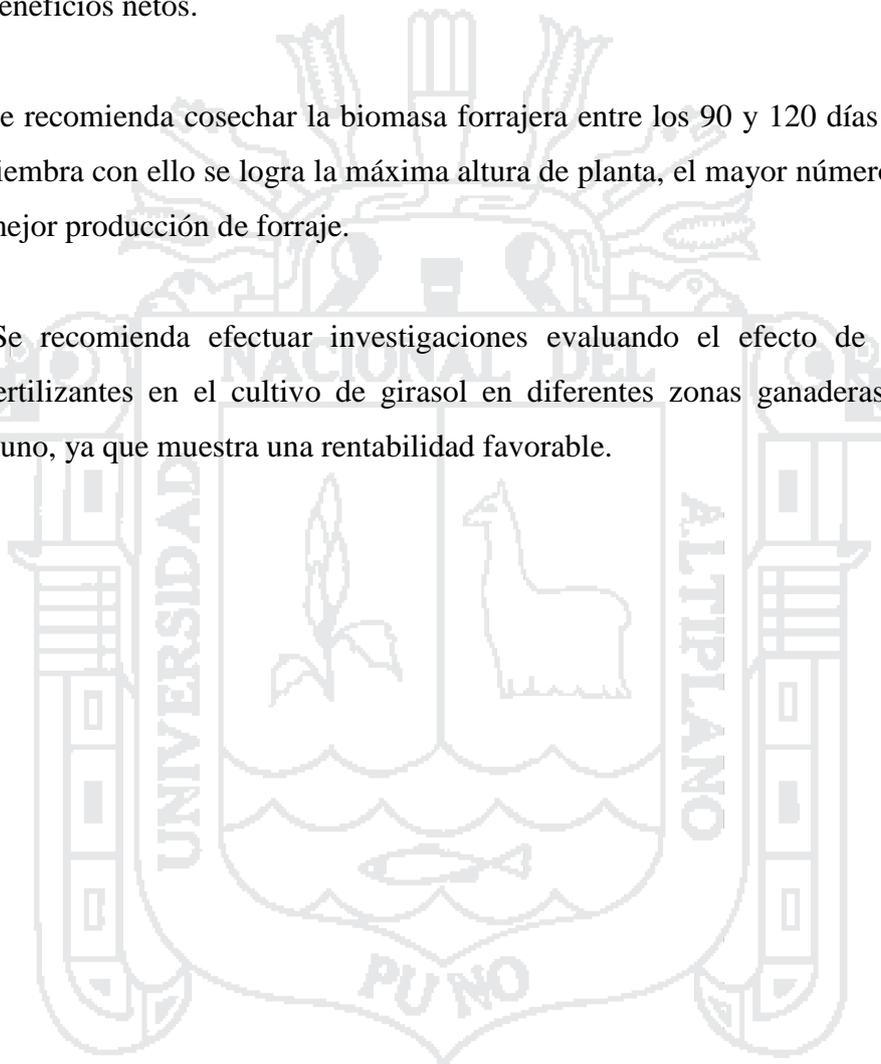
CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados que se han obtenido en el presente trabajo se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Para la producción de forraje verde de girasol, la mejor época de siembra fue en 13 de noviembre (S2), obteniéndose la más alta producción con 41,560 y 8,020 kg/ha de materia verde y materia seca respectivamente.
2. Las mayores alturas de plantas a los 120 días después con 113.05 y 103.80 cm, que corresponde a las fechas de siembra del 25 de octubre (S1) y 13 de noviembre (S2) respectivamente. En cuanto al número de hojas por planta a los 30, 60, y 90 días después de la siembra, no existe diferencias estadísticas, en cambio a los 120 días sobresalen los tratamientos (S2) y (S1) logrando 28.05 y 25.80 hojas. El mayor diámetro de tallo se logró en el tratamiento (S1) con 2.25 cm. Y el mayor número de flores por planta se encontró en el tratamiento (S1) con 4.75 seguido por el tratamiento (S2) 3.75 flores por planta.
3. El estimado económico indica con el tratamiento S2 (25/10/2014) se obtiene el mayor beneficio neto que asciende a S/. 3,082.60, con un índice de rentabilidad de 58.95%

RECOMENDACIONES

1. En las condiciones del Altiplano de Puno, zona Suni, que el cultivo de girasol para producción de forraje verde se debe sembrar desde el 25 de octubre al 13 de noviembre para lograr la mayor producción de forraje verde y obtener mayores beneficios netos.
2. Se recomienda cosechar la biomasa forrajera entre los 90 y 120 días después de la siembra con ello se logra la máxima altura de planta, el mayor número de hojas y la mejor producción de forraje.
3. Se recomienda efectuar investigaciones evaluando el efecto de los abonos y fertilizantes en el cultivo de girasol en diferentes zonas ganaderas de la región Puno, ya que muestra una rentabilidad favorable.



BIBLIOGRAFÍA

- ALBA, O. y LLANOS, C. 1990. El Cultivo del Girasol. Editorial Mundi Prensa. Madrid, España.
- BERLIJN, J. y BERNARDON, A. 1991. Cultivos forrajeros. Editorial Trillas, S.A. de C.V., México.
- CATARI, H. N. 2009. Efecto del distanciamiento entre surcos y golpes en la producción de forraje de girasol (*Helianthus annuus* L.) en Moquegua. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, Perú.
- 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. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, Perú.
- CHOQUE, J. 2005. Producción y manejo de especies forrajeras. Oficina Universitaria de Investigación. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- FASSIO, A. COZZOLINO, D y FERNADEZ, E. 2001. Girasol: alternativa forrajera. Editado por: Unidad de agronegocios y difusión del INIA. Montevideo, Uruguay.
- GUERRERO, O. 1999. Cultivos herbáceos extensivos. Editorial Horizonte. Córdoba, España.
- HARVARD, J. 1978. Las plantas forrajeras tropicales. Editorial Blume. Barcelona, España.
- QUIROGA, C. 1999. El cultivo de girasol en siembra directa. Consorcio Regional de Actualización Técnica CREA. Cuaderno de Actualización Técnica N° 62. 96 al 102 pp.

- MELLENDEZ, G. y SOTO G., 2002. Conociendo los abonos orgánicos. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo ACCS/CIA-CATIE. Costa Rica.
- MILTHORPE, F. y MOORBY, J. 1982. Introducción a la Fisiología de los cultivos. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina.
- PENICHET, M. GUERRA, M y CARBALLO, P. 1997. El girasol. Sus posibilidades económico-productivas en el desarrollo agropecuario. La Habana, Cuba
- PEREZ, M. 2007. El cultivo del girasol. Dirección General de Desarrollo Rural. Edit. Centro de Transferencia agroalimentaria. Gobierno de Aragón, España.
- ROBLES, E. 1991. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial Trillas. México D.F, México.
- SAUMEL, H. 1976. Girasol: técnicas actualizadas para su mejoramiento y cultivo. Editorial Hemisferio sur. México.
- SILVEIRA, N. Y DURAN, J., 2000. Manejo del cultivo de girasol. Departamento de Producción Vegetal. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Editorial Universitaria. Universidad Politécnica de Madrid. España.
- TOSO, M. 2010. El girasol (*Helianthus annuus* L.). Editorial Hemisferio Sur. Argentina.
- TRAPANI, F. 1999. Desarrollo, crecimiento y generación del rendimiento del girasol. Consorcio Regional de Actualización Técnica CREA. Cuaderno de Actualización Técnica N° 62.
- VILCA, G. 2010. Asociación de girasol silvestre (*Helianthus annuus* L.) y cebada variedad UNA-80 (*Hordeum vulgare* L.) para la producción de forraje en el CIP – Illpa. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad

Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, Perú.

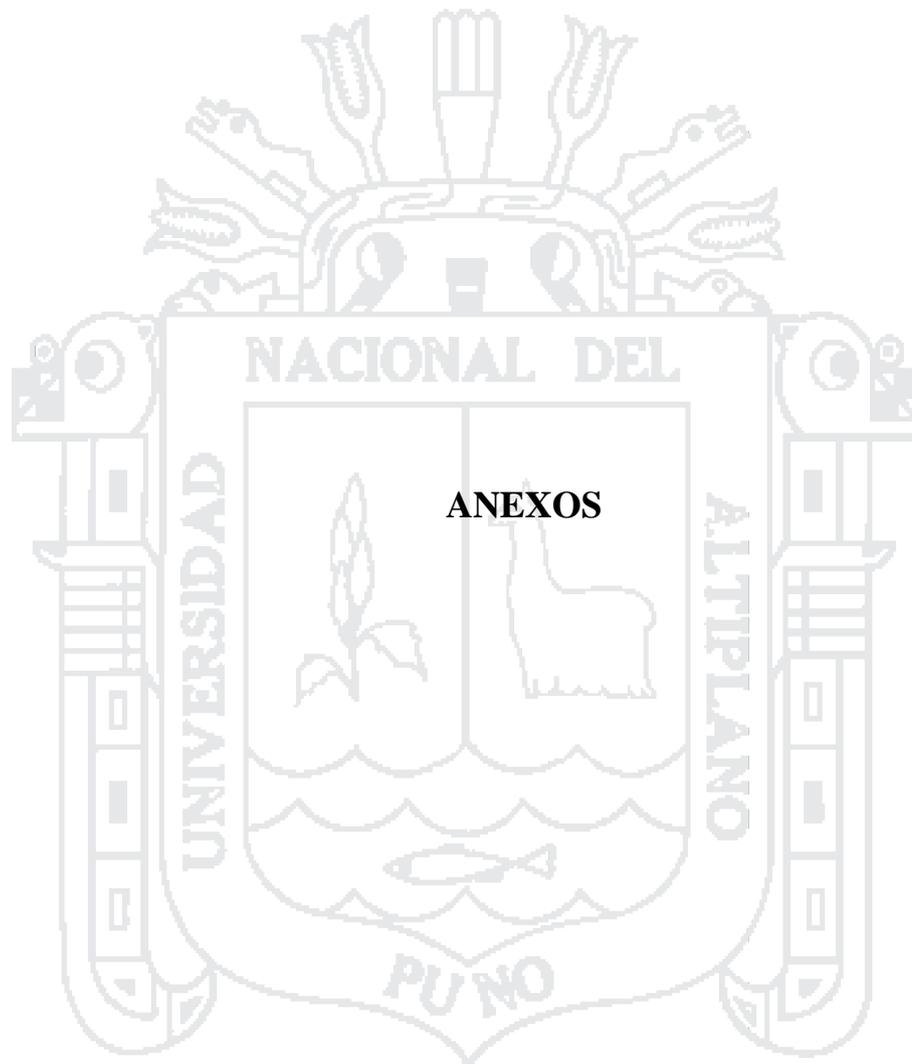
WEBGRAFÍA:

ÁVILA, N. 2009. Manual para el cultivo de girasol. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA. Serie B – N° 20. Araure, Venezuela. [fecha de consulta: 26 de junio del 2014]. Disponible en web: http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/noperiodicas/pdf/Manual%20de%20girasol_dgtl.pdf

COLABORADORES DE WIKIPEDIA. 2014. *Helianthus annuus* [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2014 [fecha de consulta: 21 de junio del 2014]. Disponible en [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Helianthus annuus&oldid=88376463](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Helianthus_annuus&oldid=88376463)

DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN AGRÍCOLA - MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (DGIEA-MAG). 1991. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. [fecha de consulta: 25 de Agosto del 2014]. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-girasol.pdf

PEREIRA, S. FLORES G. GONZALEZ, A FERNADEZ, B. VALAADRES, J, DIAZ, N. y RESCH, C. 2014. Rendimiento y valor nutricional del girasol (*Helianthus annuus* L.) aprovechado para forrajes tras la floración. Centro de Investigación Agraria de Mabegondo. [fecha de consulta: 15 de julio del 2014]. Disponible en: <http://www.pastoscantabria2014.es/textos/comunicaciones/pa1.pdf>



Anexo 1. Base de datos para altura de plantas evaluadas a los 30 días

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	3.98	6.30	11.70	9.10	9.70	40.78
II	3.72	5.46	9.20	11.70	11.20	41.28
III	3.56	2.94	9.10	9.50	6.80	31.90
IV	3.66	2.90	8.90	8.50	6.00	29.96
Y _i	14.92	17.60	38.90	38.80	33.70	143.92

Anexo 2. Base de datos para altura de plantas evaluadas a los 60 días

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	21.30	40.00	52.20	41.40	25.20	180.10
II	17.00	39.00	32.60	42.20	26.20	157.00
III	17.70	17.40	40.20	45.60	29.40	150.30
IV	17.80	15.40	38.20	42.00	27.80	141.20
Y _i	73.80	111.80	163.20	171.20	108.60	628.60

Anexo 3. Base de datos para altura de plantas evaluadas a los 90 días

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	76.20	95.20	99.60	82.00	29.60	382.60
II	76.00	95.40	52.80	79.60	29.80	333.60
III	62.60	38.00	75.40	70.00	39.40	285.40
IV	64.40	36.00	73.40	68.00	36.80	278.60
Y _i	279.20	264.60	301.20	299.60	135.60	1280.20

Anexo 4. Base de datos para altura de plantas evaluadas a los 120 días

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	146.00	119.00	0.00	0.00	0.00	265.00
II	104.00	118.00	0.00	0.00	0.00	222.00
III	102.20	80.20	0.00	0.00	0.00	182.40
IV	100.00	98.00	0.00	0.00	0.00	198.00
Y _i .	452.20	415.20	0.00	0.00	0.00	867.40

Anexo 5. Base de datos para número de hojas por planta evaluadas a los 30 días

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	6.40	13.20	7.60	7.40	7.20	41.80
II	6.60	8.00	6.80	7.40	5.20	34.00
III	6.40	5.60	6.60	6.80	5.40	30.80
IV	6.00	4.60	5.50	6.00	5.00	27.10
Y _i .	25.40	31.40	26.50	27.60	22.80	133.70

Anexo 6. Base de datos para número de hojas por planta evaluadas a los 60 días

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	14.80	22.80	14.60	16.20	11.80	80.20
II	12.80	16.20	12.00	13.20	12.80	67.00
III	14.00	11.40	11.40	15.80	14.80	67.40
IV	12.00	10.50	10.00	14.50	12.50	59.50
Y _i .	53.60	60.90	48.00	59.70	51.90	274.10

Anexo 7. Base de datos para número de hojas por planta evaluadas a los 90 días

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	28.60	23.80	24.00	28.80	20.20	125.40
II	24.20	26.60	19.80	18.80	17.40	106.80
III	18.20	17.00	23.80	21.60	14.80	95.40
IV	16.20	14.00	22.40	20.50	14.50	87.60
Y _{i.}	87.20	81.40	90.00	89.70	66.90	415.20

Anexo 8. Base de datos para número de hojas por planta evaluadas a los 120 días

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	31.00	37.80	0.00	0.00	0.00	68.80
II	25.80	31.40	0.00	0.00	0.00	57.20
III	24.20	23.00	0.00	0.00	0.00	47.20
IV	22.20	20.00	0.00	0.00	0.00	42.20
Y _{i.}	103.20	112.20	0.00	0.00	0.00	215.40

Anexo 9. Base de datos de diámetro de tallo de girasol

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	2.50	2.00	1.50	1.50	1.00	8.50
II	2.00	2.00	1.20	1.00	1.20	7.40
III	2.50	1.50	1.20	1.20	1.00	7.40
IV	2.00	1.50	1.50	1.00	1.00	7.00
Y _{i.}	9.00	7.00	5.40	4.70	4.20	30.30

Anexo 10. Base de datos de número de flores por planta de girasol

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	6.00	6.00	4.00	2.00	0.00	18.00
II	5.00	4.00	2.00	1.00	0.00	12.00
III	4.00	2.00	2.00	1.00	0.00	9.00
IV	4.00	3.00	2.00	2.00	0.00	11.00
Y _{i.}	19.00	15.00	10.00	6.00	0.00	50.00

Anexo 11. Base de datos de producción de forraje verde de girasol (5m²)

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	19.00	23.30	16.70	4.20	0.00	63.20
II	20.00	25.20	15.70	6.90	0.00	67.80
III	19.50	18.20	13.90	6.80	0.00	58.40
IV	17.30	16.80	14.80	4.80	0.00	53.70
Y _{i.}	75.80	83.50	61.10	22.70	0.00	243.10

Anexo 12. Base de datos de producción de forraje seco de girasol (5m²)

Bloques	Tratamientos					Y _j
	S1	S2	S3	S4	S5	
I	3.80	4.48	3.93	0.88	0.00	13.09
II	4.00	4.85	3.69	1.44	0.00	13.98
III	3.90	3.50	3.27	1.42	0.00	12.09
IV	3.46	3.23	3.48	1.00	0.00	11.18
Y _{i.}	15.16	16.06	14.38	4.75	0.00	50.34

Anexo 13. Resultados de SPSS v23 para altura de planta evaluadas a los 30 días

Between-Subjects Factors

		N
Bloq1	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha1	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Altural1

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	156,832 ^a	7	22,405	15,502	,000
Intercept	1035,648	1	1035,648	716,578	,000
Bloq1	20,803	3	6,934	4,798	,020
Fecha1	136,028	4	34,007	23,530	,000
Error	17,343	12	1,445		
Total	1209,823	20			
Corrected Total	174,175	19			

a. R Squared = .900 (Adjusted R Squared = .842)

Post Hoc Tests

Fecha1

Altural1

Duncan^{a,b}

Fecha1	N	Subset	
		1	2
1,00	4	3,7300	
2,00	4	4,4000	
5,00	4		8,4250
4,00	4		9,7000
3,00	4		9,7250
Sig.		,446	,171

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1.445.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .01.

Anexo 14. Resultados de SPSS v23 para altura de planta evaluadas a los 60 días

Between-Subjects Factors

		N
Bloq2	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha2	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Altura2

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1829,542 ^a	7	261,363	5,167	,007
Intercept	19756,898	1	19756,898	390,568	,000
Bloq2	165,610	3	55,203	1,091	,390
Fecha2	1663,932	4	415,983	8,223	,002
Error	607,020	12	50,585		
Total	22193,460	20			
Corrected Total	2436,562	19			

a. R Squared = .751 (Adjusted R Squared = .606)

Post Hoc Tests

Fecha2

Altura2

Duncan^{a,b}

Fecha2	N	Subset	
		1	2
1,00	4	18,4500	
5,00	4	27,1500	27,1500
2,00	4	27,9500	27,9500
3,00	4		40,8000
4,00	4		42,8000
Sig.		,097	,013

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 50.585.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .01.

Anexo 15.Resultados de SPSS v23 para altura de planta evaluadas a los 90 días

Between-Subjects Factors

		N
Bloq3	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha3	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Altura3

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6166,054 ^a	7	880,865	3,040	,044
Intercept	81945,602	1	81945,602	282,832	,000
Bloq3	1402,966	3	467,655	1,614	,238
Fecha3	4763,088	4	1190,772	4,110	,025
Error	3476,784	12	289,732		
Total	91588,440	20			
Corrected Total	9642,838	19			

a. R Squared = .639 (Adjusted R Squared = .429)

Post Hoc Tests

Fecha3

Altura3

Duncan^{a,b}

Fecha3	N	Subset	
		1	2
5,00	4	33,9000	
2,00	4		66,1500
1,00	4		69,8000
4,00	4		74,9000
3,00	4		75,3000
Sig.		1,000	,494

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 289.732.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .05.

Anexo 16. Resultados de SPSS v23 para altura de planta evaluadas a los 120 días

Between-Subjects Factors

		N
Bloq4	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha4	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Altura4

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	57377,246 ^a	7	8196,749	57,809	,000
Intercept	37619,138	1	37619,138	265,313	,000
Bloq4	777,414	3	259,138	1,828	,196
Fecha4	56599,832	4	14149,958	99,794	,000
Error	1701,496	12	141,791		
Total	96697,880	20			
Corrected Total	59078,742	19			

a. R Squared = .971 (Adjusted R Squared = .954)

Post Hoc Tests

Fecha4

Altura4

Duncan^{a,b}

Fecha4	N	Subset	
		1	2
3,00	4	,0000	
4,00	4	,0000	
5,00	4	,0000	
2,00	4		103,8000
1,00	4		113,0500
Sig.		1,000	,294

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 141.791.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .01.

Anexo 17. Resultados de SPSS v23 para N° de hojas/planta evaluadas a los 30 días

Between-Subjects Factors

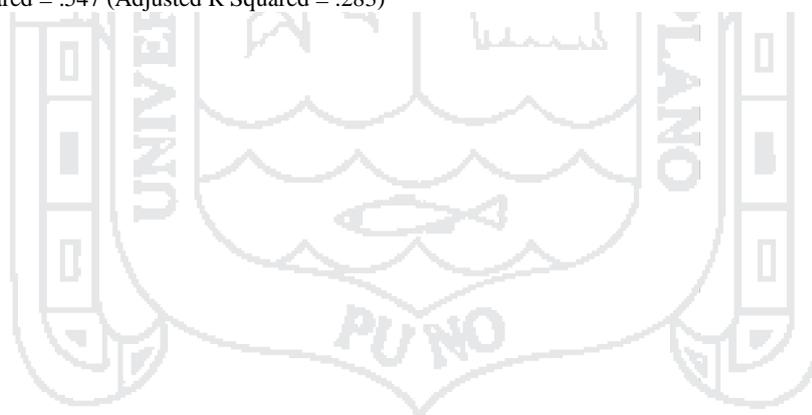
		N
Bloq5	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha5	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hojas5

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	33,432 ^a	7	4,776	2,074	,128
Intercept	893,785	1	893,785	388,124	,000
Bloq5	23,474	3	7,825	3,398	,054
Fecha5	9,958	4	2,490	1,081	,409
Error	27,634	12	2,303		
Total	954,850	20			
Corrected Total	61,066	19			

a. R Squared = .547 (Adjusted R Squared = .283)



Anexo 18. Resultados de SPSS v23 para N° de hojas/planta evaluadas a los 60 días

Between-Subjects Factors

		N
Bloq6	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha6	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hojas6

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	73,596 ^a	7	10,514	1,632	,217
Intercept	3756,541	1	3756,541	583,216	,000
Bloq6	44,269	3	14,756	2,291	,130
Fecha6	29,327	4	7,332	1,138	,385
Error	77,293	12	6,441		
Total	3907,430	20			
Corrected Total	150,889	19			

a. R Squared = .488 (Adjusted R Squared = .189)

Anexo 19. Resultados de SPSS v23 para N° de hojas/planta evaluadas a los 90 días

Between-Subjects Factors

		N
Bloq7	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha7	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hojas7

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	255,035 ^a	7	36,434	3,423	,030
Intercept	8619,552	1	8619,552	809,899	,000
Bloq7	161,712	3	53,904	5,065	,017
Fecha7	93,323	4	23,331	2,192	,131
Error	127,713	12	10,643		
Total	9002,300	20			
Corrected Total	382,748	19			

a. R Squared = .666 (Adjusted R Squared = .472)

Anexo 20. Resultados de SPSS v23 para N°de hojas/planta evaluadas a los 120 días

Between-Subjects Factors

		N
Bloq8	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
Fecha8	4,00	5
	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hojas8

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3572,846 ^a	7	510,407	39,208	,000
Intercept	2319,858	1	2319,858	178,204	,000
Bloq8	82,934	3	27,645	2,124	,151
Fecha8	3489,912	4	872,478	67,021	,000
Error	156,216	12	13,018		
Total	6048,920	20			
Corrected Total	3729,062	19			

a. R Squared = .958 (Adjusted R Squared = .934)

Post Hoc Tests

Fecha8

Hojas8

Duncan^{a,b}

Fecha8	N	Subset	
		1	2
3,00	4	,0000	
4,00	4	,0000	
5,00	4	,0000	
1,00	4		25,8000
2,00	4		28,0500
Sig.		1,000	,395

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 13.018.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .01.

Anexo 21. Resultados de SPSS v23 para diámetro de tallos de girasol

Between-Subjects Factors

		N
Bloq9	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha9	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Diametro9

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,067 ^a	7	,581	12,961	,000
Intercept	45,904	1	45,904	1023,892	,000
Bloq9	,250	3	,083	1,855	,191
Fecha9	3,818	4	,955	21,290	,000
Error	,538	12	,045		
Total	50,510	20			
Corrected Total	4,605	19			

a. R Squared = .883 (Adjusted R Squared = .815)

Post Hoc Tests

Fecha9

Diametro9

Duncan^{a,b}

Fecha9	N	Subset		
		1	2	3
5,00	4	1,0500		
4,00	4	1,1750		
3,00	4	1,3500	1,3500	
2,00	4		1,7500	
1,00	4			2,2500
Sig.		,080	,020	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .045.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .01.

Anexo 22. Resultados de SPSS v23 para número de flores por planta de girasol

Between-Subjects Factors

		N
Bloq10	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha10	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Flores10

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	64,500 ^a	7	9,214	17,011	,000
Intercept	125,000	1	125,000	230,769	,000
Bloq10	9,000	3	3,000	5,538	,013
Fecha10	55,500	4	13,875	25,615	,000
Error	6,500	12	,542		
Total	196,000	20			
Corrected Total	71,000	19			

a. R Squared = .908 (Adjusted R Squared = .855)

Post Hoc Tests

Fecha10

Flores10

Duncan^{a,b}

Fecha10	N	Subset			
		1	2	3	4
5,00	4	,0000			
4,00	4	1,5000	1,5000		
3,00	4		2,5000	2,5000	
2,00	4			3,7500	3,7500
1,00	4				4,7500
Sig.		,014	,079	,033	,079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .542.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .01.

Anexo 23. Resultados de SPSS v23 para producción de forraje verde de girasol

Between-Subjects Factors

		N
Bloq11	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha11	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FjeVerde11

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1308,902 ^a	7	186,986	55,641	,000
Intercept	2954,881	1	2954,881	879,276	,000
Bloq11	22,185	3	7,395	2,201	,141
Fecha11	1286,717	4	321,679	95,721	,000
Error	40,327	12	3,361		
Total	4304,110	20			
Corrected Total	1349,229	19			

a. R Squared = .970 (Adjusted R Squared = .953)

Post Hoc Tests

Fecha11

FjeVerde11

Duncan^{a,b}

Fecha11	N	Subset			
		1	2	3	4
5,00	4	,0000			
4,00	4		5,6750		
3,00	4			15,2750	
1,00	4			18,9500	18,9500
2,00	4				20,8750
Sig.		1,000	1,000	,015	,163

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 3.361.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .01.

Anexo 24. Resultados de SPSS v23 para producción de forraje seco de girasol

Between-Subjects Factors

		N
Bloq12	1,00	5
	2,00	5
	3,00	5
	4,00	5
Fecha12	1,00	4
	2,00	4
	3,00	4
	4,00	4
	5,00	4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: FjeSeco12

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	53,413 ^a	7	7,630	58,770	,000
Intercept	126,655	1	126,655	975,511	,000
Bloq12	,890	3	,297	2,284	,131
Fecha12	52,523	4	13,131	101,134	,000
Error	1,558	12	,130		
Total	181,626	20			
Corrected Total	54,971	19			

a. R Squared = .972 (Adjusted R Squared = .955)

Post Hoc Test

Fecha12

FjeSeco12

Duncan^{a,b}

Fecha12	N	Subset		
		1	2	3
5,00	4	,0000		
4,00	4		1,1850	
3,00	4			3,5925
1,00	4			3,7900
2,00	4			4,0150
Sig.		1,000	1,000	,140

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = .130.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

b. Alpha = .01.

Anexo 25. Costo de producción del cultivo de girasol con fines de producción de forraje verde

Actividad	Unidad Medida	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo Parcial (S/.)
I. Costo Directo (CD)				4,754.00
A. Gastos de cultivo				2,400.00
1 Preparación del terreno				500.00
1.1. Arado	Hr/Maq	3	50.00	150.00
1.2. Rastra	Hr/Maq	3	50.00	150.00
1.3. Surcado	Hr/Maq	4	50.00	200.00
2 Siembra				240.00
2.1. Siembra manual	Jornal	8	30.00	240.00
3 Labores culturales				180.00
3.1. Deshierbo	Jornal	4	30.00	120.00
3.2. Riego	Jornal	2	30.00	60.00
4 Cosecha				360.00
4.1 Siega	Jornal	12	30.00	360.00
5 Almacenamiento				120.00
5.1 Carguío y descargue	Jornal	2	30.00	60.00
5.2 Ensilado	Jornal	2	30.00	60.00
6 Insumos				1,000.00
6.1 Semilla	Kg	20	10.00	200.00
6.2 Estiércol	t	5	150.00	750.00
6.3 Transporte	Servicio	1	50.00	50.00
B. Gastos generales				2,354.00
Imprevistos (10% de Gastos de cultivo)				192.00
2 Alquiler de terreno				500.00
Depreciación de herramientas y equipos				1,662.00
II. Costo Indirecto (CI)				
A. Costos financieros (10% de CD)				475.40
Costo Total (S/.)				5,229.40

Anexo 26. Depreciación de herramientas y equipos

Herramientas y equipos	Unidad Medida	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)	Vida Útil	Dep.
Pala	Pieza	3	25.00	75.00	4	18.75
Raucana	Pieza	4	15.00	60.00	4	15.00
Chaquitacla	Pieza	3	75.00	225.00	5	45.00
Pico	Pieza	3	25.00	75.00	4	18.75
Hoz	Pieza	6	15.00	90.00	4	22.50
Machete	Pieza	6	28.00	168.00	4	42.00
Moto guadaña	Pieza	3	1,500.00	4,500.00	3	1,500.00
Depreciación total (S/.)						1,662.00

Anexo 27. Panel fotográfico**Figura 5.** Inicio del marcado del terreno del tratamiento S1, 25 de octubre del 2014**Figura 6.** Inicio de la siembra del tratamiento S1, 25 de Octubre del 2014



Figura 7. Inicio de emergencia del tratamiento S1, 14 de noviembre del 2014



Figura 8. Inicio de la siembra del tratamiento S2, 13 de noviembre del 2014



Figura 9. Inicio de la siembra del tratamiento S3, 03 de diciembre del 2014



Figura 10. Inicio de la siembra del tratamiento S4, 23 de diciembre del 2014



Figura 11. Inicio de la siembra del tratamiento S5, 12 de enero del 2015



Figura 12. Primer deshierbo de los tratamientos a los 90 días



Figura 13. Segundo deshierbo de los tratamientos a los 120 días



Figura 14. Fase de iniciación floral de los tratamientos S1 a los 118 días, S2 a los 127 días, S3 a los 90 días



Figura 15. Fase de la cosecha a los 163 días del tratamiento de la S1



Figura 16. Fase de la cosecha a los 148 días del tratamiento de la S2



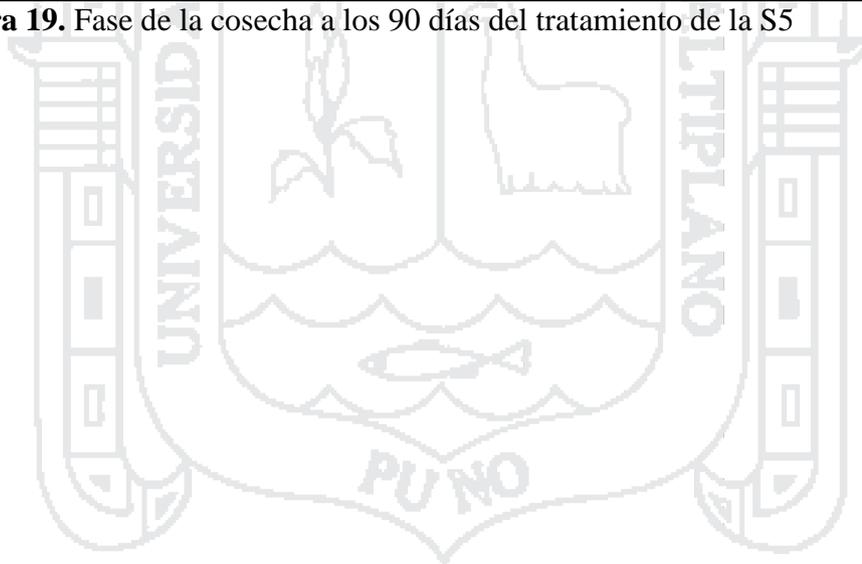
Figura 17. Fase de la cosecha a los 111 días del tratamiento de la S3



Figura 18. Fase de la cosecha a los 98 días del tratamiento de la S4



Figura 19. Fase de la cosecha a los 90 días del tratamiento de la S5



Anexo 28. Análisis de caracterización de suelos

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRONOMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

ANALISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

NOMBRE : Br. Mario Cruz Huaranca
 PROCEDENCIA : CIP Illpa UNAP
 FECHA RECEPCION : 15/09/2014
 FECHA DE ENTREGA : 29/09/2014
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLAVE DE CAMPO	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ^m %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	Parcela de Tesis	52.80	14.52	32.68	Franco	0.00	3.82	0.19

# ORD	pH	C.E. mS/cm	C.E. (e) mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100 g	S.B. %
				P ppm	K ppm	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺		
						me/100 g suelo						
01	7.14	0.23	1.10	12.27	128	10.69	3.22	0.12	0.13	0.00	16.45	86.07

FArA = Franco arcillo arenoso FAr = Franco arcilloso
 Ar = Arcilloso M.O.=Materia orgánica
 FArA = Franco arcillo arenoso P = Fósforo disponible
 CIC= Capacidad Intercambio Cationico K = Potasio disponible
 N = Nitrógeno total C.E. = Conductividad eléctrica
 K⁺ = Potasio cambiabile SB = Saturación de bases
 A= Arena Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 Ca²⁺= Calcio cambiabile mS/cm = milisiemens por centímetro
 Na⁺= Sodio cambiabile C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 CO₃^m = Carbonatos Al³⁺ = Aluminio cambiabile
 me = miliequivalente

M.Sc. Patricia Pacheco Callor
ANALISTA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

M.Sc. Angel Cari Choquehuani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Anexo 29. Informe de análisis de alimentos



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Av. Floral 1153, C.U. Telf. (051) 366080 IP. 20102 Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



LABORATORIO DE EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

INFORME DE ANÁLISIS DE ALIMENTOS Nro. 0053-2015-LENA-EPIA

SOLICITANTE : MARIO CRUZ HUARANCA
 PROCEDENCIA : CIP ILLPA
 PRODUCTO : GIRASOL FORRAJERO
 ANALISIS SOLICITADO : FISICO QUIMICO
 FECHA DE RECEPCION : 20-04-2015
 FECHA DE ENSAYO : 20-04-2015
 FECHA DE EMISION : 24-04-2015

RESULTADOS:
 De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

DETERMINACIONES FÍSICO - QUÍMICAS:

ENSAYOS	S - 1	S-2	S-3
MATERIA SECA %	20,00	19,23	23,53
CENIZAS %	5,85	6,23	5,42
PROTEINA %	18,61	18,61	17,88
GRASA %	8,35	6,95	6,92
FIBRA %	21,45	11,41	13,26
CARBOHIDRATOS %	45,74	56,80	55,52

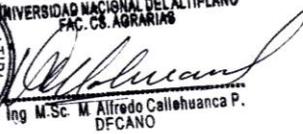
METODOS UTILIZADOS EN LABORATORIO:
 - AOAC. 1990
 - KOSSODO S.A. 1990-2000

CONCLUSIÓN : Los resultados Físico Químicos están conformes.

Puno, C. U. 24 de abril del 2015



Ing. GSWALDU ARPAÑI ALCA
Control de Calidad de Alimentos
LABORATORIO
C.I.P 180625



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FAC. CS. AGRARIAS
Ing. M.Sc. M. Alfredo Callohuanca P.
DEFCANO