

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



**“PRODUCCION DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa* L.)
CON FERTILIZACIÓN FRACCIONADA DE NITRÓGENO Y
ABONOS ORGANICOS EN EL CIP CAMACANI - UNA-
PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

DANIEL FLORES CAHUANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PUNO – PERÚ

2019

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

“PRODUCCION DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa* L.)
CON FERTILIZACIÓN FRACCIONADA DE NITRÓGENO Y
ABONOS ORGANICOS EN EL CIP CAMACANI - UNA -
PUNO”

TESIS PRESENTADA POR:

DANIEL FLORES CAHUANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO



APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

- PRESIDENTE** : _____
D.Sc. LUIS ALFREDO PALAO ITURREGUI
- PRIMER MIEMBRO** : _____
M.Sc. JULIO MAYTA QUISPE
- SEGUNDO MIEMBRO** : _____
M.Sc. LUIS AMILCAR BUENO MACEDO
- DIRECTOR / ASESOR** : _____
M.Sc. FRANCIS MIRANDA CHOQUE

Área : CIENCIAS AGRÍCOLAS
Tema : MANEJO DE PASTIZALES Y CULTIVOS FORRAJEROS

FECHA DE SUSTENTACIÓN 15 DE NOVIEMBRE DEL 2019

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi compañero, mi guía y

Fortaleza espiritual que me ayudo a no

Desvanecer.

Doy infinitas gracias...

A mis padres Jesús y Felipa por su
paciencia, por creer y confiar en mí, por
su amor y apoyo por sus consejos y
regaños, guiarme por el camino correcto
y sobre todo ser modelo de ejemplo a
seguir.

A mis hermanos: Yina, Jesús, Ioni, Juan,
Marleni, Jesfil, Alex y Eddy por
haberme apoyado en este largo camino
de mi vida, doy gracias a su apoyo
incondicional.

A la vida por permitirme compartir este
triunfo con los seres que más quiero y
por enseñarme lo aprendido.

Daniel f.

AGRADECIMIENTOS

- A la primera casa de estudios, por ser mi segundo hogar durante todo el periodo de mi formación profesional, y por haber depositado su confianza en mí para llevar a cabo este proyecto de investigación.
- Al Mg. Sc. Ing. Francis Miranda Choque por su orientación y asesoramiento en la conducción del trabajo de investigación.
- Al Centro de Investigación y Producción Camacani, al Ing. Amadeo Atención Durand, administrador y a todo el personal que labora por brindarme el apoyo para la realización del presente trabajo.
- A mi hermano político, un gran amigo Christian Luis Mamani Aycaya, por haberme impulsado en cumplir mis metas, gracias por tu apoyo hasta el día de hoy.
- A los miembros del jurado: D.Sc. Luis Alfredo Palao Iturregui, M.Sc. Julio Mayta Quispe y M.Sc. Luis Amilcar Bueno Macedo, por su rigurosidad, correcciones y comprensión en la evaluación durante la elaboración del presente estudio.
- A los Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias en especial a los de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronomía, por guiarme y enseñarme durante los años de estudio.
- A los miembros de mi familia por su apoyo incondicional y a todas aquellas personas que de una u otra forma depositaron su granito de arena en beneficio del presente proyecto.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1. OBJETIVO GENERAL	17
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
II. REVISIÓN DE LITERATURA	18
2.1. CULTIVO DE LA AVENA.....	18
2.1.1. Valor nutritivo de la avena	18
2.1.2. Avena INIA 902 – Africana	19
2.1.3. Rendimiento	19
2.1.4. Calidad nutricional	20
2.2. CLIMODIAGRAMA	21
2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	21
2.4. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	21
2.4.1. Fases fenológicas del cultivo de avena	21
2.4.2. Requerimientos edafoclimaticos.....	23
2.4.3. Altura de planta	24
2.5. REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES DEL CULTIVO DE AVENA	24
2.5.1. Nitrógeno.....	24
2.5.2. Función del nitrógeno en las plantas.....	25
2.5.3. Síntomas de deficiencia de nitrógeno en la planta	25
2.5.4. Dosis adecuada de la fertilización.....	26
2.5.5. Fertilización nitrogenada en avena	26
2.5.6. Fraccionamiento del nitrógeno	27
2.6. ABONO ORGÁNICO.....	28

2.6.1.	Ventajas del abono orgánico.....	28
2.6.2.	Estiércol de lombriz.....	29
2.6.3.	Guano de islas	30
2.7.	COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD.....	31
2.7.1.	Costos variables.....	31
2.7.2.	Costos fijos.....	31
2.7.3.	Costo total	31
2.7.4.	Rentabilidad	31
2.7.5.	Relación beneficio/costo.....	32
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1.	MEDIO EXPERIMENTAL	33
3.1.1.	Lugar experimental.....	33
3.1.2.	Ubicación política.....	33
3.1.3.	Ubicación geográfica.....	33
3.1.4.	Historial del campo experimental	33
3.1.5.	Condiciones Climatológicas	34
3.1.6.	Análisis del suelo experimental	37
3.2.	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	38
3.2.1.	Semilla.....	38
3.2.2.	Abono.....	39
3.2.3.	Fertilizante nitrogenado.....	40
3.2.4.	Materiales y equipos de campo.....	40
3.3.	CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	41
3.4.	FACTORES DE ESTUDIO	41
3.5.	VARIABLES DE RESPUESTA Y OBSERVACIONES	43
3.5.1.	Variables de respuesta	43
3.5.2.	Observaciones	44
3.6.	CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	44
3.6.1.	Preparación de terreno.....	44

3.6.2.	Marcado y surcado del terreno.....	44
3.6.3.	Abonamiento	44
3.6.4.	Siembra	44
3.6.5.	Fertilización fraccionada	45
3.6.6.	Control de malezas	45
3.6.7.	Cosecha de forraje	46
3.7.	ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LA BIOMASA VERDE.....	46
3.7.1.	Determinación de materia seca	46
3.7.2.	Determinación de proteína cruda.....	47
3.7.3.	Análisis de fibra detergente neutro (FDN).....	47
3.8.	MEDICIONES Y EVALUACIONES DE VARIABLES DE RESPUESTA.....	47
3.8.1.	Número de plantas establecidas	47
3.8.2.	Atura de planta	47
3.8.3.	Fase fenológica.....	47
3.8.4.	Área foliar	48
3.8.5.	Rendimientos de materia verde.....	48
3.8.6.	Rendimiento de materia seca	48
3.8.7.	Análisis del contenido de proteína cruda y fibra detergente neutro	48
3.8.8.	Costos de producción y rentabilidad.....	49
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	50
4.1.	CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS Y AGRONÓMICAS	50
4.1.1.	Densidad de planta (N°plantas/m ²).....	50
4.1.2.	Altura de planta (cm/planta)	52
4.1.3.	Fases fenológicas.....	54
4.1.4.	Área foliar (cm ² /hoja).....	63
4.2.	RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE.....	66
4.2.1.	Rendimiento de materia verde (kg/ha).....	66
4.2.2.	Rendimiento de materia seca (kg/ha).....	68
4.2.3.	Porcentaje de materia seca (%)	71

4.2.4.	Contenido de proteína cruda (%)	74
4.2.5.	Contenido de fibra detergente neutro (%)	77
4.3.	COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD ECONÓMICA	80
4.3.1.	Costos de producción	80
4.3.2.	Análisis económico	81
V.	CONCLUSIONES	84
VI.	RECOMENDACIONES	85
VII.	REFERENCIAS	86
	ANEXOS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.- Temperatura (Julio 2018 – Junio 2019) y la normal de 10 años, según estación meteorológica Rincón de la Cruz –Acora.....	34
Figura 2.- Precipitación pluvial (2018 - 2019) y la normal de 10 años según estación meteorológica Rincón de la Cruz – Acora.....	35
Figura 3.- Climodiagrama, Acora 2018 – 2019.....	36
Figura 4.- Climodiagrama, Promedio de 10 años. Acora.....	37
Figura 5. Densidad de planta de avena forrajera por tratamientos (N°plantas/m ²).	51
Figura 6. Altura de planta de avena forrajera por tratamientos (cm/planta).....	53
Figura 7.- Dias a la emergencia por tratamiento (días/fase)	55
Figura 8.- Dias de macollamiento por tratamiento (días/fase)	58
Figura 9.- Dias de elongamiento (encañado) por tratamiento (días/fase)	60
Figura 10.- Dias al embuche por tratamiento (días/fase)	62
Figura 11 .- Tamaño de área foliar avena forrajera por tratamientos (cm ² /hoja)	65
Figura 12. Materia verde de avena forrajera por tratamientos kg/ha.	67
Figura 13. Rendimiento materia seca de avena forrajera por tratamientos (kg/ha).	70
Figura 14. Porcentaje materia seca de avena forrajera por tratamientos (%).	73
Figura 15. Contenido de proteína cruda por tratamiento (%).	76
Figura 16. Contenido de fibra detergente neutro por tratamiento (%).	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.- Análisis físico químico a inicio de la ejecución del experimento.	38
Tabla 2.- Análisis químico de estiércol de lombriz.	39
Tabla 3.- Análisis químico de guano de isla.	40
Tabla 4.- Clave de tratamientos.....	42
Tabla 5.- Análisis de varianza (ANVA)	43
Tabla 6.- Aplicación de fertilización nitrogenada por hectárea y parcela experimental.....	45
Tabla 7. Análisis de variancia para densidad de plantas establecidas (N°plantas/m ²).	50
Tabla 8. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($p \leq 0.05$), para densidad de planta según fraccionamiento de nitrógeno.	51
Tabla 9.- Análisis de variancia para altura de plantas establecidas (cm/planta).....	52
Tabla 10. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($p \leq 0.05$), para altura de planta según fraccionamiento de nitrógeno	53
Tabla 11. Análisis de variancia para Emergencia (días/fase).....	55
Tabla 12. Análisis de variancia para Macollamiento (días/fase).....	56
Tabla 13. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Macollamiento según fraccionamiento de nitrógeno.	57
Tabla 14. Análisis de variancia para Elongación (días/fase)	59
Tabla 15. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Elongación según fraccionamiento de nitrógeno	59
Tabla 16. Análisis de variancia para Embuche (días/fase).....	61
Tabla 17. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Embuche según fraccionamiento de nitrógeno.	62
Tabla 18. Análisis de variancia para área foliar de plantas establecidas en avena (cm ² /hoja)....	64
Tabla 19. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Área foliar según fraccionamiento de nitrógeno	64
Tabla 20. Análisis de variancia para rendimiento materia verde (kg/ha)	66
Tabla 21. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$) para Rendimiento de Materia verde según fraccionamiento de nitrógeno.	67
Tabla 22. Análisis de varianza para rendimiento materia seca (kg/ha).	69
Tabla 23. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Rendimiento de Materia seca según fraccionamiento de nitrógeno.	70
Tabla 24. Análisis de variancia con datos transformados a valor angular para materia seca.	72
Tabla 25. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Materia seca según fraccionamiento de nitrógeno.	73

Tabla 26. Análisis de varianza con datos transformados a valor angular para contenido de proteína cruda.....	74
Tabla 27. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para el contenido de proteína cruda según fraccionamiento de nitrógeno.	75
Tabla 28. Análisis de variancia con datos transformados a valor angular para contenido de fibra detergente neutro (FDN).....	77
Tabla 29. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($p \leq 0.05$), para el contenido de fibra detergente neutro según fraccionamiento de nitrógeno.....	78
Tabla 30. Análisis económico de la producción de avena forrajera por tratamiento	82

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1.- Rendimiento de materia verde establecidos por tratamiento (kg/m ²).....	93
Anexo 2.- Rendimiento de materia seca establecidos por tratamiento (kg/m ²).....	93
Anexo 3.- Porcentaje de materia seca establecidos por tratamiento (%) (Datos reales)	93
Anexo 4.- Valor angular de materia seca establecidos por tratamiento (Datos transformados) .	94
Anexo 5.- Densidad de plantas establecidos por tratamiento (planta/m ²).....	94
Anexo 6.- Altura de plantas establecidos por tratamiento (cm/planta)	94
Anexo 7.- Fase de emergencia por tratamiento (días/planta)	95
Anexo 8.- Fase de macollamiento por tratamiento (días /planta).	95
Anexo 9.- Fase elongación por tratamiento (días/planta).	95
Anexo 10.- Fase de embuche por tratamiento (días/planta).	96
Anexo 11.- Área foliar establecidos por tratamiento (cm ² /hoja).	96
Anexo 12.- Contenido de proteína cruda por tratamiento (%) (Datos reales).....	96
Anexo 13.- Valor angular de contenido de proteína cruda por tratamiento (Datos transformados)	97
Anexo 14.- Contenido de fibra detergente neutro (FDN) por tratamiento (%) (Datos reales)	97
Anexo 15.- Valor angular de contenido de fibra detergente neutro (FDN) por tratamiento (Datos transformados).....	97
Anexo 16.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A1B0).....	98
Anexo 17.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A1B1).....	99
Anexo 18.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A1B2).....	100
Anexo 19.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A1B3).....	101
Anexo 20.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A2B0).....	102
Anexo 21.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A2B1).....	103
Anexo 22.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A2B2).....	104
Anexo 23.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A2B3).....	105
Anexo 24.- Croquis de las parcelas experimentales con área total de 540m ²	106
Anexo 25.- Promedio de temperaturas de la campaña 2018 – 2019 y el promedio de 10 años	107

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

FDN	= Fibra detergente neutro
PC	= Proteína cruda
M.V.	= Materia verde
M.S.	= Materia seca
N	= Nitrógeno
A1	= Estiércol de lombriz
A2	= Guano de isla
B0	= Nitrógeno al 0 %
B1	= Nitrógeno al 50 %
B2	= Nitrógeno al 33 %
B3	= Nitrógeno al 25 %
G.L.	= Grados de libertad
C.V.	= Coeficiente de variación
C.M.	= Cuadrados medios
F.V.	= Fuente de variabilidad
Fc	= F calculada
Ft	= F tabular
S.C.	= Suma de cuadrados
%	= porcentaje
n.s.	= No significativo
*	= Significativo
**	= Altamente significativo

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Centro de Investigación y Producción Camacani, de la Facultad de Ciencias Agrarias perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, en la campaña agrícola 2018-2019, empleando como material genético semilla de avena INIA902 – Africana. Con el objetivo de evaluar el rendimiento de la biomasa verde y la calidad nutricional del forraje como proteína cruda y fibra detergente neutro; evaluar las características vegetativas y agronómicas de avena mediante la fertilización fraccionada de nitrógeno sobre el abonamiento con estiércol de lombriz y guano de islas; así mismo evaluar el costo de producción y el beneficio económico del rendimiento de forraje de avena. Se ha conducido bajo un diseño experimental de parcelas divididas, con 4 repeticiones y 2 fuentes de abonamiento orgánico, como parcelas principales (factor A) y 4 niveles de fraccionamiento de nitrógeno, como parcelas pequeñas o sub-parcelas (factor B). De los resultados se puede manifestar que, la densidad de plantas varía desde 100 a 138 plantas/m². Para altura de planta la mayor longitud al momento del corte fue nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 102 cm/planta. De las fases fenológicas, la emergencia de plántulas, inicio a los 28.5 y 30.8 días después de la siembra; con menor días al macollamiento fue nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) con 44 días; de igual forma fue la elongación con nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 63 días y finalmente menor días al embuche fue nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con 94 días. La mayor área foliar fue nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 31cm²/hoja. De las evaluaciones de rendimiento de materia verde el mayor rendimiento fue nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 27,250 kg/ha. Así mismo el mayor rendimiento de materia seca fue nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 10,600.9 kg/ha. Para contenido de proteína cruda el mayor resultado fue nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B0) con 10.75 % proteína cruda. Finalmente, para Fibra Detergente Neutro el mayor porcentaje fue nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B0) con 58.45 %. Para los costos de producción el menor costo resulta guano de islas, sin aplicación de nitrógeno con 3,069.94 S/. y el mayor costo de producción resulta estiércol de lombriz con aplicación 50% de nitrógeno con 7,773.94 S/. Con respecto a la rentabilidad el guano de islas más nitrógeno al 50% resulta altamente rentable con 144,95 % a diferencia de humus de lombriz sin aplicación de nitrógeno siendo poco rentable con -35.9%.

Palabras clave: Avena, Abono, Nitrógeno, Forraje, Proteína.

ABSTRACT

The present study was carried out in the Camacani Research and Production Centre, of the Faculty of Agricultural Sciences belonging to the National University of the Altiplano-Puno, in the 2018-2019 agricultural campaign, using INIA902 - African oat seed as genetic material. In order to evaluate the yield of green biomass and the nutritional quality of forage as crude protein and neutral detergent fiber; to evaluate the vegetative and agronomic characteristics of oats through the fractioned fertilization of nitrogen on the fertilization with worm manure and guano of islands; as well as to evaluate the production cost and the economic benefit of the yield of oat forage. It has been conducted under an experimental design of divided plots, with 4 repetitions and 2 sources of organic fertilization, as main plots (factor A) and 4 levels of nitrogen fractionation, as small plots or sub-plots (factor B). From the results it can be stated that the density of plants varies from 100 to 138 plants/m². For plant height the longest length at the time of cutting was nitrogen at 33% + worm manure (A1B2) with 102 cm/plant. Of the phenological phases, the emergence of seedlings started at 28.5 and 30.8 days after sowing; with less days to macollamiento was nitrogen at 25% + worm manure (A1B3) with 44 days; likewise was the elongation with nitrogen at 33% + worm manure (A1B2) with 63 days and finally less days to the embuche was nitrogen at 50% + island guano (A2B1) with 94 days. The largest leaf area was 33% nitrogen + worm manure (A1B2) with 31cm²/leaf. Of the green matter yield evaluations the highest yield was 33% nitrogen + worm manure (A1B2) with 27,250 kg/ha. Also the highest dry matter yield was nitrogen at 33% + worm manure (A1B2) with 10,600.9 kg/ha. For crude protein content the highest result was 50% nitrogen + island guano (A2B0) with 10.75% crude protein. Finally, for Neutral Detergent Fiber the highest percentage was 50% nitrogen + island guano (A2B0) with 58.45 %. For the production costs the lowest cost is island guano, without nitrogen application with 3,069.94 S/. and the highest production cost is worm manure with 50% nitrogen application with 7,773.94 S/. With respect to profitability the island guano plus 50% nitrogen is highly profitable with 144.95 % unlike worm humus without nitrogen application being unprofitable with - 35.9%.

Keywords: Oats, Fertilizer, Nitrogen, Forage, Protein.

I. INTRODUCCIÓN

La avena (*Avena sativa* L.), es una gramínea anual muy versátil en su adaptabilidad a distintas condiciones ambientales y de manejo forrajero. Esta especie posee características de buenos rendimientos de forraje verde comparado al cultivar forrajero tradicional como es la cebada sembradas en las zonas alto andinas.

En la región de la sierra del Perú, principalmente en las zonas ganaderas, la avena es de gran importancia agrícola como cultivo forrajero de corte, esta especie es muy preferida por los ganaderos, ya que la planta está adaptada al medio ambiente andino, su sistema de siembra es sencillo y presenta un buen rendimiento de biomasa forrajera, en comparación con otras especies forrajeras de corte, por lo que se le ha dado una gran acogida por los productores ganaderos. Uno de los factores que influyen en la calidad nutritiva del forraje está relacionado al bajo contenido de proteína cruda que presenta sus tejidos, lo que repercute en el limitado aporte nutricional en la alimentación del ganado; expresando el bajo potencial productivo del ganado.

Con tal propósito, es preciso buscar alternativas forrajeras que contengan mejores valores nutricionales en la biomasa verde alimenticia; para ello, fundamentalmente se requiere del aporte del nitrógeno para el metabolismo de la planta, pues el nitrógeno, es el nutriente más requerido y absorbido por la avena para aumentar el rendimiento y la calidad nutritiva (Rodríguez y Campillo, 2006), el nitrógeno como nutriente tiene importancia fisiológica en la producción de materia seca e influye en la calidad de los pastos, al intervenir en el contenido de proteína cruda y digestibilidad (Cabalceta, 1999), por lo que, debe estar disponible en sus diferentes fases fenológicas de la planta, a fin de promover su crecimiento, desarrollo y valor nutricional del forraje.

El presente trabajo de investigación, enfoca en generar una tecnología forrajera viable a través del cultivo de la avena forrajera con la aplicación de guano de isla y estiércol de lombriz, y la incorporación de fraccionada del nitrógeno en las diferentes fases fenológicas del desarrollo vegetativo de la avena, a fin de incrementar el rendimiento de la biomasa verde con altos niveles de proteína cruda para suministrar forraje de mejor calidad nutritiva al ganado; por lo que se ha planteado los siguientes objetivos.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el rendimiento de la biomasa verde y la calidad nutricional del forraje de avena (*Avena sativa* L.) mediante la fertilización fraccionada de nitrógeno sobre el abonamiento con estiércol de lombriz y guano de islas en el CIP Camacani de la UNA-Puno

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características vegetativas y agronómicas de la especie de avena, en relación al efecto del abonamiento orgánico y la fertilización fraccionada con nitrógeno en sus fases fenológicas.
- Determinar el rendimiento de la biomasa forrajera y el valor nutritivo expresado en proteína cruda y fibra detergente neutro en las hojas de la planta.
- Estimar el costo de producción y el índice de rentabilidad en el rendimiento de forraje en el cultivo de avena, fertilizados con abono orgánico y nitrógeno

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE LA AVENA

La avena es una gramínea de comportamiento anual. Es importante entre los pastos cultivados para la sierra, por ser un cultivo de adaptabilidad a distintas condiciones ambientales, altitudes y de manejo siendo su uso en forraje verde, heno y ensilado para la alimentación del ganado vacuno en la época seca o de estiaje entre Mayo a Setiembre (Noli & Ricapa, 2009). Asimismo, mencionan que la avena posee un alto rendimiento de biomasa y un buen contenido nutricional, características que permiten mejorar la alimentación del ganado en las zonas alto andinas de la Sierra Central del Perú.

Catari, (2002) menciona que la producción regional en nuestro departamento abarca parte del altiplano central hasta el altiplano norte, principalmente en las zonas de producción lechera.

Entre las especies forrajeras, la avena (*Avena sativa L.*), es el cultivo más ampliamente difundido en el Perú y constituye el cultivo más importante en la región Puno, por poseer 24.24 % del área sembrada (Agropuno, 2015). Dada su relevancia, este cultivo forrajero creció en 41 % en los diez últimos años. Esta tendencia de crecimiento, se debe al desarrollo del sector ganadero y la producción láctea actual, ya que Puno como región ha alcanzado en los últimos años una producción promedio de 450 mil litros de leche diarios, ubicándose en el sexto lugar a nivel nacional después de Lima, Arequipa, Cajamarca, La Libertad y Cusco, y tercero en la macro región sur del Perú (Agropuno, 2015).

2.1.1. Valor nutritivo de la avena

La avena forrajera para la alimentación animal es una alternativa en el trópico Alto debido a su aporte energético y proteico, además de ser un cultivo de ciclo corto. Para que un cultivo sea eficiente, es importante conocer las condiciones y propiedades de los suelos donde se va a cultivar, especialmente el cultivo de avena requiere una fuerte fertilización. Este tipo de alternativa es viable en los momentos donde el agua carece, por lo que, si ya se ha sembrado y no se alcanzó su óptimo desarrollo, se puede cosechar verde y suministrársela al ganado (Agrosavia, 2018).

Liliana, (2009), menciona que la avena (*Avena sativa L.*), es un cultivo de múltiples usos los relacionados al consumo animal como forraje verde, heno y grano. El contenido de proteínas (con un buen balance de aminoácidos), de carbohidratos y de fibras, le confiere al grano de avena un alto valor nutritivo, Flores y Malpartida, (1987), indican que el valor nutritivo de un forraje puede definirse como la descripción de las características, que permiten cumplir la función de proveer una nutrición adecuada al animal, estando ligado al conocimiento de los requerimientos nutricionales del animal

Maynard y Loosli, (1975) mencionan que existen cuatro categorías principales que se usan para medir el valor nutritivo de los forrajes: la composición química, la digestibilidad, el consumo y la utilización neta por el animal. El análisis químico es el punto de partida para determinar el valor nutritivo de los alimentos, pero el valor real de los nutrientes ingeridos depende del uso que de ellos puede hacer el organismo.

2.1.2. Avena INIA 902 – Africana

INIA, (2006) reporta, que la avena (*Avena sativa L.*), es una especie forrajera rústica, se adapta a diversos tipos de suelos, pero es exigente en agua por su mayor transpiración, superior al cultivo de cebada, por ello se adapta mejor a climas frescos y húmedos de las zonas alto Andinas; es muy sensible a la sequía, especialmente en el estado fenológico de formación del grano. Sin embargo; esta nueva variedad posee características de alta proporción de hojas de buen tamaño que otras variedades conocidas no la tienen; por estas bondades existe una gran expectativa por parte de los ganaderos de la región sur del Perú. Así mismo menciona que esta variedad se adapta a las condiciones ecológicas del altiplano con altitudes que varían de 3,812 a 4,000 msnm, precipitación pluvial de 600 a 700 mm/año; temperatura promedio máxima de 14,4°C y temperatura mínima de 1 a 2 °C.

2.1.3. Rendimiento

Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (T.M./ha.). El rendimiento que puede aportar un cultivo depende de sus características genéticas de productividad potencial, rusticidad y de las condiciones ambientales (Quintero, 2012).

La interacción de estos tres aspectos determina el rendimiento de un cultivo, y por esta razón, el rendimiento tiene una variabilidad alta en tiempo y en especie. Así, por ejemplo, una misma variedad aporta rendimientos diferentes de una localidad geográfica a otra al variar las condiciones climáticas, aunque los demás factores ambientales sean iguales. Al suponer condiciones climáticas iguales, el rendimiento puede variar de acuerdo con las características del suelo (Quintero, 2012). El rendimiento es la producción obtenida por unidad de superficie, los dos componentes básicos que van a estructurarlos son:

- La cantidad de individuos existentes en esa unidad de superficie (densidad de población).
- Producción particular de cada individuo.

2.1.4. Calidad nutricional

El valor nutritivo de las pasturas, se puede medir como la capacidad para aportar los nutrientes requeridos por el animal. En condiciones de pastoreo las pasturas aportan todos los nutrientes que el animal necesita, aunque debido a su producción estacional marcada, existen momentos durante el año en que los animales no ven cubiertos sus requerimientos. Pero si las demandas son mayores, las proteínas, carbohidratos solubles y minerales de las pasturas se tornan limitantes, ya sea en cantidad como en el balance de los nutrientes aportados (INTAGRI, 2018)

La proteína cruda de los forrajes se divide en proteína verdadera y nitrógeno no proteico (NNP); la proteína verdadera de los forrajes constituye del 60 % al 80 % del nitrógeno total, el resto está conformado por el NNP soluble y por pequeñas cantidades de nitrógeno lignificado. La proteína cruda es uno de los componentes más variable en las pasturas, los factores que inciden sobre el valor nutritivo modificarán notoriamente el contenido de proteína. Las proteínas foliares se concentran principalmente en los cloroplastos, a su vez el 40 % de estas proteínas cloroplásticas están constituidas en su mayoría por la fracción 1 ó ribulosa 1- 5 difosfato carboxilasa. Los constituyentes no proteicos representan de un 20 a un 35 % del nitrógeno total (INTAGRI, 2018).

2.2. CLIMODIAGRAMA

Los climodiagramas son la forma más común de representación climática. En muchas ocasiones son confundidos con el término, ambos están basados en valores de temperatura y precipitación a partir de un sistema de coordenadas. Los dos elementos climáticos se relacionan entre sí para un largo periodo temporal que normalmente suele ser de un año, aunque puede ampliarse a varios de tal manera que se pueda apreciar la evolución del fenómeno a estudiar. Para su representación se crean dos ejes entre los cuales, en el de abscisas se suelen situar los meses del año, mientras que en el eje de ordenadas se desdobra para situar a un lado la temperatura y a otro los valores de precipitación (que irán en intervalos según la escala media de los datos que queremos representar). Trazados los ejes, se empiezan a situar los valores allí donde se crucen con el mes correspondiente. Para las precipitaciones utilizamos un sistema de barras y para las temperaturas un trazado lineal (Giménez, 2011).

2.3. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Cadenillas, (1999), la especie vegetal avena se ubica taxonomicamente en la siguiente escala :

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Genero	:	Avena
Especie	:	<i>Avena Sativa L.</i>

2.4. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

2.4.1. Fases fenológicas del cultivo de avena

Según, Yzarra , (2011), menciona que las fases fenológicas de avena inician con emergencia aparición de las plantitas con 1 ó 2 hojas por encima de la superficie del suelo; tercera hoja, aparece la tercera hoja en la planta; macollaje, momento en que aparece el primer macollo en la axila de una de sus hojas más bajas de la planta. se debe

anotar el inicio de esta fase cuando el macollo tiene 1 cm de longitud; encañado aparece el primer nudo en el tallo principal de la planta. Este nudo se halla entre los 2 a 3 cm del suelo; panoja, la mitad de las panojas han comenzado a salir de la vaina de la hoja superior; floración, momento en que se abren las primeras flores; maduración lechosa, los granos al ser presionados presentan un líquido lechoso; maduración pastosa, los granos al ser presionados presentan una consistencia pastosa; maduración cornea, los granos se hallan duros y todas las partes de la planta están secas.

Mariscal, (1992), menciona que, para pasar de una fase a otra dentro del ciclo biológico, se requiere de cierta "energía", que constituye la fuerza con que se produce la aparición de nuevos órganos, y está representada por el número de días que tardan en aparecer desde el primero hasta el último órgano de la fase. Entre estas fases en las gramíneas se pueden distinguir:

- Emergencia, aparición de los primeros tejidos de la planta sobre la superficie del suelo.
- Macollamiento, las plantas presentan brotes o retoños.
- Encañado, las plantas presentan el primer nudo sobre el suelo.
- Embuchamiento, la panícula se encuentra envuelta dentro de la vaina de la hoja bandera (hoja superior).
- Panojamiento, la planta presenta panículas completamente libres de la vaina foliar.
- Floración (Antesis), las florecillas se abren y las anteras liberan el polen.
- Grano lechoso, la panoja presenta granos con líquido de color blanco.
- Grano pastoso, la panícula presentan granos con contenido pastoso blanquecino (el contenido del ovario se solidifica).
- Madurez fisiológica, la planta presentan el pedúnculo de color amarillento.

El mismo autor menciona que la condición del medio se alarga o acorta la duración de las fases fenológicas, especialmente esta interacción se produce entre

disponibilidad de nutrientes, temperatura y humedad del suelo. Se ha evidenciado que el periodo vegetativo de la avena en el altiplano para forraje es de 160 a 190 días y el periodo vegetativo para avena grano es de 210 a 240 días; sin embargo, está en función a los factores: variedades, manejo, temperatura y precipitación pluvial.

2.4.2. Requerimientos edafoclimaticos

Flores, (2005), indica que la avena está bien adaptada a climas fríos y templados en el mundo. En el Perú, se cultivan desde los 1500 a 4000 m.s.n.m. de altitud.

a) Temperatura

Medina, (1973), indica que la avena es considerada una planta de estación fría, localizándose las mayores áreas de producción en los climas templados más fríos, aunque posee una resistencia al frío, para poder germinar necesita de una temperatura de 6 °C a 16 °C y una precipitación anual de 400 a 600 mm. En el país se puede cultivar desde los 2500 hasta los 4200 m.s.n.m.

Choque (2005) señala, que la avena es una planta anual que requiere un clima templado frío, temperatura de 6°C para germinar y de 12 a 16° para completar su floración.

b) Suelos

El suelo es otro factor determinante para el éxito o fracaso del cultivo de avena forrajera, prefiere suelos profundos, con buen contenido de materia orgánica y de textura franco-arenoso a franco arcilloso. La avena se puede sembrar en zonas de pampa y laderas con pendiente de 0 a 20%, el pH Alcalino: 7.3 a 8.0, aunque puede tolerar suelos con tendencia ácida (pH: 5.5. a 6.8) (Argote y Ruiz, 2011).

c) Fotoperiodos

Existen cultivares indiferentes a la duración del día, pero de manera natural la avena se considera una especie de día largo. Existe considerable diversidad entre el género Avena con respecto a la respuesta foto periódica. Sin embargo, todas las formas estudiadas muestran que la floración es acelerada por días largos, por lo cual las especies de Avena deben ser consideradas como plantas de día largo.

d) Densidad de siembra

INIA, (2006), la cantidad de semilla a sembrarse por hectárea, varía de acuerdo a la preparación del terreno, método de siembra, y valor cultural de la semilla. Para siembra en líneas se recomienda dosis de 100 Kg/ha y al voleo 120 Kg /ha de semilla con 95 % de poder germinativo.

2.4.3. Altura de planta

La altura de la planta es un indicador de la producción de forrajes y se utiliza en especies forrajeras perennes como anuales, para evaluar su producción (Robles, 1990). Mientras Sauma, (1997), indica que en los trabajos realizados en la empresa de semillas forrajeras “SEFO-SAM”, han obtenido un promedio de altura de planta para la cebada variedad IBTA-80 HASTA 140 CM.

2.5. REQUERIMIENTO DE NUTRIENTES DEL CULTIVO DE AVENA

Las plantas requieren cantidades equilibradas de nutrientes que deben ser satisfechas con una fertilización balanceada. Son indispensables herramientas adecuadas para evaluar la disponibilidad en el suelo y el estado nutricional de la planta, que permitan interpretar y calibrar la necesidad del cultivo (Landriscini, Lázzari, y Galantin, 2011).

2.5.1. Nitrógeno

Un manejo rentable del nitrógeno es la clave para una agricultura productiva y lucrativa y también es la clave para construir carbón en el suelo. Las formas estables de carbón (como el estiércol) no se pueden formar en presencia de altas tasas de nitrógeno inorgánico, debido a la inhibición de los microbios esenciales para su secuestro.

Axayacatl, (2017), Menciona que el nitrógeno, junto con el fósforo y el potasio, constituyen los tres macro elementos primarios para la nutrición de las plantas. Dicha denominación se debe a que se ocupan en cantidades muy altas. La importancia del nitrógeno es tal que su manejo adecuado puede representar diferencias importantes en los rendimientos de los cultivos. Sin embargo, la gestión de este elemento es de una complejidad elevada.

Axayacatl, (2017), menciona la importancia del nitrógeno radica en crear masa vegetal. Siendo más específicos este elemento estimula el crecimiento al favorecer la división celular. Además, está involucrado en una gran cantidad de procesos. Uno de los más importantes es la producción de clorofila, pues como forma parte de ella es necesaria para su síntesis.

2.5.2. Función del nitrógeno en las plantas

Escalante, (1999) reporta que, los cultivos bajo condiciones de humedad residual pueden sufrir déficit hídrico durante su etapa reproductiva, limitando así la absorción de nutrimentos y la producción de fotosintatos para la formación y llenado de las semillas y, en consecuencia, el rendimiento. De esta manera, una mayor área foliar y duración de la misma durante esta etapa podría conducir a un rendimiento más alto en este agrosistema.

Montalvan, (2014) menciona que, el nitrógeno es el principal responsable del crecimiento del tallo, hojas, ramas y vigor en general. También se puede encontrar en diferentes formatos: orgánico, amoniacal y nítrico. La diferencia básica entre estos formatos está en la velocidad de absorción del nitrógeno por parte de la planta, siendo el formato amoniacal el de más rápida absorción y en consecuencia el que puede llegar a producir un exceso de este nutriente con más facilidad.

2.5.3. Síntomas de deficiencia de nitrógeno en la planta

FAO, (1992) reporta que, la identificación de la deficiencia de nutrientes (signos de carencia) es fácil en algunos casos, pero difícil en otros. La razón de ello es que los síntomas de deficiencia de dos nutrientes diferentes pueden ser casi idénticos o que la deficiencia de un nutriente está enmascarando (escondiendo) los síntomas de otra deficiencia.

- La deficiencia de nitrógeno puede resultar en crecimiento detenido, hojas cloróticas y rendimiento significativamente reducido.
- El exceso de nitrógeno puede resultar en pobre sistema radicular, tejido blando, plantas débiles, retraso en la producción, rendimiento de baja calidad y mayor susceptibilidad a enfermedades y plagas

2.5.4. Dosis adecuada de la fertilización

López,(2013) indica que, la diferencia entre la absorción de nitrógeno por la cosecha y las disponibilidades del suelo determinan teóricamente el fertilizante a aplicar. Sin embargo, será necesario introducir un índice corrector, referido a la eficacia real de la fertilización. Este índice de eficacia se considera que en condiciones de campo varía del 40 al 80%, aunque cuando existe déficit hídrico o la fertilización se realiza en la siembra, la eficiencia del nitrógeno puede ser inferior.

Estudios que se realizó durante varios años en la campaña indican un nivel de nitratos, en la siembra, en los primeros 90 cm de suelo, entre 60 y 90 kg N/ha. Los valores de nitrógeno mineralizado, en la misma zona, fluctúan entre 40 y 60 kg N/ha/año, (López , 2013).

El nitrógeno es el principal elemento mineral y el de mayor influencia en el rendimiento de los cereales. Sin embargo, cada uno de los tres elementos principales (nitrógeno, fósforo y potasio) no produce su pleno efecto si no están presentes cantidades suficientes de los otros dos (sin olvidar a los micronutrientes secundarios). La interacción entre el nitrógeno y el potasio es probablemente la más importante. Dosis elevadas de nitrógeno en ausencia de una nutrición potásica suficiente hace a los cereales sensibles a las enfermedades y accidentes, en especial al encamado, y limita los rendimientos, disminuyendo la calidad y el peso específico. Gracias al potasio la productividad del nitrógeno puede aumentar en más de un 50%.

2.5.5. Fertilización nitrogenada en avena

La fertilización nitrogenada produce un rápido crecimiento y un gran aumento de producción de materia seca, variando la respuesta básicamente de acuerdo a la fuente de nitrógeno empleada, al momento de aplicación, a la dosis y al contenido de humedad y nitratos del suelo .

En cuanto a los requerimientos, se debe considerar que la extracción de nitrógeno (N) por la avena es elevada, de 20 kg N por tonelada de materia seca producida (Fernando, 2008). Esta especie, al igual que el resto de las gramíneas, en siembra directa presenta una gran respuesta al agregado de N al momento de

implantación. Ello se explica en gran proporción a la baja disponibilidad de nitratos presentes en el suelo en ese momento.

2.5.5.1. Urea

Bernal, (2010) indica que, la urea es uno de los fertilizantes más concentrados de nitrógeno (46%) y normalmente, el más económico en el mercado. Se comercializa en normalidad perlada y granulada, la primera para uso de fertirrigación y la segunda, para aplicación directa al suelo. Es muy soluble y a menudo usada en formulaciones líquidas. Su alta solubilidad la hace popular para inyectarla en sistemas de riego localizado. Es clasificada como fuente amoniacal y por lo tanto, tiende a acidificar el suelo

2.5.5.2. Aspectos relevantes de la fertilización nitrogenada

Vexkull, (1978) señala que, el sistema radicular débilmente se desarrolla en éste cereal (cebada) y su corto ciclo vegetativo hace que responda favorablemente a los tratamientos de fertilizantes, particularmente nitrogenados. Así mismo, indica que los efectos del nitrógeno en cebada son muy claros, produce un incremento del rendimiento en grano, normalmente a través del aumento del número de espigas por metro cuadrado, este incremento depende de otros factores, principalmente de la fertilidad general del suelo y de la disponibilidad de agua, así como la longitud del ciclo vegetativo y de condicionantes genéticas.

Para la (FAO, 1992), el nitrógeno, “motor del crecimiento de la planta”, normalmente mostrará su eficiencia poco después de su aplicación: las plantas desarrollarán un color verde oscuro y crecerán más vigorosamente. Sin embargo, el nitrógeno excesivo, desequilibrado en cereales / arroz puede resultar en vuelco, mayor competencia de malas hierbas y ataques de plagas, con pérdidas sustanciales de producción de cereal o de arroz (en otros cultivos decrecerá la calidad, particularmente la capacidad de almacenamiento). Además, el nitrógeno no absorbido por el cultivo posiblemente se pierda en el ambiente.

2.5.6. Fraccionamiento del nitrógeno

De La Cruz, (2016) en su tesis menciona que , el rendimiento del cultivo se realizan prácticas de fertilización, que constituyen una herramienta cada día más indispensable para la producción agropecuaria, siendo fundamental para la obtención de

buenas cosechas, por lo que se debe conocer los requerimientos y cantidades del nutriente, así como también el momento de aplicación. (De La Cruz, 2016) también menciona que, la fertilización en forma fraccionada; aplicando la mitad del nitrógeno, todo el fósforo y potasio en el primer abonamiento, para que finalmente se adicione el resto del nitrógeno en el aporque, con la finalidad de alcanzar un rendimiento óptimo,

2.6. ABONO ORGÁNICO

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha. (Borrero, 2008).

La incorporación de abonos orgánicos aporta nutrientes, mejoran la estructura y retienen la humedad en el suelo, incrementando el rendimiento de los cultivos (Mendoza y Bedriñana, 2016).

2.6.1. Ventajas del abono orgánico

Andrade, (2013) menciona que el abono orgánico es un fertilizante que proviene de animales, humanos, restos vegetales de alimentos, restos de cultivos de hongos comestibles u otra fuente orgánica y natural. Los fertilizantes orgánicos tienen las siguientes ventajas:

- Permiten aprovechar residuos orgánicos.
- Recuperan la materia orgánica del suelo y permiten la fijación de carbono en el suelo, así como la mejoran la capacidad de absorber agua.
- Suelen necesitar menos energía para su elaboración.

Condiza, (1998), expone con relación a las ventajas de los abonos orgánicos en:

- Menor costo.
- Producción de mayor y mejor calidad de alimentos, los cuales pueden competir en el mercado debido a su exquisito sabor.
- Al producir a menor costo se obtienen buenas ganancias.

- Los abonos orgánicos crean resistencia a las plantas contra las enfermedades y las plagas, por lo tanto, va a economizar gastos en la compra de pesticidas.
- Crea independencia, ya no se dependerá de los laboratorios para cultivar.
- Los abonos orgánicos mejoran la textura del suelo y mejoran la población microbiana del suelo.

2.6.2. Estiércol de lombriz

Gosálbez, (2012), indica que una de las características más importante de las lombrices, y la principal causa de la existencia de tantos nutrientes en el estiércol, son sus excrementos, pues gracias a ellos el estiércol tiene mucho más nitrógeno asimilable, fósforo, potasio, magnesio y calcio que la tierra que no ha sido trabajada por las lombrices. Calla, (2012), Son los excrementos de las lombrices producto de la digestión de los residuos orgánicos del campo.

Gosálbez, (2012), sostiene que el estiércol de lombriz en particular, es un fertilizante orgánico y ecológico, resultado de la transformación, por parte de las lombrices rojas de California, del compostaje procedente de estiércol natural ya fermentado varias veces, en estiércol directa e íntegramente asimilable por las plantas.

Juárez, (2010), menciona una alternativa para la solución de este problema es el empleo de la lombricultura para transformar estos residuos en abono orgánico, disminuyendo la contaminación del suelo debido a la frecuentemente inadecuada disposición en botaderos; por otro lado representa la posibilidad de obtener abono orgánico con el que se podría contribuir a revertir la degradación de los suelos de nuestro país.

Céspedes, et al, (2008) , indican que el estiércol de lombriz es una fuente de abono utilizada en la producción de cultivos. Resulta de la recolección de deyecciones de lombrices, las cuales son mantenidas en criaderos acondicionados para tales fines, denominados camas lombriceras, es un sustrato estabilizado de gran uniformidad, contenido nutrimental y con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de humedad.

2.6.3. Guano de islas

Chávez, (2015), indica que, el guano de islas está compuesto por diferentes elementos fertilizantes, siendo los más significativos al nitrógeno amoniacal (4 %), nitrógeno orgánico (8 - 10 %), nitrógeno nítrico (0.03 %), ácidos fosfórico asimilable (7.93 % - 9.84 %), ácido fosfórico insoluble (0.16 %), materia orgánica (44.64 %), entre otros. El guano de islas es utilizado como un fertilizante efectivo debido a sus altos niveles de nitrógeno y fósforo. El guano peruano, en la actualidad sigue teniendo gran demanda por ser un fertilizante natural y es usado para la producción de agricultura orgánica como parte de las buenas prácticas agrícolas dentro del proceso productivo de los cultivos, de esta manera, el uso tradicional de plaguicidas y fertilizantes sintéticos es reemplazado por insumos biodegradables como el guano de isla.

Camasca, (1984), señala que la utilización del guano de isla como abono en la producción de hortalizas debe ser aplicada pulverizado a una profundidad de 10 cm. por lo menos, a fin de evitar la pérdida de amoniacó bajo la forma de carbonato. A pesar de que la materia orgánica del guano se nitrifica rápidamente en los suelos, es deseable para iniciar la nutrición nitrogenada en las plantas, aplicar conjuntamente con el guano, un tercio de nitrógeno, bajo la forma de nitrato de preferencia salitre potásico a fin de compensar parcialmente la pobreza del guano en potasio. La asociación del guano de isla y abonos verdes es excelente para llevar rápidamente el contenido de un suelo en materia orgánica. Igualmente, el guano de islas proporciona una mayor eficiencia de acción a los abonos 9 compuestos, si son aplicados conjuntamente. El guano de isla puede ser aplicado antes o en mezcla con las clases de abono compuesto.

El Guano de Islas es uno de los abonos naturales de mejor calidad en el mundo por su alto contenido de nutrientes. Éste es una mezcla de excrementos de aves, plumas, restos de aves muertas, huevos, etc., el cual experimenta un proceso de fermentación sumamente lento, lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales. Una de sus principales propiedades es que conserva un lugar de preferencia entre los abonos orgánicos comerciales debido a su producción y a sus cualidades fertilizantes excepcionales (Guerrero, 1993).

2.7. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD

2.7.1. Costos variables

Riquelme, (2019), menciona que, los costos variables son aquellos gastos que varían en proporción a la actividad. El costo variable es la suma de todos los costos marginales por unidades producidas.

2.7.2. Costos fijos

Nuño, (2017), menciona que, los costes fijos son aquellos costes que permanecen invariables, aunque los niveles de actividad y de producción cambien, son constantes. Son gastos que no dependen del nivel de producción de bienes y servicios; aunque con el tiempo, sí que es posible que sufran variaciones.

2.7.3. Costo total

Lupin, (1998) indica que, los costos totales son importantes para analizar la estructura de costos en el corto plazo: costo fijo total, costo variable total y costo total. Los costos fijos totales (CFT) pueden definirse como la suma total de los costos de todos los insumos fijos asociados con la producción. Como los insumos fijos de una empresa no pueden ser cambiados en el corto plazo, los CFT son constantes salvo que los precios de los insumos fijos cambien (mayores impuestos a la propiedad, aumentos en las tasas de los seguros, etc.). Más aún, CFT continúan existiendo, aunque la producción se vea detenida.

2.7.4. Rentabilidad

Lupin, (1998) indica que, la "rentabilidad" es un término general que mide la ganancia que puede obtenerse en una situación particular. Es el denominador común de todas las actividades productivas. Se hace necesario introducir algunos parámetros a fin de definir la rentabilidad. En general, el producto de las entradas de dinero por ventas totales (V) menos los costos totales de producción sin depreciación (C) dan como resultado el beneficio bruto (BB).

2.7.5. Relación beneficio/costo

Navarro, (2017), menciona que, un análisis costo beneficio es un proceso por el cual se analizan las decisiones empresariales. Se suman los beneficios de una situación dada o de una acción relacionada con el negocio, y luego se restan los costos asociados con la toma de esa acción. El análisis de costo-beneficio es el proceso de analizar las decisiones de un negocio. Cuando una decisión está bajo consideración, el costo de una opción es restado del beneficio del mismo. Al realizar un análisis de costo-beneficio la administración puede decir si una inversión vale la pena o no para el negocio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MEDIO EXPERIMENTAL

3.1.1. Lugar experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción Camacani (CIP), de la Facultad de Ciencias Agrarias, perteneciente a la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, en la campaña agrícola 2018-2019, cuyas características de ubicación del CIP Camacani son las siguientes.

3.1.2. Ubicación política.

- Departamento : Puno
- Provincia : Puno
- Distrito : Plateria
- Sector : Camacani

3.1.3. Ubicación geográfica

- Latitud sur : 15°56'57"
- Latitud oeste : 69°51'21"
- Altitud : 3850 msnm

3.1.4. Historial del campo experimental

- Campaña agrícola 2016 – 2017 Cultivo de tarwi
- Campaña agrícola 2017 – 2018 Cultivo de papa
- Campaña agrícola 2018 – 2019 Presente experimento

3.1.5. Condiciones Climatológicas

Las condiciones climatológicas para la campaña agrícola 2018-2019 corresponden a los parámetros meteorológicos de temperatura (máxima, mínima y media) y precipitación pluvial los cuales fueron obtenidos por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI. Estación: Rincón de la Cruz – Acora.

Según la figura 1, se visualiza que en la campaña agrícola 2018 – 2019, la normal es ligeramente más alta y mantiene la misma tendencia que la temperatura fluctúa entre los rangos de 8.3 a 12.0°C.

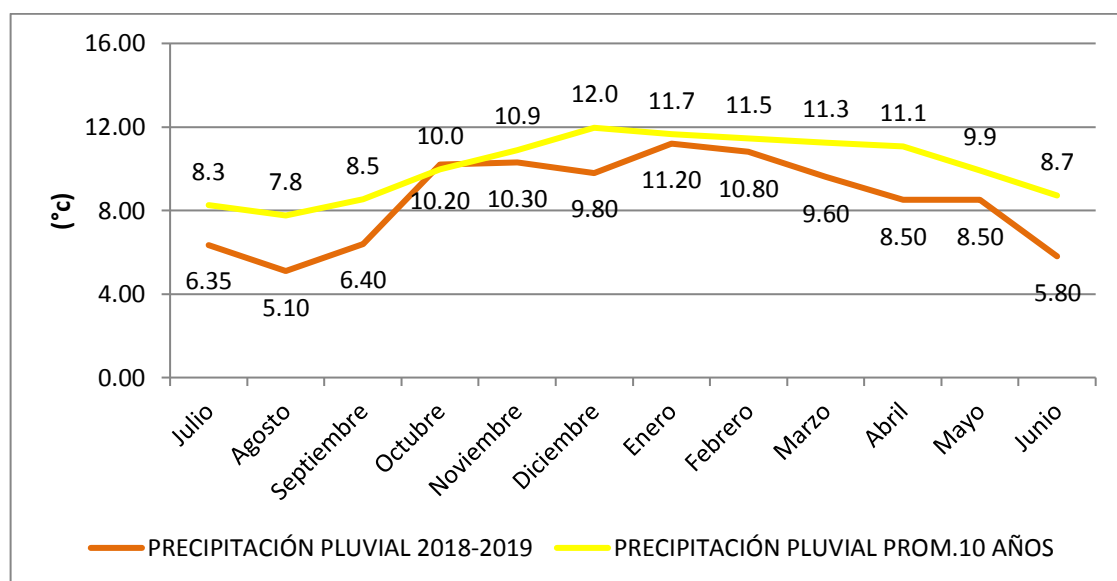


Figura 1.- Temperatura (Julio 2018 – Junio 2019) y la normal de 10 años, según estación meteorológica Rincón de la Cruz –Acora.

En cuanto a la precipitación pluvial de la campaña agrícola 2018-2019 (figura 2), la mayor precipitación fue en el mes de febrero con 300.7mm, y una menor de 0.0mm en el mes de septiembre, lo que dificultó el normal desarrollo del cultivo ya que se requiere precipitación entre los rangos de 400 a 600mm, limitando el crecimiento físico del cultivo de avena en el prese te experimento.

Haciendo la comparación de la precipitación pluvial (2018 - 2019) respecto a la normal, se observa anomalías en la mayoría de meses, lo que se deduce que es a causa de los cambios climáticos lo cual viene siendo un problema para la distribución de lluvias durante el año.

Respecto a la precipitación pluvial la figura 2, muestra que, en el mes de noviembre, es decir, a inicios de la instalación del proyecto se registró una precipitación pluvial de 16.7mm, luego en diciembre aumento a 124.7 mm/mes, siendo la máxima precipitación en el mes de febrero con 300.7 mm/mes, luego desciende desde el mes de marzo, hasta el mes de abril, oxilando de 127.8mm/mes hasta 49.4mm/mes, bajo estas características el cultivo se desarrolló a nivel de campo.

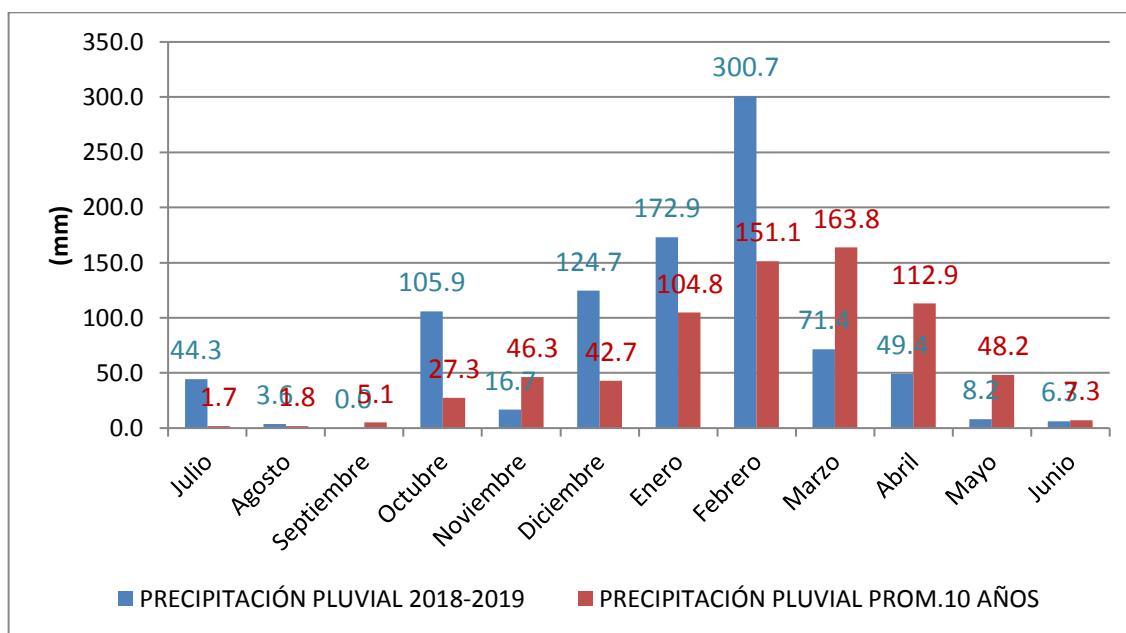


Figura 2.- Precipitación pluvial (2018 - 2019) y la normal de 10 años según estación meteorológica Rincón de la Cruz – Acora.

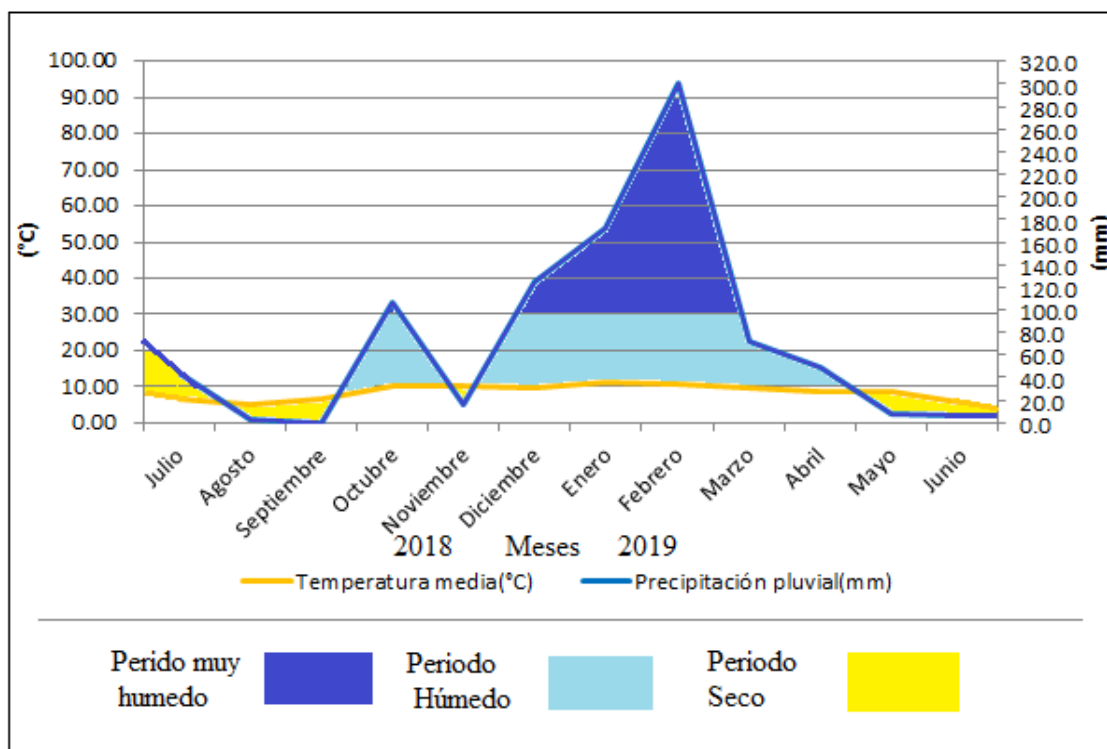


Figura 3.- Climodiagrama, Acora 2018 – 2019.

En la figura 3, se muestra que los periodos húmedos son menores a 100 mm. Iniciando a mediados del mes de setiembre decayendo en el mes de noviembre, luego nuevamente se eleva a mediados del mes de diciembre 2018 con un periodo muy húmedo mayores a 100 mm. Donde en enero y febrero alcanzaron las mayores precipitaciones con 172.9 y 300.7mm respectivamente. Con temperaturas de 11.20°C y 10.80°C respectivamente. Donde en el mes de junio 2019 descendiendo gradualmente y empezando el periodo seco.

Estos resultados fueron comparados al promedio normal de 10 años (figura 4), lo que nos indica que el periodo seco duro más o similar tiempo que la normal.

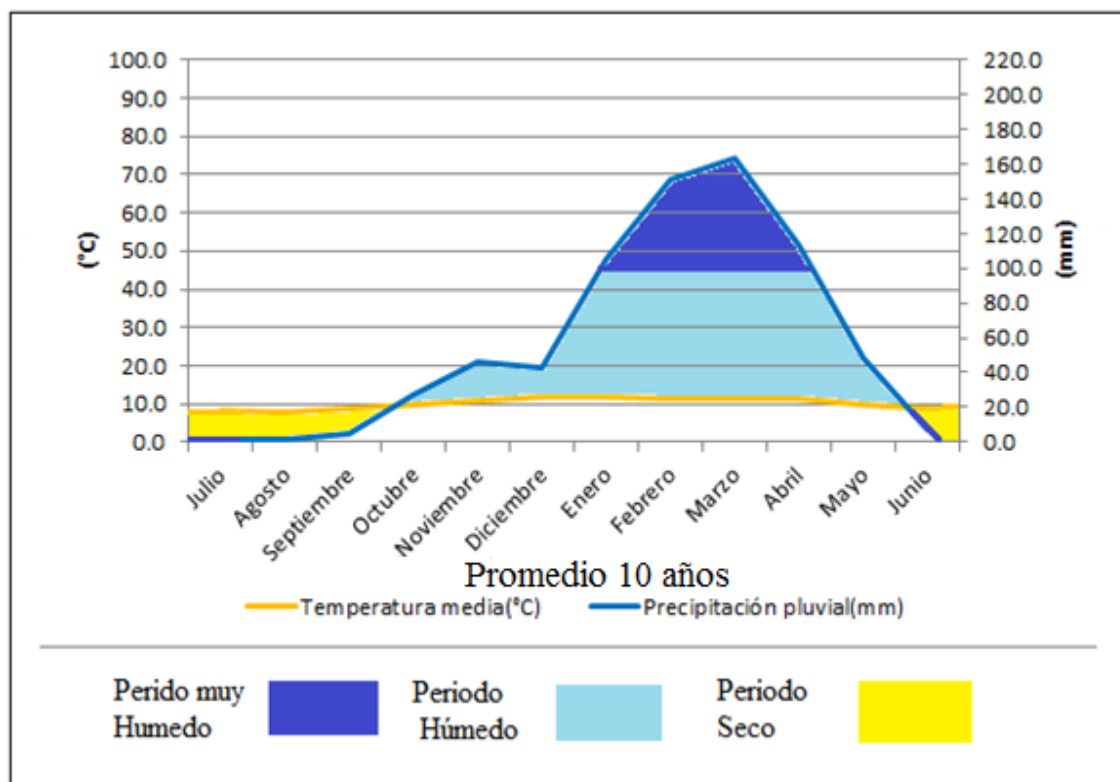


Figura 4.- Climodiagrama, Promedio de 10 años. Acora.

3.1.6. Análisis del suelo experimental

Se procedió a obtener muestras de suelo del campo experimental, para poder realizar el análisis físico – químico. Por lo cual se efectuó el muestreo de suelo, con el método de “zig-zag”, de los cuales se obtuvo 4 sub muestras de un kilo con una profundidad de 20 cm aproximadamente, homogenizando la muestra. Luego se remitió al laboratorio de aguas y suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, para en análisis respectivo.

En el análisis de suelo se determinó la fertilidad del suelo con los siguientes indicadores físicos químicos: textura (%), nitrógeno (%), fosforo (ppm) y potasio (ppm), pH, conductividad eléctrica (mS/cm), materia orgánica (%) y aluminio (meq/100 g). Los resultados fueron proporcionados por el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano.

Tabla 1. Análisis físico químico a inicio de la ejecución del experimento.

ELEMENTO	RESULTADO
ANÁLISIS FÍSICO	
ARENA %	64.20
ARCILLA%	15.60
LIMO%	20.20
TEXTURA %	Franco Arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO	
pH	6.28
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL EXTRACTO (mS/cm)	0.95
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (mS/cm)	0.19
MATERIA ORGÁNICA %	3.96
NITRÓGENO TOTAL %	0.12
ALUMINIO (meq/100g.)	0.00
FOSFORO DISPONIBLE (ppm)	9.10
POTASIO DISPONIBLE (ppm)	140.00

FUENTE: Certificado de análisis de caracterización de suelos (ver anexo N°2).

De acuerdo al análisis físico del suelo (tabla 1), donde fue instalado el experimento de avena forrajera, se puede indicar que corresponde a un suelo de textura franco arenoso. Con respecto al análisis químico, se puede indicar que tienen un contenido bajo de nitrógeno (0.12%); bajo contenido materia orgánica (3.96%), bajo contenido de fósforo disponible (9.10 ppm) y alto contenido de potasio (140.0 ppm); con un pH moderadamente ácido (6.28) y una conductividad eléctrica de 0.19ms/cm.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. Semilla

En el presente trabajo de investigación, el material experimental que se empleo fue:

- Avena (*Avena sativa* L.) variedad INIA902 – Africana, procedente de la estación experimental Illpa del Instituto Nacional de Investigación Agraria –Puno

3.2.2. Abono

Estiércol de lombriz. - El estiércol de lombriz (humus), es procedente del “Vivero Aurora” del centro poblado de Salcedo-Puno. Se adquirió la cantidad requerida para el presente experimento y en cuanto a su calidad química fue analizada en el laboratorio de aguas y suelos de la FCA-UNA-Puno, (tabla 2).

Tabla 2.- Análisis químico de estiércol de lombriz.

ANÁLISIS QUÍMICO	
ELEMENTO	RESULTADO
MATERIA ORGÁNICA%	58.60
FOSFORO TOTAL %	0.90
POTASIO TOTAL %	0.96
NITRÓGENO TOTAL %	1.60
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA mS/cm	2.55

FUENTE: Certificado de análisis de estiércol de lombriz (ver anexo N°2).

De acuerdo al análisis químico de estiércol de lombriz (tabla 2), donde fue instalado el experimento de avena forrajera, se puede indicar que la composición de materia orgánica fue 58.60% un alto contenido, un bajo nivel de fosforo total con 0.90%, un bajo potasio total con 0.96%, un bajo contenido de nitrógeno total con 1.60% y con una conductividad eléctrica de 2.55mS/cm.

Guano de isla. - El Guano de isla fue adquirido de la Agro veterinaria “Señor de Pacaipampa” de la ciudad de Juliaca-Puno. Se adquirió la cantidad requerida para el presente experimento y en cuanto a su calidad química fue analizada en el laboratorio de aguas y suelos de la FCA-UNA-Puno, (tabla 3).

Tabla 3.- Análisis químico de guano de isla.

ANÁLISIS QUÍMICO	
ELEMENTO	RESULTADO
MATERIA ORGÁNICA%	68.00
FOSFORO TOTAL %	11.40
POTASIO TOTAL %	2.10
NITRÓGENO TOTAL %	13.03
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA mS/cm	58.60

FUENTE: Certificado de análisis de guano de isla (ver anexo N°2).

De acuerdo al análisis químico de guano de isla (tabla 3), donde fue instalado el experimento de avena forrajera, se puede indicar que mostro un alto contenido de materia orgánica con 68.00%, un buen contenido de fosforo total con 11.40%, un bajo contenido de potasio total con 2.10%, un buen contenido de nitrógeno total con 13.03% y con una alta conductividad eléctrica de 58.60 mS/cm.

3.2.3. Fertilizante nitrogenado

La dosis de fertilizante nitrogenado para los tratamientos del presente estudio fue 80–00–00 de NPK/ha. Siendo la fuente de fertilización nitrogenada la urea al 46% de nitrógeno, que fue adquirida de la Agro veterinaria “Señor de Pacaipampa” de la ciudad de Juliaca-Puno

3.2.4. Materiales y equipos de campo

Los materiales y equipos utilizados en el presente experimento fueron:

- Libreta de campo
- Lápiz de carbón
- Lapiceros rojo, azul y negro
- Wincha metálica de 3 metros y wincha de lona de 50 metros
- Cordel
- Tijera de podar

- Pico, lampa
- Yeso
- Bolsas de plástico
- Balanza de peso
- Hoz
- Cuadrante metálico de un metro cuadrado
- Cámara fotográfica
- Laptop

3.3. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

a) Área experimental

- Largo = 36m
- Ancho = 15m
- Área total = 540 m²

b) De la unidad experimental

- Largo = 4 m
- Ancho = 3 m
- Área = 12 m²
- N° de unidad experimental = 32

c) De las repeticiones/bloques

- Largo = 36 m
- Ancho = 3 m
- Área = 108 m²
- Numero de bloques = 4

3.4. FACTORES DE ESTUDIO

Los factores en estudio fueron:

Factor A: Abonamiento orgánico(A)

A1: Estiércol de lombriz

A2: Guano de islas

Factor B: Fertilización fraccionada del nitrógeno (B)

B0=00% (testigo)

B1=50 % (siembra); 50% (macollamiento)

B2=33 % (siembra); 33% (macollamiento); 33% (elongación)

B3=25% (siembra); 25% (macollamiento) ; 25% (elongación); 25 % (embuche)

Distribución de tratamientos:

Se ha establecido ocho tratamientos, cuyas características son: (tabla 4)

Tabla 4.- Clave de tratamientos

DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS	CLAVE
Estiércol de lombriz + 0% N (testigo)	A1-B0
Estiércol de lombriz + 50% y 50% fraccionado de N.	A1-B1
Estiércol de lombriz + 33%; 33% y 33 % fraccionado de N	A1-B2
Estiércol de lombriz + 25%; 25%; 25% y 25% fraccionado de N	A1-B3
Guano de islas + 0% (testigo)	A2-B0
Guano de islas + 50 % y 50% fraccionado de N	A2-B1
Guano de Islas + 33 %; 33 %; y 33 % fraccionado de N	A2-B2
Guano de islas + 25%; 25%; 25%; y 25%; fraccionado de N	A2-B3

DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente experimento fue conducido bajo un diseño experimental de parcelas divididas, con 4 repeticiones y 2 fuentes de abonamientos orgánico, como parcelas principales (factor A) y 4 niveles de fraccionamiento de nitrógeno, como parcelas pequeñas o sub-parcelas (factor B). Con un total de 32 unidades experimentales. Cuyo esquema de análisis de varianza (ANVA) es el siguiente (tabla 5).

Tabla 5: Análisis de varianza (ANVA)

FUENTE DE VARIABILIDAD	GRADOS DE LIBERTAD (G.L)
Bloque	3
Abonamiento orgánico (A)	1
Error experimental (a)	3
Fraccionamiento de nitrógeno (B)	3
Interacción A x B	3
Error experimental (b)	18
TOTAL	31

Modelo estadístico lineal, es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

- μ = Media total
- β_j = Efecto de la j-ésima bloque
- α_i = Efecto del i-ésimo abonamiento orgánico
- ε_{ij} = error de la parcela principal (a)
- γ_k = Efecto de la k-esima tratamiento de fraccionamiento de nitrógeno
- $(\alpha\gamma)_{ik}$ = Interacción entre fraccionamiento de nitrógeno por densidad de siembra
- ε_{ik} = Error de la sub parcela (B)

3.5. VARIABLES DE RESPUESTA Y OBSERVACIONES

3.5.1. Variables de respuesta

- Densidad de plantas establecidas (N° de plantas/m²).
- Rendimientos de materia verde y materia seca (kg/ha).
- Altura de planta (cm/planta).
- Fase fenológica (días/fase).
- Área foliar (cm²/hoja).
- Contenido de proteína cruda (%).
- Contenido de fibra detergente neutro FDN (%).
- Los costos de producción.
- Rentabilidad del cultivo.

3.5.2. Observaciones

- Análisis físico-químico del suelo.
- Datos de precipitación pluvial.
- Datos de temperatura máxima, mínima y media.
- Presencia de plagas y enfermedades.
- Presencia de malezas.

3.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.6.1. Preparación de terreno

La preparación del terreno se realizó en el mes de noviembre del año 2018 en el CIP Camacani, por lo cual se utilizó maquinaria agrícola para el roturado del terreno y manualmente, para que el terreno quede nivelado y mullido con la del rastillo

3.6.2. Marcado y surcado del terreno

Una vez limpiado y nivelado el suelo, se realizó el marcado del terreno experimental con yeso, de acuerdo al diseño de las parcelas divididas, luego con la ayuda wincha se procedió a tomar dimensiones de cada bloque, parcela y las unidades experimentales.

3.6.3. Abonamiento

El abonamiento orgánico se realizó el 20 de noviembre del 2018 para todas las unidades experimentales. La primera sub parcela se abonó con 2000 kg/ha de estiércol de lombriz y la segunda sub parcela se abonó con guano de islas con 500 kg/ha. Distribuidos al voleo uniformemente por separado.

3.6.4. Siembra

La siembra fue el 20 de noviembre del 2018, se realizó manualmente en líneas a chorro continuo en las parcelas demarcadas con una densidad de 120 kg/ha. Posteriormente las semillas fueron cubiertas con una capa de tierra.

3.6.5. Fertilización fraccionada

La fertilización fraccionada se aplicó desde la siembra hasta diferentes fases fenológicas del cultivo, empleándose un nivel de 80-00-00 de N, P₂O₅ y K₂O, siendo la fuente nitrogenada la urea a una concentración de 46% de nitrógeno. Este nivel de nitrógeno fue fraccionado en las fases fenológicas de siembra, macollamiento, elongación, y embuche tal como se aprecia en la tabla 6.

Tabla 6.- Aplicación de fertilización nitrogenada por hectárea y parcela experimental.

Nivel de nitrógeno	FASES FENOLÓGICAS				TOTAL
	Siembra	Macollamiento	Elongación	Embuche	
gr.	0	0	0	0	0 gr
0%	0%	0%	0%	0%	0 %
gr.	104.5	104.5	0	0	209 gr
kg/ha.	87.08	87.08	--	--	174.17 kg/ha
50%	50%	50%	--	--	100 %
gr.	69.7	69.7	69.7	0	209 gr
kg/ha.	58.05	58.05	58.05	--	174.17 kg/ha
33%	33%	33%	33%	--	100 %
gr.	52.4	52.4	52.4	52.4	209 gr
kg/ha.	43.54	43.54	43.54	43.54	174.17 kg/ha
25%	25%	25%	25%	25%	100 %

3.6.6. Control de malezas

Durante la conducción del experimento se encontró malezas las cuales fueron extraídos manualmente por todo el campo experimental, fueron identificadas las siguientes:

<i>Bidens andicola</i>	(Misico)
<i>Brassica campestris</i>	(Nabo silvete)
<i>Tarasa cerratei</i>	(Malva Kora)

<i>Bidens pilosa</i>	(Amor seco)
<i>Erodium cicutarum</i>	(Auja auja)
<i>Verbena peruviana</i>	(Verbena)
<i>Taraxacum officinalis</i>	(Diente de león)
<i>Capsella bursapastoris</i>	(Bolsa de pastor)

3.6.7. Cosecha de forraje

La cosecha se realizó el 08 de abril del 2019 a inicios de la fase fenológica de grano lechoso con ayuda de hoces a una altura de 5 cm de la altura del suelo, de los cuales se tomó un metro cuadrado de muestra de las sub parcelas, para poder determinar el rendimiento de materia verde, las muestras fueron pesadas; luego se clasifico para llevar al laboratorio y determinar el porcentaje de materia seca, así mismo poder determinar el análisis químico de contenido de proteína cruda y fibra detergente neutro.

3.7. ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LA BIOMASA VERDE

Los análisis se efectuaron en el laboratorio de aguas y suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, donde se obtuvo los siguientes análisis:

3.7.1. Determinación de materia seca

Para determinar el contenido porcentual de materia seca del forraje, se llevó las muestras verdes al laboratorio de aguas y suelos de la FCA-UNA-Puno, de los tratamientos en estudio, inmediatamente se realizó el pesado de muestras lo cual se introdujo a la estufa a una temperatura de 60 °C por un lapso de 48 horas, concluido el tiempo se retiró las muestras para hacer nuevamente el pesado y determinar el contenido de materia seca del cultivo de avena expresado en porcentaje.

$$\%H^{\circ} = \frac{PMH - PMD}{PMH} \times 100$$

$$\% MS = 100 - \% H^{\circ}$$

Dónde:

H° = Humedad

PMH = Peso de la muestra húmeda

PMD = peso de la muestra desecada

MS = Materia seca

3.7.2. Determinación de proteína cruda

El contenido porcentual de nitrógeno total de las muestras de forraje, se determinó en el laboratorio de aguas y suelos de la FCA-UNA-Puno se utilizó el método de Micro Kjeldal, por lo que se obtuvo el contenido de nitrógeno y posteriormente obtener el contenido de proteína cruda.

3.7.3. Análisis de fibra detergente neutro (FDN)

Para determinar las fracciones de fibra se utilizó el método de Van Soest, la determinación se basa en la solubilidad de los componentes de la pared de células vegetales.

$$\%fdn = \frac{\text{peso de la muestra} - (\text{peso de papel} + \text{residuo})}{\text{peso muestra}} \times 100$$

3.8. MEDICIONES Y EVALUACIONES DE VARIABLES DE RESPUESTA

3.8.1. Número de plantas establecidas

Se realizó el conteo manual al momento de la germinación, por el método del cuadrante expresado en m², que permitió contar las plantas establecidas.

3.8.2. Atura de planta

La altura de planta, se evaluó desde la base o cuello de la planta hasta el ápice de la hoja más larga de la planta expresada en cm, los datos fueron tomados en las fases fenológicas de emergencia, macollamiento, elongación e inicio de floración se tomó 3 muestras al azar.

3.8.3. Fase fenológica

Las fases fenológicas de la planta fueron evaluadas durante el desarrollo vegetativo de la planta; la emergencia inicio a los 29 días promedio después de la siembra, el macollamiento se observó a los 45 días promedio después de la siembra; en

la fase de elongación del tallo principal fue a los 68 días promedio después de la siembra; el embuche se observó 98 días promedio después de la siembra.

3.8.4. Área foliar

Se realizó las mediciones al momento de la cosecha, con la ayuda de una cinta métrica, lo cual se midió el largo y ancho de la hoja expresada en cm, y se tomó la muestra del tercio medio de la planta de cada parcela, posteriormente se aplicó la fórmula para hallar el área foliar expresado en m² (Cogliatti, Iglesias, y Cataldi, 2010).

$$AF = (L \times A) \times 0.835 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Dónde:

L = Largo de la hoja (cm)

A = Ancho de la hoja (cm)

0.835 = Factor de corrección

AF = Área Foliar (cm²)

3.8.5. Rendimientos de materia verde

El rendimiento de materia verde se realizó haciendo un corte de la biomasa aérea verde a una altura de 5 cm del suelo y posteriormente fue pesado con la ayuda de una balanza tipo reloj, el rendimiento se expresó en kg/parcela y luego proyectado a kg/ha.

3.8.6. Rendimiento de materia seca

El rendimiento de materia seca se estimó en base al porcentaje de materia seca y luego fue expresado en kilogramos de materia seca por hectárea.

3.8.7. Análisis del contenido de proteína cruda y fibra detergente neutro

El análisis de porcentaje de materia seca, proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) se realizó en base a los resultados de laboratorio, por cada tratamiento en estudio.

3.8.8. Costos de producción y rentabilidad

Los costos de producción se estimaron en base a las labores culturales que se realizaron en el presente trabajo de investigación, donde se tomó en cuenta los costos fijos y los costos variables, se hizo los cálculos a nivel de parcela experimental, luego se proyectó hacia una hectárea de cultivo.

Para el análisis económico se determinó: costo total, ingreso total, utilidad neta, rentabilidad, y relación C/B.

- $\text{Costo total} = \text{Costos fijos} + \text{Costos variables}$

- $\text{Ingreso neto} = \text{Ingreso total} - \text{Costo total}$

- $\text{Ingreso total} = \text{Rendimiento} \times \text{Precio}$

- $\text{Relación C/B} = \frac{\text{Ingreso total}}{\text{Costo total}}$

Costo total

- $\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Ingreso neto}}{\text{Costo total}} \times 100$

Costo total

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS Y AGRONÓMICAS

4.1.1. Densidad de planta (N° plantas/m²)

El análisis de varianza de la tabla 7, para densidad de planta (N° plantas/m²), indica que entre bloque no se encontró diferencia significativa, lo cual indica homogeneidad en el campo experimental, así mismo para abonamiento orgánico (A) e Interacción A*B no se encontró diferencia significativa, en cambio para fraccionamiento de nitrógeno (B) se encontró diferencia significativa, por lo que la aplicación de fertilizante químico ha influido en la densidad de planta. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 17.67%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

Tabla 7. Análisis de variancia para densidad de plantas establecidas (N°plantas/m²).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	1575.38	525.13	1.66	0.3444	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	561.13	561.13	1.77	0.2755	n.s.
Error experimental (a)	3	951.38	317.13	0.73	0.5499	
Fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	5154.38	1718.13	3.93	0.0255	*
Interacción A*B	3	573.38	191.13	0.44	0.729	n.s.
Error experimental (b)	18	7867.25	437.07			
Total	31	16682.88				

CV =17.67%

La prueba de comparación múltiple DUNCAN ($P \leq 0.05$) de la tabla 8, para densidad de planta (N° plantas/m²), señala que el tratamiento con mayor densidad fue nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con 138 plantas/m² siendo superior a los demás. Los tratamientos nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1), nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2), nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3) Y nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) tuvieron una densidad de 133, 128, 123, y 122 plantas/m² respectivamente, siendo estadísticamente similares. Los tratamientos con una baja densidad fueron nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0), nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) y nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (B1B3) con 102,

102 y 100 plantas/m² respectivamente, siendo inferiores a los demás tratamientos en estudio.

Tabla 8. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($p \leq 0.05$), para densidad de planta según fraccionamiento de nitrógeno.

Ord. de merito	Tratamientos	Densidad (planta/m ²)	P \leq 0.05
1	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	138	a
2	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	133	a b
3	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	128	a b
4	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	123	a b
5	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2)	122	a b
6	Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0)	102	b
7	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0)	102	b
8	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	100	b

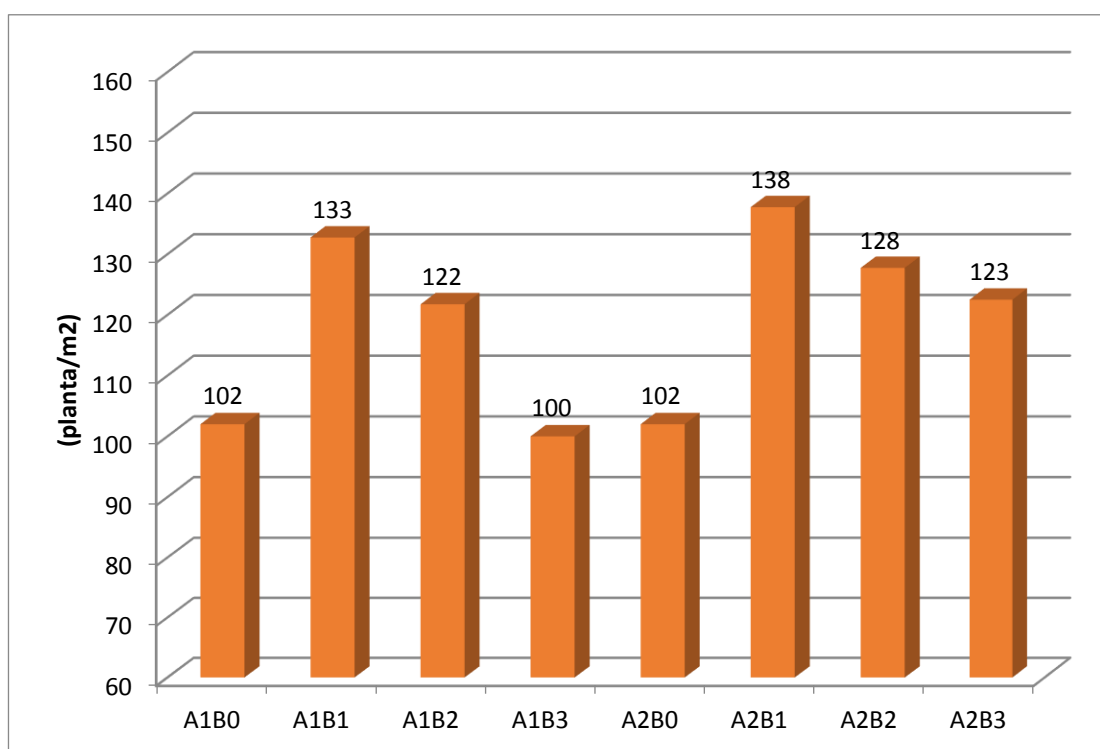


Figura 5. Densidad de planta de avena forrajera por tratamientos (N° plantas/m²).

Respecto a la densidad de plantas encontradas en avena, Camerini, (2018) menciona que, con una densidad de siembra de 160 kg/ha, con un peso de mil semillas (PMS ó P1000) de 33 gramos, lo que equivale a 485 semillas/m². La densidad de

plantas se estima desde 70 plantas/m² a 350 plantas/m², como resultado el presente trabajo se encontró 132 plantas /m² lo cual se evidencia un rango medio en cantidad de plantas establecidas en las parcelas experimentales.

4.1.2. Altura de planta (cm/planta)

El análisis de varianza de la tabla 9, para altura de planta(cm/planta), muestra que para bloques no se encontró diferencia significativa, por lo cual el terreno fue homogéneo tanto como para parcelas y sub parcelas, deduciendo que no hubo variación en cuanto a pendiente, adversidades climáticas que pudieran afectar, así mismo no se encontró diferencia significativa para Abonamiento orgánico (A) e interacción A*B, en cambio para Fraccionamiento de nitrógeno (B) se encontró estadísticamente un nivel altamente significativo, por lo que al fraccionamiento de nitrógeno en parcelas al momento de sus fases fenológicas junto con los diferentes porcentajes que se aplicó, hubo una variación en altura de planta al momento del corte. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 7.75 %, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

Tabla 9. Análisis de variancia para altura de plantas establecidas (cm/planta)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
bloque	3	497.23	165.74	1.93	0.3015	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	271.45	271.45	3.16	0.1735	n.s.
Error experimental (a)	3	257.73	85.91	1.78	0.1875	
Fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	6080.04	2026.68	41.93	<0.0001	**
interacción A*B	3	326.89	108.97	2.25	0.1169	n.s.
Error experimental (b)	18	870.01	48.33			
Total	31	8303.34				

C.V= 7.75%

La prueba de comparación múltiple DUNCAN ($P \leq 0.05$) de la tabla 10, para altura de planta (cm/planta), muestra claramente las alturas máximas alcanzadas por nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2), que tuvo una altura de 102 cm de igual forma; nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con una altura de 101 cm ; nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1) con una altura de 100 cm; nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2) con una altura de 95 cm; nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) con una altura de 93 cm; nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3) con una

altura de 92 cm respectiva mente siendo superior a nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz con una altura de nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) con 74 cm, el tratamiento que alcanzo una baja altura a diferencia de los demás tratamientos fue nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0) con una altura de 59 cm respectivamente .

Tabla 10. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($p \leq 0.05$), para altura de planta según fraccionamiento de nitrógeno

Ord. de merito	Tratamientos	Altura (cm/planta)	P ≤ 0.05
1	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2)	102	a
2	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	101	a
3	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	100	a
4	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	95	a
5	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	93	a
6	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	92	a
7	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0)	74	b
8	Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0)	59	c

La mayor altura de planta corresponde al aplicar fraccionadamente el nitrógeno con una porción del 33% es decir, a la siembra, macollamiento y elongación con ello se promueve el mayor crecimiento de la planta.

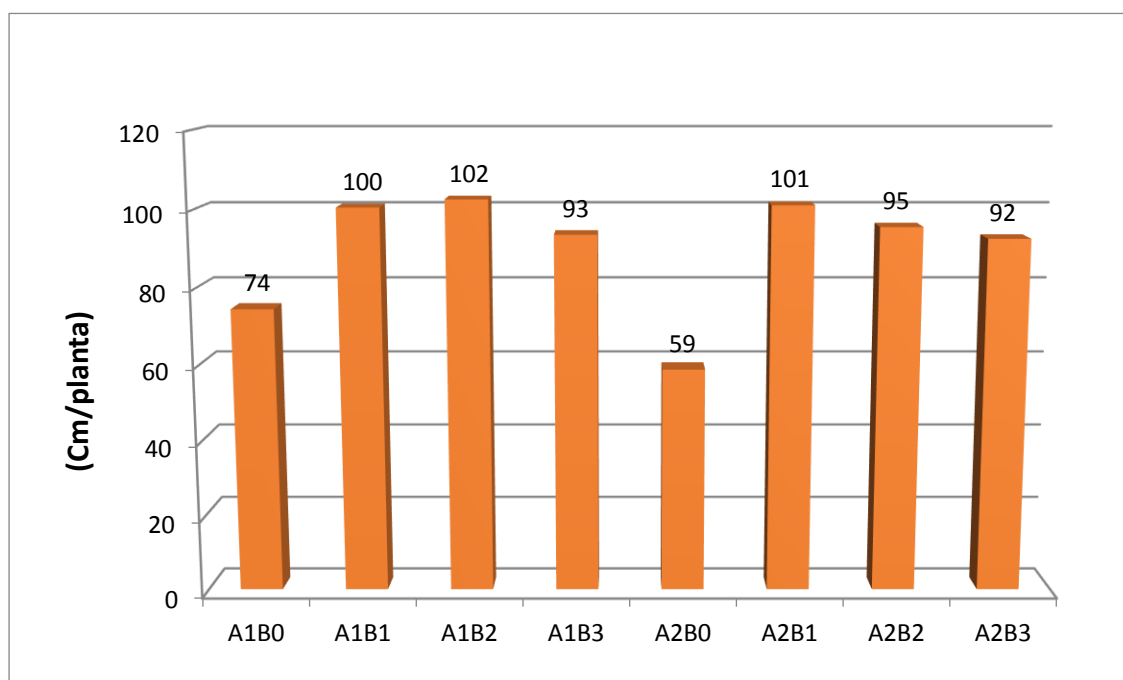


Figura 6. Altura de planta de avena forrajera por tratamientos (cm/planta)

En el presente trabajo los resultados obtenidos son ligeramente inferiores con un 42% de incremento a lo que reporta Casillas, et al (2014), quienes aplicaron tratamientos fueron diseñados para aportar 0, 67, 100 y 133% del requerimiento de Nitrogeno del cultivo (RNC) de avena forrajera, obteniendo a altura de planta con un incremento de hasta un 53%, con respecto al testigo sin fertilización nitrogenada.

Así mismo, Mendoza y Manchado, (1987), reportan que el momento de corte ,es decir a los 90 días la altura fue de 70, cm en la fase de grano lechoso, la altura de la plata elongo 102cm, siendo reportado por estos autores.

Tarqui, (2014), menciona que tratamiento que presento mayor altura de planta fue al aplicar 3 lt, de orina cuya altura de planta fue con 156.50 cm respecto a los demás tratamientos y el tratamiento que presento menor altura fue el tratamiento 0 lt de orina con 73.88 cm de altura.

4.1.3. Fases fenológicas

4.1.3.1. Emergencia (días/fase)

El análisis de varianza de la tabla 11, para emergencia (días/fase), muestra que para bloques no se encontró diferencia significativa, por lo que el terreno fue homogéneo, así mismo para Abonamiento orgánico (A) no se registró diferencia significativa en parcelas lo que en la aplicación de estiércol de lombriz y guano de isla fue homogéneo, de la misma forma que fraccionamiento de nitrógeno (B) no se registró diferencia significativa ,de la misma forma en el fraccionado de nitrógeno no se encontró variación en parcelas experimentales, como también la Interacción A*B, no se registró una diferencia significativa por lo que a la hora de la emergencia estadísticamente las poblaciones fueron similares . El coeficiente de variabilidad obtenido fue 2.48 %, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

Tabla 11. Análisis de variancia para Emergencia (días/fase)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	5.34	1.78	0.33	0.8085	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	11.28	11.28	2.07	0.2457	n.s.
Error experimental (a)	3	16.34	5.45	10.25	0.0004	
fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	3.84	1.28	2.41	0.1004	n.s.
Interacción A*B	3	1.34	0.45	0.84	0.488	n.s.
Error experimental (b)	18	9.56	0.53			
Total	31	47.72				

C.V.= 2.48 %

Estadísticamente en la fase de emergencia de plántulas no se encontró diferencia estadística; por lo que la figura 7, muestra al tratamiento nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) con 30.8 días/fase con un mayor número de días a la emergencia, seguido de nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) con 30.0 días/fase, así mismo el tratamiento nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1) con 29.8 días/fase, ala emergencia, seguido de nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 29.5 días/fase, finalmente el tratamiento los tratamientos con menor días fueron nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0) con 29.3 días/fase, seguido de nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2) con 29 días/fase, por ultimo nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) y nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3) con 28.5 días/fase ambos tratamientos con el mismo días a la emergencia.

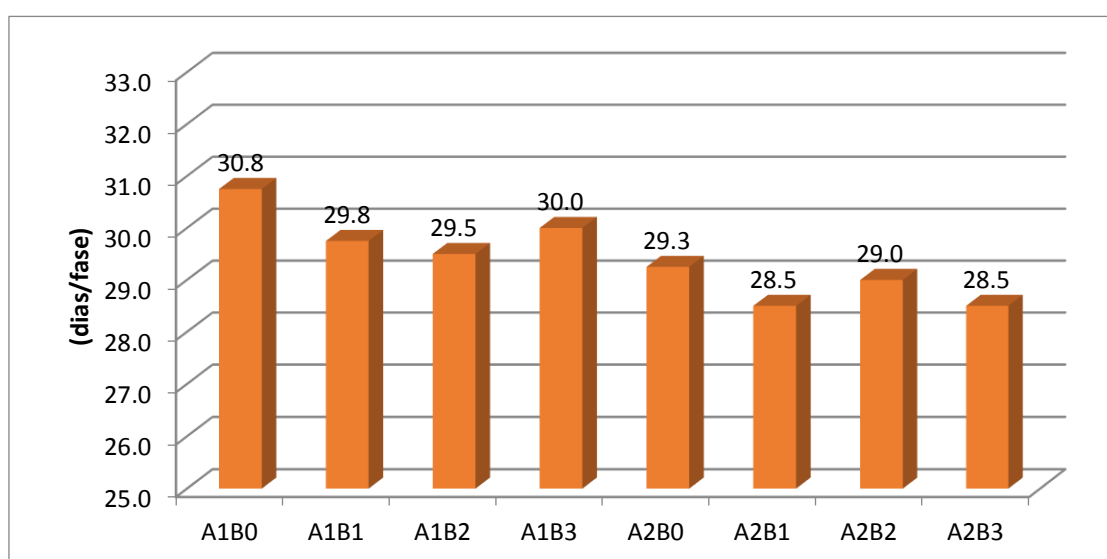


Figura 7.- Dias a la emergencia por tratamiento (días/fase)

Según, Apaza, (2008) reporta que los días a la emergencia en el cultivo de la avena bajo las diferentes densidades a la emergencia de plántulas y niveles de fertilización nitrogenada encontró un promedio de 26 días, respecto a lo encontrado estos datos son casi similares con un promedio de 28.8 a 30.8 días al emerger.

Tarqui, (2014) en su investigación sobre determinación de tres niveles de orina humana y densidad de siembra en el cultivo de avena (*Avena sativa* L.) observo los promedios de días a la emergencia. Donde los tratamientos que se aplicaron 60kg/ha de avena presentan mayor tiempo 22 días a la emergencia del cultivo, seguido de los tratamientos donde se aplicaron 90 y 120 kg/ha con 19 y 14 días a la emergencia. Sin embargo, en el presente trabajo con la aplicación de nitrógeno se obtuvo a los 28 días, así mismo sin la aplicación de nitrógeno el tratamiento con más días al emerger fue el de testigo, a causa de las lluvias tardías.

4.1.3.2. Macollamiento (días/fase)

El análisis de varianza de la tabla 12, para macollamiento (días/fase), muestra que para bloques no se encontró diferencia significativa, así mismo para Abonamiento orgánico (A) y para Interacción A*B no se encontró diferencia significativa, este resultado muestra que el macollamiento fue uniforme o similar entre tratamientos en todos los bloques y la materia orgánica y fertilización nitrogenada no afectó a los días al macollar, sin embargo para fraccionamiento de nitrógeno (B) se encontró diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 2.5 %, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

Tabla 12. Análisis de variancia para Macollamiento (días/fase)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	9	3	2.06	0.2843	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	1.13	1.13	0.77	0.4444	n.s.
Error experimental (a)	3	4.38	1.46	1.14	0.3615	
fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	16	5.33	4.15	0.0212	*
Interacción A*B	3	4.38	1.46	1.14	0.3615	n.s.
Error experimental (b)	18	23.13	1.28			
Total	31	58				

C.V.= 2.5 %

La prueba de comparación múltiple DUNCAN ($P \leq 0.05$) de la tabla 13, para macollamiento, se puede apreciar que el tratamiento con un mayor días al macollar fue nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0) con 47 días superior a nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) con 44 días. En cambio estadísticamente los tratamientos similares al macollar fueron: nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 46 días y nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con 46 días; seguido del tratamiento con nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) con 46 días respectivamente y superiores a nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1) con 45 días ; nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2) con 45 días y nitrógeno al 25% + guano de isla (A1B3) con 44 días al macollar, respectivamente.

Tabla 13. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Macollamiento según fraccionamiento de nitrógeno.

Ord. de merito	Tratamientos	Macollamiento (días/fase)	$P \leq 0.05$
1	Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0)	47	a
2	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2)	46	a b
3	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	46	a b
4	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0)	46	a b
5	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	45	b
6	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	45	b
7	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	44	b
8	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	44	b

Estos resultados nos indican que la primera aplicación fraccionada de nitrógeno, es decir, a la siembra favoreció el desarrollo del macollamiento en un menor número de días frente al tratamiento control lo cual se repercute en el mejor desarrollo fenológico de la planta.

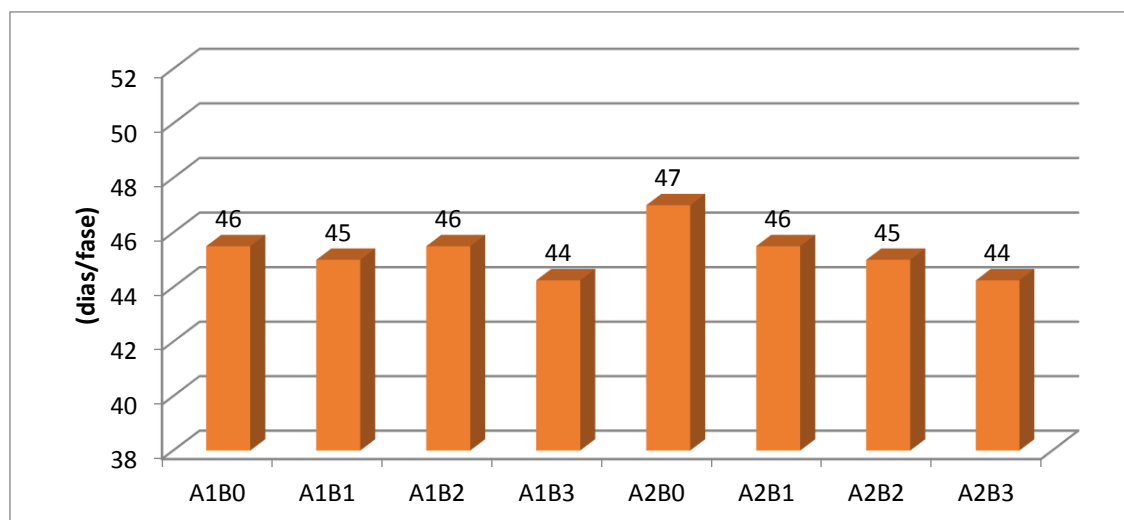


Figura 8.- Días de macollamiento por tratamiento (días/fase)

Según Apaza, (2008), reporta que, el promedio de días al macollamiento en el cultivo de la avena para las diferentes densidades de siembra y niveles de fertilización nitrogenada observándose más días al macollamiento en el tratamiento T7 (100 kg/ha con 160 kgN/ha) con 60 días, y con menos días al macollamiento correspondió al tratamiento T5 (100 kg/ha con 0 kgN/ha) con 51 días; respecto a lo encontrado en el presente trabajo los datos son inferiores, a lo que macollaron mucho más antes con un promedio de (A1B3) 44 días y (A2B0) 47 días al macollar, esto es probablemente la densidad cultivada

4.1.3.3. Elongación (días/fase)

El análisis de varianza de la tabla 14, para elongación, muestra que para bloques no se encontró diferencia significativa, por lo que indica los tratamientos fueron homogéneos en cuanto a nivelación de terreno no hubo variación, de igual forma para Abonamiento orgánico (A) e Interacción A*B no se encontró diferencia significativa, en cambio para donde se encontró una diferencia altamente significativa fue para los tratamientos con fraccionamiento de nitrógeno (B), donde los tratamientos fueron heterogéneos, esto quiere decir que la aplicación de nitrógeno con diferentes niveles influyó en el crecimiento en la fase de elongación. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 2.42%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

Tabla 14. Análisis de variancia para Elongación (días/fase)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	4.34	1.45	0.9	0.5346	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	3.78	3.78	2.34	0.2234	n.s.
Error experimental (a)	3	4.84	1.61	0.63	0.6045	
fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	115.34	38.45	15.02	<0.0001	**
Interacción A*B	3	7.84	2.61	1.02	0.4063	n.s.
Error experimental (b)	18	46.06	2.56			
Total	31	182.22				

C.V. = 2.42%

La prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$) de la tabla 15, para elongación según fraccionamiento de nitrógeno con abonamiento orgánico, el mayor tratamiento a la elongación en días fue: nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0) con 70 días, respecto al tratamiento que duró menos días a elongar, fue nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 63 días, así mismo nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) con 69 días; nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3) con 67 días son similares a; nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) con 67 días respectivamente; de igual forma nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2) con 65 días y nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1) con 65 los tratamientos son similares respecto a los días al elongar, el tratamiento con menor días a elongar también fue nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con 64 días.

Tabla 15. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Elongación según fraccionamiento de nitrógeno

Ord. de merito	Tratamientos	Elongación (días/fase)	$P \leq 0.05$
01	Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0)	70	a
02	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B1)	69	a b
03	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	67	b c
04	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	67	b c d
05	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	65	c d e
06	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	65	c d e
07	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	64	d e
08	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2)	63	e

Los resultados del presente trabajo evaluado nos indica que la aplicación fraccionada del elemento nitrógeno en una proporción del 33% atribuye a una mejor asimilación del nitrógeno por parte de la planta lo que se manifiesta en el menor número de días del desarrollo de la fase elongación, en comparación con el tratamiento testigo (A1B1).

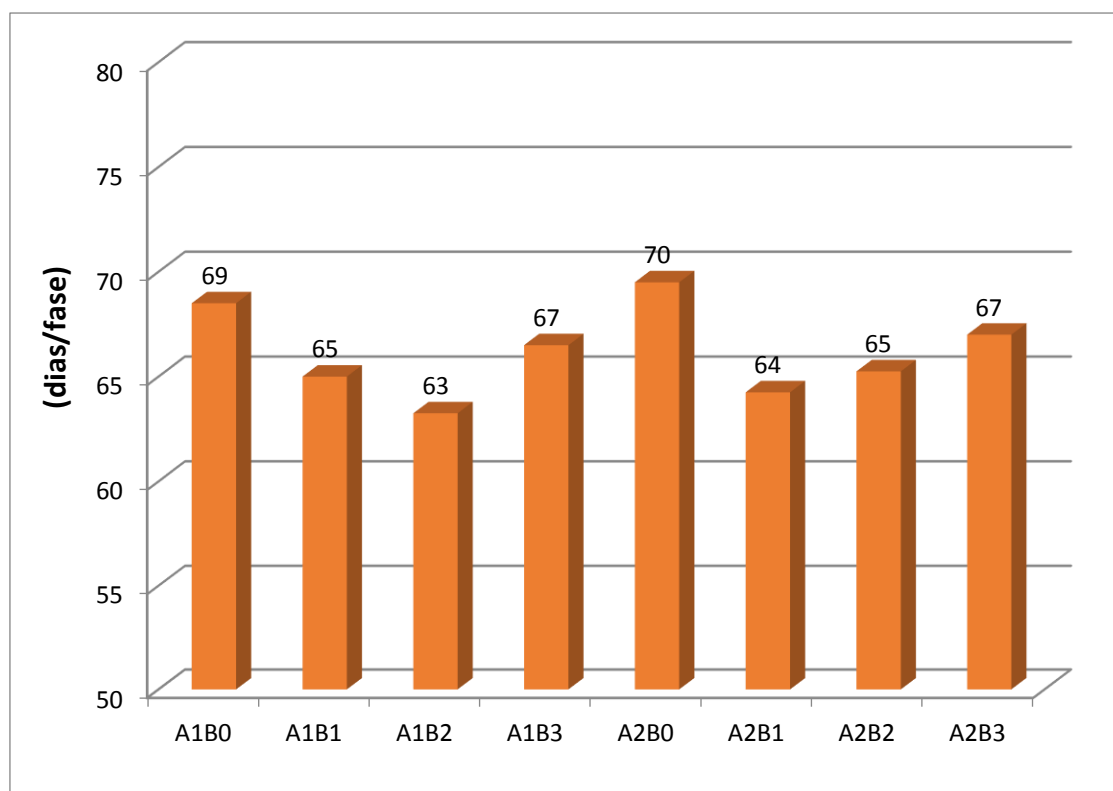


Figura 9.- Días de elongamiento (encañado) por tratamiento (días/fase)

Según la figura 9, el tratamiento que tuvo mayor días a llegar a elongar fue (A2B0) con 70 días y el menor fue (A1B2) con 63 días. Ya que tuvieron diferentes porcentajes de nitrógeno y diferente aplicación de abono. Al respecto, Apaza, (2008) indica que, la etapa de encañado tiene lugar una vez que comienzan a elevarse las temperaturas, los nudos pierden la facultad de emitir hijos y comienzan a alargarse los entrenudos del tallo. El encañado consiste, por tanto, en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos.

Según menciona, Dellacanonica, (2014) en un cultivo de avena que evaluó el impacto de diferentes láminas de riego sobre la productividad (materia seca y grano) y calidad de forraje, donde indica que el encañado logro a los 70 días después de la

siembra, donde los resultados en el presente trabajo se obtuvieron en los mismos días al elongar (encañado).

4.1.3.4. Embuche (días/fase)

El análisis de varianza de la tabla 16, para la fase de embuche, muestra que para bloques no se encontró diferencia significativa, por lo que el medio experimental del terreno fue homogéneo, así mismo para la interacción de A*B no se encontró diferencia significativa. De igual forma no se registró diferencia significativa para abonamiento orgánico (A), en cambio para fraccionamiento de nitrógeno (B) se encontró una diferencia significativa por lo que el abonamiento nitrogenado influyó en las parcelas en la fase de embuche encontrando una variación de días. El coeficiente de variabilidad obtenido fue 2.27%, lo cual nos indica la confiabilidad de los resultados del campo experimental.

Tabla 16. Análisis de variancia para Embuche (días/fase)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	11.25	3.75	0.55	0.6845	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	6.13	6.13	0.89	0.4149	n.s.
Error experimental (a)	3	20.63	6.88	1.44	0.265	
fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	52	17.33	3.62	0.0332	*
Interacción A*B	3	31.38	10.46	2.19	0.125	n.s.
Error experimental (b)	18	86.13	4.78			
Total	31	207.5				

C.V.= 2.27 %

La prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$) según la tabla 17, para embuche según fraccionamiento de nitrógeno y abonamiento orgánico, muestra que el tratamiento control tubo un mayor número de días con 99 días/fase correspondiente a nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0), seguido de nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) con 98 días/fase, nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2) con 98 días/fase respectivamente, así mismo los tratamientos nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3), nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1) y nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) con 97 días/fase, 96 días/fase, 96 días/fase, respectivamente por lo que estadísticamente son similares a los primeros tratamientos, los tratamientos con un menor número de días al embuche fueron nitrógeno al 33% +

estiércol de lombriz (A1B2) con 94 días/fase y nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con 94 días/fase respectivamente.

Tabla 17. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Embuche según fraccionamiento de nitrógeno.

Ord. de merito	Tratamientos	Embuche (días/fase)	$P \leq 0.05$
01	Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0)	99	a
02	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A2B0)	98	a
03	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	98	a
04	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	97	a b
05	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	96	a b
06	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	96	a b
07	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2)	94	b
08	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	94	b

Los resultados del presente trabajo evaluado nos indica que la aplicación fraccionada del elemento nitrógeno en una proporción del 50% atribuye una a una mejor asimilación del nitrógeno por parte de la planta lo que se manifiesta en el menor número de días del desarrollo de la fase elongación, en comparación con el tratamiento testigo.

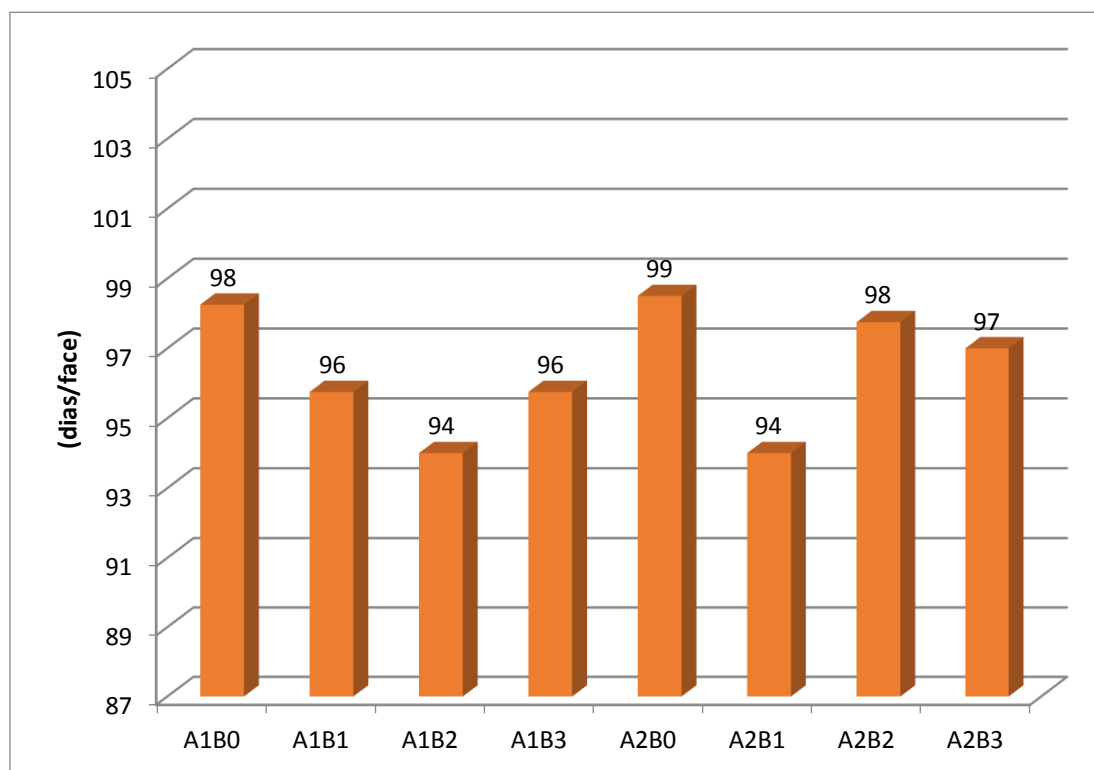


Figura 10.- Días al embuche por tratamiento (días/fase)

En la fase de embuche los días promedios estuvieron en los rangos de 94 a 99 días promedio. Al respecto Venegas, (2016) indica que, la variedad Urano en avena fue la primera en embuchar con 86 días y la variedad sol II con 129 días el último en embuchar, por lo que en el presente trabajo la variedad africana 902 tiene un intermedio al embuchar. Así mismo el autor menciona que Este resultado podría atribuirse a las características de precocidad que presenta esta variedad, como las características de desarrollo fenológico larga de la variedad Sol II.

Al respecto, Conde (2003) citado por Venegas, (2016), observó que las variedades, Vicar y la accesión PI 401853 varía entre 108 y 102 días respectivamente; por otro lado, las variedades precoces 3 Statu, Starter y la accesión PI 365617 tienen un promedio de 74 días; las demás tienen un carácter intermedio en rango de 81 a 100 días.

Lo cual según, Tarqui, (2014), en su trabajo de investigación tiene por objetivo determinar tres niveles de orina humana y densidad de siembra en el cultivo de avena. Donde la cosecha lo realizó según el desarrollo fenotípico del cultivo demostrando mayores días a la floración la densidad de 120 kg/ha con un promedio de 140 días en fecha 23 de abril de 2013 y la densidad que presentó menor número de días a la floración fue de donde se sembró 90 kg/ha con un promedio de 134 días en fecha 7 de abril de 2013

4.1.4. Área foliar (cm²/hoja)

El análisis de varianza de la tabla 18, para área foliar , indica que entre bloque se encontró diferencia estadísticamente significativa, por lo que en consecuencia ,las características del suelo experimenta fueron uniformes, así mismo para Abonamiento orgánico (A), no se encontró diferencia estadística significativa ,por lo que, no se encontró influencia ya que individualmente no afecto a la producción de área foliar en avena ,en cuanto a fraccionamiento de nitrógeno (B) se encontró una diferencia estadística altamente significativa, lo que indica que las diferentes proporciones influenciaron en el desarrollo del área foliar de la planta, por último la interacción de A*B resulto estadísticamente no significativo. El coeficiente de variabilidad es de 16.97 %, indica que el experimento ha sido conducido con una calificación buena comparado con experimentos convencionales.

Tabla 18. Análisis de variancia para área foliar de plantas establecidas en avena (cm²/hoja).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	100.88	33.63	7.86	0.0621	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	8.02	8.02	1.88	0.2644	n.s.
Error experimental (a)	3	12.83	4.28	0.24	0.8657	
fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	861.54	287.18	16.26	<0.0001	**
Interacción A*B	3	77.91	25.97	1.47	0.256	n.s.
Error experimental (b)	18	317.84	17.66			
Total	31	1379.02				

C.V.= 16.97 %

La prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$) tabla 19, para área foliar según fraccionamiento de nitrógeno y abonamiento orgánico, el tratamiento con mayor área foliar fue: nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con un área de 31cm²/hoja, seguido de nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) con 29 cm²/hoja y nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con 28 cm²/hoja, así mismo los tratamientos estadísticamente iguales fueron nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2) y nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1) con 27 cm²/hoja cada uno .finalmente los tratamientos un bajo área foliar a comparación de los demás fueron nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0) y nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) con 17 y 14 cm²/hoja respectivamente.

Tabla 19. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Área foliar según fraccionamiento de nitrógeno

Ord. de merito	Tratamientos	Área foliar (cm ² /hoja)	P≤0.05
1	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2)	31	a
2	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	29	a
3	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	28	a
4	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	27	a
5	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	27	a
6	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	25	a
7	Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0)	17	b
8	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0)	14	b

La mayor superficie foliar se logra al aplicar el nitrógeno en forma fraccionada, distribuyendo en tres proporciones, es decir, a la siembra, macollamiento, y elongación, lo que promueve el mayor desarrollo del tejido foliar de la planta

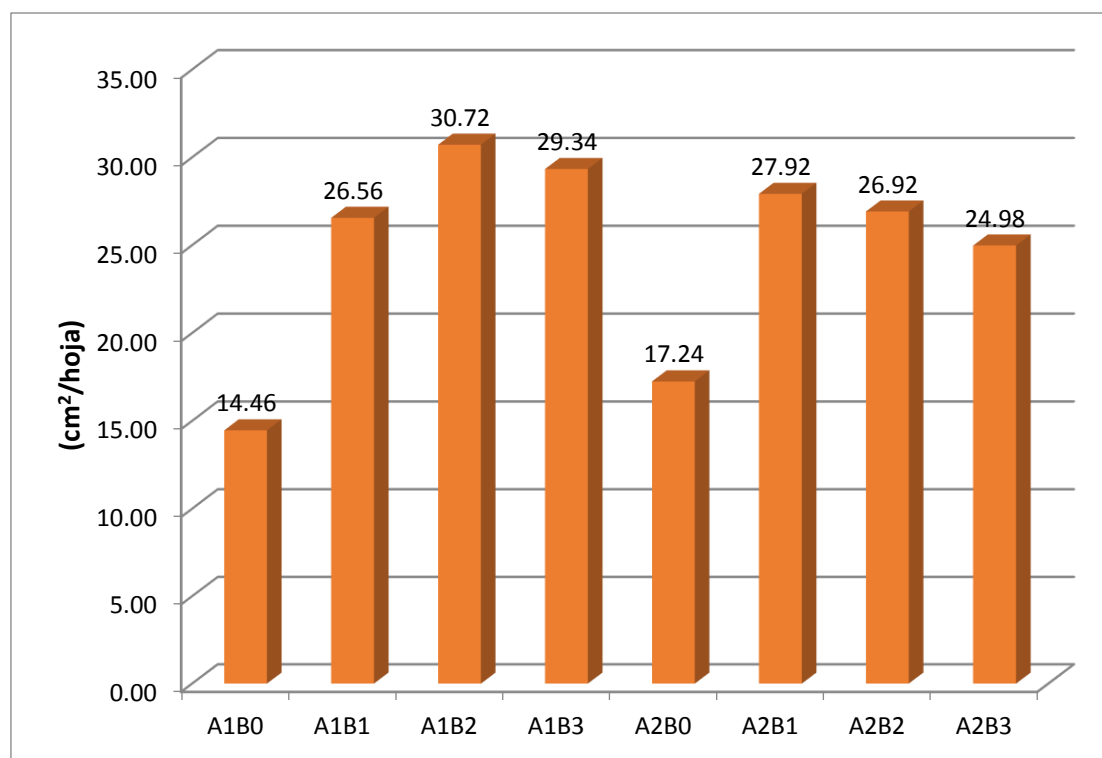


Figura 11 .- Tamaño de área foliar avena forrajera por tratamientos (cm²/hoja)

El tratamiento con mayor área foliar fue (A1B1) con 30.72 cm²/hoja, de igual forma el tratamiento con una menor área folia fue (A1B0) con 14.46cm²/hoja. A lo que respecta, Montoya, (2017), al comparar las medias (P<0.05) de los estadios fenológicos de avena, la mayor área foliar de avena se dio en el estadio de inicio de floración (169.2 cm²), el cual difiere del estadio de grano lechoso (63.3 cm²) y del estadio de grano pastoso (31.4 cm²).

El área foliar en avena según, Apaza, (2008), indica que, con el tratamiento con (100 kg/ha con 240 kg N/ha) con un promedio de 20 cm²; mientras el área foliar más bajo se obtuvo con los tratamientos con (80kg/ha con 0 kg N/ha) y el tratamiento (120 kg/ha con 0 kg N/ha) con un promedio de 6 cm² en su investigación de cultivo de avena. Bajo los diferentes tratamientos, donde las diferencias existentes de las mismas, se atribuyen al efecto de los diferentes niveles de nitrógeno, respecto a lo encontrado en el presente trabajo, el área foliar es superior con 30.72 cm² con la aplicación de estiércol de lombriz Y 33% de nitrógeno (A1B2).

4.2. RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE

4.2.1. Rendimiento de materia verde (kg/ha)

Los datos para rendimiento de materia verde, fue sometido al análisis de varianza, según la tabla 20, se visualiza que para bloque y abonamiento orgánico (A) no registro diferencias estadísticas significativas, así mismo para interacción de A*B, no se registró diferencias estadísticas significativas. Pero, para fraccionamiento de nitrógeno (B) se encontró una diferencia estadística altamente significativa, es decir, que el fraccionamiento de nitrógeno ha influenciado en el rendimiento de materia verde con la aplicación de nitrógeno, a comparación del tratamiento control. El coeficiente de variabilidad fue de 24.98% lo cual indica confiabilidad estadística en el campo experimental.

Tabla 20. Análisis de variancia para rendimiento materia verde (kg/ha)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	0.44	0.15	0.28	0.8393	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	0.21	0.21	0.4	0.5706	n.s.
Error experimental (a)	3	1.57	0.52	1.81	0.182	
fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	10.61	3.54	12.19	0.0001	**
Interacción A*B	3	1.73	0.58	1.99	0.1514	n.s.
Error experimental (b)	18	5.22	0.29			
Total	31	19.78				

C.V.= 24.98%

La prueba de comparación múltiple de DUNCAN ($P < 0.05$), de la tabla 21, señala que los más altos rendimientos de biomasa verde fue en los tratamientos nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) y nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1) con 27,250 Kg/ha de materia verde, cada uno. Luego le siguen los tratamientos Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) y Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2) con 25,875 y 25,000 kg/de M.V. respectivamente. Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) y (A2B0) con 16,250 y 8,250 kg/ha de M.V. respectivamente.

Tabla 21. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$) para Rendimiento de Materia verde según fraccionamiento de nitrógeno.

Ord. de merito	Tratamientos	Rendimiento M.V. (kg/ha)	$P \leq 0.05$
1	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (T3A1B2)	27,250	a
2	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	27,250	a
3	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	25,875	a
4	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	25,000	a
5	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	23,875	a b
6	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	18,750	a b
7	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0)	16,250	b c
8	Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0)	8,250	c

La aplicación fraccionada del elemento nitrogenado, al cultivo de avena, ya sea en una proporción del 33% en la fase de siembra, macollamiento y elongación o con una proporción del 50% a la siembra y macollamiento promueve un mejor desarrollo vegetativo de la planta, manifestándose en los más altos rendimientos de biomasa verde forrajero, lo que significa un mayor volumen forrajero con capacidad de mantener a un mayor número de ganado.

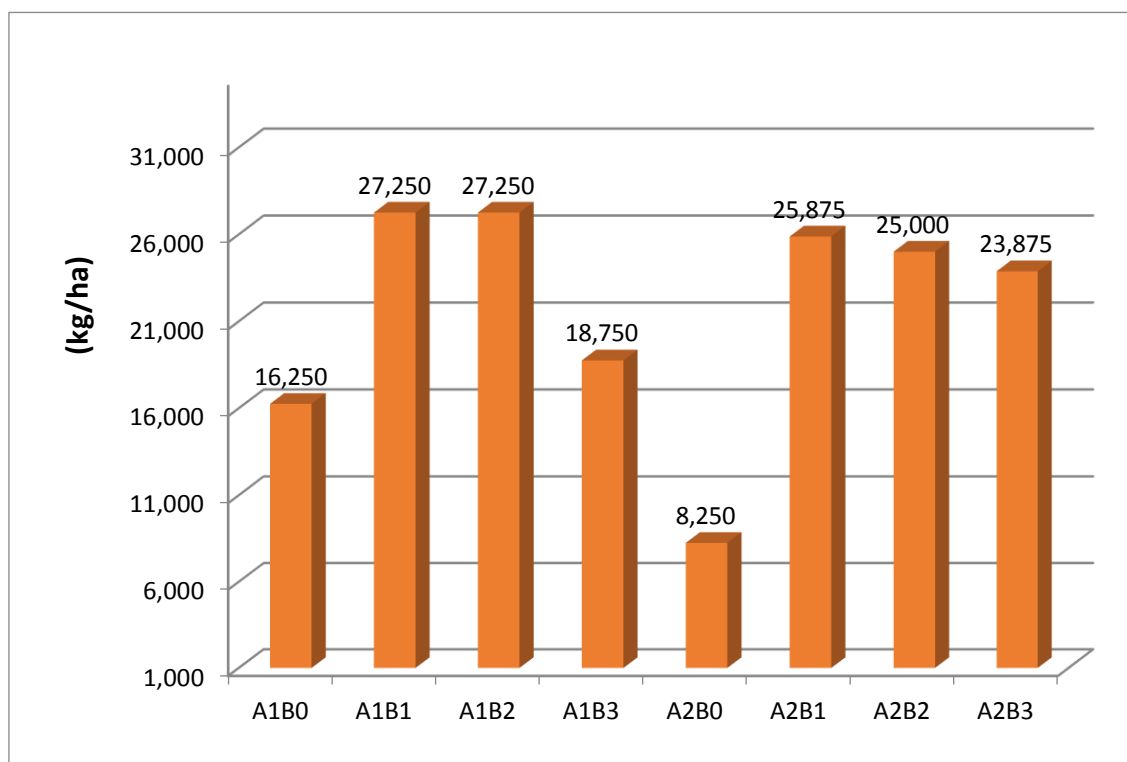


Figura 12. Materia verde de avena forrajera por tratamientos kg/ha.

En la figura 12, se puede observar que, el mayor rendimiento es de 27,250 kg/ha. (A1B1), (A1B2) Tratamiento que pertenece al estiércol de lombriz con el 50 % de fraccionamiento adicionado a la siembra y macollamiento; y con el 33% de fraccionamiento a la siembra, macollamiento y elongación y el menor fue de 8,250 kg/ha que es del (A2B0), guano de isla al 0% de adición de nitrógeno. Tomando en cuenta estos resultados se puede mencionar que es necesaria la adición de nitrógeno para la obtención de mayor rendimiento forrajero ya que solo el 30.27% del 100% de rendimiento fue obtenido al no adicionar o enriquecer la tierra con nitrógeno siendo el tratamiento testigo del campo experimental.

Los resultados encontrados en el presente trabajo son superiores al trabajo encontrado por, Cotacallapa, (2018), los resultados, evidencian un rendimiento promedio de 23.04 ± 3.86 t ha⁻¹ de materia verde; el promedio de la composición química fue 27.95 ± 1.58 % de MS, a lo que se encontró en el presente trabajo fue 27.250 t ha. Siendo la diferencia 4.21 t ha, así mismo afirma que, el cultivo de avena forrajera, es una excelente alternativa productiva para el ganado lechero bajo condiciones del altiplano de Puno, con gran potencial de rendimiento y calidad nutritiva.

Al respecto, Mamani, (2017), indica que el rendimiento de biomasa, en la variedad “INIA 904 Vilcanota I” tuvo 4.60 kg/m² (46 000 kg/ha), seguido de la variedad “INIA 902 La Africana” con 4.40 kg/m² (44 000 kg/ha), casi similares a lo encontrado en el presente trabajo. En cambio, Tarqui, (2014) obtuvo mayor rendimiento de forraje en los tratamientos donde se aplicó una densidad de siembra de 90 kg/ha con un promedio de 4.64 kg/m² de rendimiento de forraje y mientras el promedio más bajo se presentó donde la densidad de siembra fue de 120 kg/ha con un rendimiento de 3.02 kg/m².

4.2.2. Rendimiento de materia seca (kg/ha)

En el Análisis de varianza de la tabla 22, para rendimiento de materia seca se visualiza que, para bloques no hay diferencia estadística significativa, así mismo para abonamiento orgánico (A), lo que indica que al momento de la conducción del experimento no hubieron factores que variaron las parcelas experimentales, sin embargo para Fraccionamiento de nitrógeno (B) se encontró diferencia estadística significativa,

lo que quiere decir que la aplicación de nitrógeno en diferentes porcentajes influyó en la producción de materia seca en las parcelas experimentales. Donde no se encontró una diferencia estadística fue para la interacción de A*B. El coeficiente de variabilidad fue de 27.69%, lo que indica la confiabilidad de resultados en el campo experimental.

Tabla 22. Análisis de varianza para rendimiento materia seca (kg/ha).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	0.03	0.14	2.96	0.0172	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	0.13	0.01	0.18	0.9046	n.s.
Error experimental (a)	3	0.19	0.13	2.11	0.2422	
Fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	1.19	0.06	1.33	0.2949	*
Interacción A*B	3	0.27	0.4	8.45	0.001	n.s.
Error experimental (b)	18	0.85	0.09	1.89	0.1673	
Total	31	2.66				

C.V. = 27.69 %

La prueba de comparación múltiple DUNCAN ($P \leq 0.05$) de la tabla 23, rendimiento de materia seca, muestra que el tratamiento con un alto rendimiento fue Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 10600.9kg/ha superior a Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1) con 9914.72 kg/ha seguido de Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2) con 8937.44 kg/ha, Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3) con 8595.04 kg/ha y Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con 8290.06 kg/ha respectivamente, estadísticamente similares. Finalmente, los tratamientos con un bajo rendimiento de materia seca corresponden a los tratamientos Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) con 6988.23 kg/ha seguido de Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) 6481.86 kg/ha estadísticamente similares, de igual forma el tratamiento Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0) con 2989.21 kg/ha fue el que registro el más bajo rendimiento de M.S. a diferencia de los demás tratamientos.

Tabla 23. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Rendimiento de Materia seca según fraccionamiento de nitrógeno.

Ord. de merito	Tratamientos	Rendimiento M.S. (kg/ha)	$P \leq 0.05$
1	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2)	10,600.9	a
2	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	9,914.72	a b
3	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	8,937.44	a b
4	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	8,595.04	a b
5	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	8,290.06	a b
6	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	6,988.23	b
7	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0)	6,481.86	b
8	Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0)	2,989.21	c

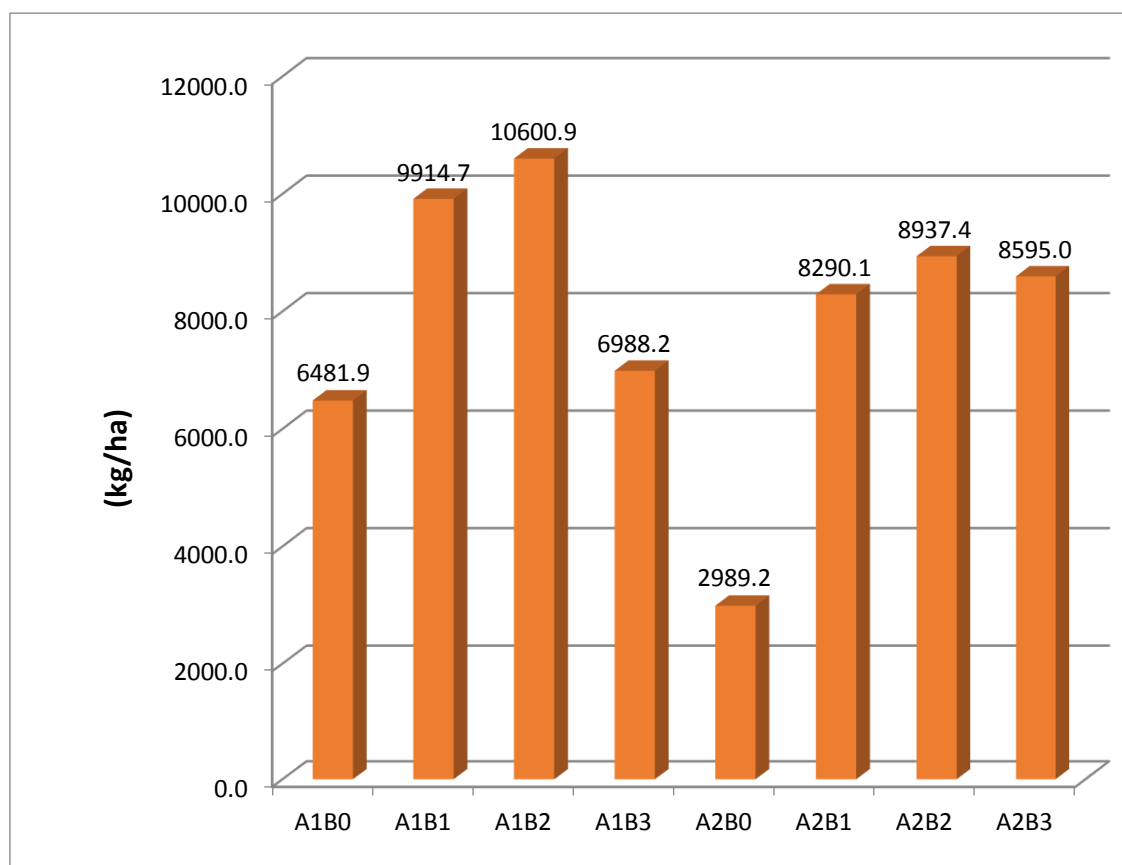


Figura 13. Rendimiento materia seca de avena forrajera por tratamientos (kg/ha).

Respecto a rendimiento de materia seca, Nestares, et al (1992), en el estudio que realizo en la Estación Experimental Santa Ana – Huancayo del Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial INIAA, encontró un coeficiente de variación de 14.24%. Los tenores de “materia seca” en avena fue 5.61t/ha, con un coeficiente de variación de 6.37%. Siendo similares a los resultados obtenidos del rendimiento de materia seca en el presente trabajo con 3.937 t/ha con un 8% a diferencia del tratamiento sin aplicación de fertilizante nitrogenado con 3.200 t/ha. Por otro lado, Becerra, (1995), señala que la producción de materia seca en avena forrajera de 3 a 4 toneladas de materia seca por hectárea, dentro de estas avenas la de mejor comportamientos es la Strigosa con un rápido desarrollo vegetativo de buena recuperación al corte, produce abundante cantidad de forraje y puede ser utilizada(cortada o tal ajcada) en dos o más oportunidades en la temporada invernales que alcanzan las variedades anteriormente mencionadas ,siendo similares a lo encontrado en el presente trabajo de investigación.

Respecto al rendimiento de materia seca, Mamani, (2016), menciona que en la región Puno el cultivo de avena fluctúan de 5.88 a 6.93 t/ha, con un promedio de 6.42 ± 1.20 t/ha. Según el tamaño de unidades de producción no tuvo ningún efecto significativo, ni existió interacción alguna entre las variables. Por otro lado, Apaza, (2008), observa que los promedios de rendimiento de materia seca (MS) por tratamientos y muestra que el T6 (100 kg/ha con 80 kgN/ha) presenta mayor rendimiento de MS con 7.4 t/ha y con menor rendimiento el T4 (80 kg/ha con 240 kgN/ha) con 2.3 t/ha. Así mismo menciona que los mejores resultados se obtienen con los tratamientos en los que se aplicó 0 y 80 kgN/ha. La media de producción de materia seca para todo el experimento fue de 4.6 t/ha.

4.2.3. Porcentaje de materia seca (%)

El análisis de varianza de la tabla 24, para porcentaje de materia seca (%), indica que entre bloques no existe diferencia significativa, deduciendo que el pampo experimental fue homogéneo en cuanto a la pendiente, adversidades climáticas, etc. En cambio para Abonamiento orgánico (A) fue altamente significativo lo que indica heterogeneidad entre los tratamientos en estudio, para fraccionamiento de nitrógeno (B) se encontró diferencia significativa lo que los porcentajes de fertilizante nitrogenado influyo en contenido de materia seca , así mismo pata la Interacción A*B no se encontró

diferencias significativas, por ser homogéneos, el coeficiente de variabilidad fue de 4.62 % lo que estadísticamente muestra que los resultados obtenidos son confiables.

Tabla 24. Análisis de variancia con datos transformados a valor angular para materia seca.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	6.76	2.25	1.73	0.3325	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	31.5	31.5	24.12	0.0162	**
Error experimental (a)	3	3.92	1.31	0.44	0.7274	
Fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	32.31	10.77	3.63	0.0331	*
Interacción A*B	3	6.24	2.08	0.7	0.5641	n.s.
Error experimental (b)	18	53.46	2.97			
Total	31	134.18				

C.V.= 4.62 %

La prueba de comparación múltiple DUNCAN ($P \leq 0.05$) para datos transformados a valores angulares de la tabla 25, para porcentaje de materia seca muestra el un alto rendimiento , nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) con 39.4 % M.S.; nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 39.1 %M.S. y nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) con 37 % M.S. que estadísticamente son iguales y superiores a nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1) con 36.2% M.S.; nitrógeno al 33% + guano de isla con (A2B2) 36.2% M.S.; nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0) con 36.1 %M.S. ; nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3) con 35.88 %M S. estadísticamente similares e inferiores , siendo el de mejor porcentaje a diferencia de los demás tratamientos nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con 32.01% M.S.

Tabla 25. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para Materia seca según fraccionamiento de nitrógeno.

Ord. de merito	Tratamientos	M.S (Valor angular)	Porcentaje M.S. (%)	$P \leq 0.05$
1	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0)	39.92	39.4	a
2	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2)	38.67	39.1	a
3	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	37.47	37.0	a
4	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	36.99	36.2	a b
5	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	36.96	36.2	a b
6	Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0)	36.92	36.1	a b
7	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	36.79	35.88	a b
8	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	34.45	32.01	b

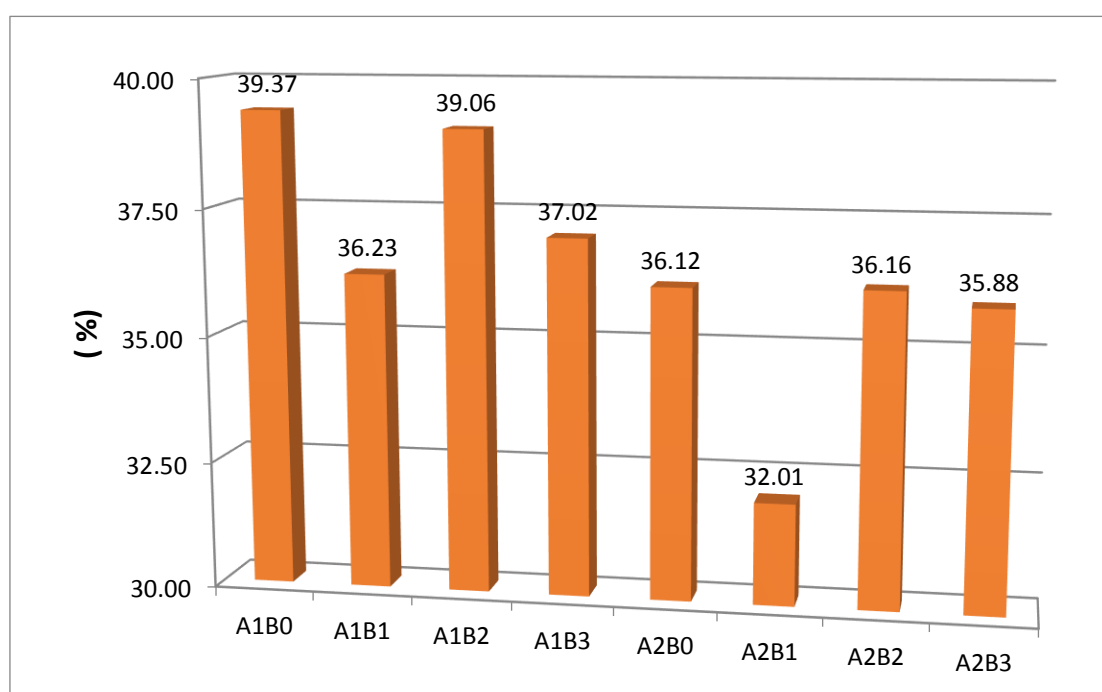


Figura 14. Porcentaje materia seca de avena forrajera por tratamientos (%).

El presente trabajo registró un mayor porcentaje de materia seca respecto a lo que reporta, Basurto (2018), con la inclusión de urea y sin urea al 1%, siendo el mayor valor de materia seca sin urea fue de (27.25%) y seguido de (22.82%), con urea al 1%. La P4= 25% cebada/75% vicia sin urea presenta el mayor porcentaje de materia seca con valor de 28.64%, y con la inclusión de urea al 1% la P1= 100% cebada / 0% vicia, obtuvo el mayor contenido 24.87. Por otra parte, la urea al 1% tuvo un efecto reductor sobre el tenor de materia seca.

Machaca, (2009), menciona sobre los parámetros de degradabilidad efectiva in situ de M.S. (DEMS) DEMs fluctúan entre 42.07%, para Avena lechosa, para Ray, gras italiano inmaduro entre 44.19% para Kikuyo inmaduro y 68.23% para Ray gras italiano inmaduro, siendo los resultados ligeramente similares en el presente trabajo de investigación.

4.2.4. Contenido de proteína cruda (%)

El análisis de varianza de la tabla 26, para proteína cruda (%), indica que entre bloque no se encontró diferencia estadísticamente significativa, lo que indica que la conducción fue homogénea entre parcelas, así mismo cabe indicar que para abonamiento orgánico se encontró una diferencia estadística altamente significativa, esto quiere decir que entre tratamientos en estudio existen parcelas con valores altos, de la misma forma se encontró para fraccionamiento de nitrógeno diferencia estadística significativa, lo que indica la aplicación de nitrógeno en porcentajes influencia en las parcelas en estudio, en cuanto a la intervención de Abonamiento orgánico con fraccionamiento de nitrógeno no se encontró diferencia estadísticamente significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 6.67 %, lo que indica que el trabajo de investigación es confiable respecto a otros trabajos de investigación.

Tabla 26. Análisis de varianza con datos transformados a valor angular para contenido de proteína cruda

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	0.24	0.08	2	0.2922	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	0.59	0.59	15.09	0.0302	**
Error experimental (a)	3	0.12	0.04	0.98	0.4236	
fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	0.67	0.22	5.57	0.007	*
Interacción A*B	3	0.04	0.01	0.36	0.7858	n.s.
Error experimental (b)	18	0.72	0.04			
Total	31	2.38				

C.V.= 6.67%

Prueba de significancia DUNCAN ($P \leq 0.05$) para datos transformados a valor angular, para el contenido de proteína cruda según fraccionamiento de nitrógeno de la tabla 29, el tratamiento con un mayor porcentaje de proteína cruda fue nitrógeno al 50%

+ guano de isla con (A2B1) 10.75% superior al tratamiento de nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0) con 6.76 % que tuvo el más bajo porcentaje de proteína cruda; así mismo el tratamiento nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2) con 10.6% es similar estadísticamente al tratamiento nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3) con 9.69%; de igual forma los tratamientos nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) , nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) ; nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1) son similares uno respecto al otro, con un contenido de proteína cruda (8.79%, 8.76% y 8.72%) respectivamente y superior al tratamiento nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0) con 8.60% de proteína cruda.

Tabla 27. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($P \leq 0.05$), para el contenido de proteína cruda según fraccionamiento de nitrógeno.

Ord. de merito	Tratamientos	proteína cruda(valor angular)	% proteína cruda	$P \leq 0.05$
1	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	3.27	10.75	a
2	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	3.26	10.60	a
3	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	3.11	9.69	a b
4	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2)	2.96	8.79	a b
5	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	2.96	8.76	a b
6	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	2.95	8.72	a b
7	Nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0)	2.92	8.60	b
8	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0)	2.6	6.76	c

Con la aplicación de nitrógeno en forma fraccionada a razón de 50% a la siembra y el otro 50% al macollamiento mas guano de isla, se logra una biomasa verde con altos valores nutritivos de proteína cruda significando un incremento del 23% de proteína en relación al tratamiento testigo, es decir 0% de nitrógeno + guano de isla; también al aplicar el nitrógeno en tres proporciones, es decir, 33% ala siembra, 33% al macollamiento y 33% ala elongación. Los valores de proteína cruda son superiores al tratamiento testigo

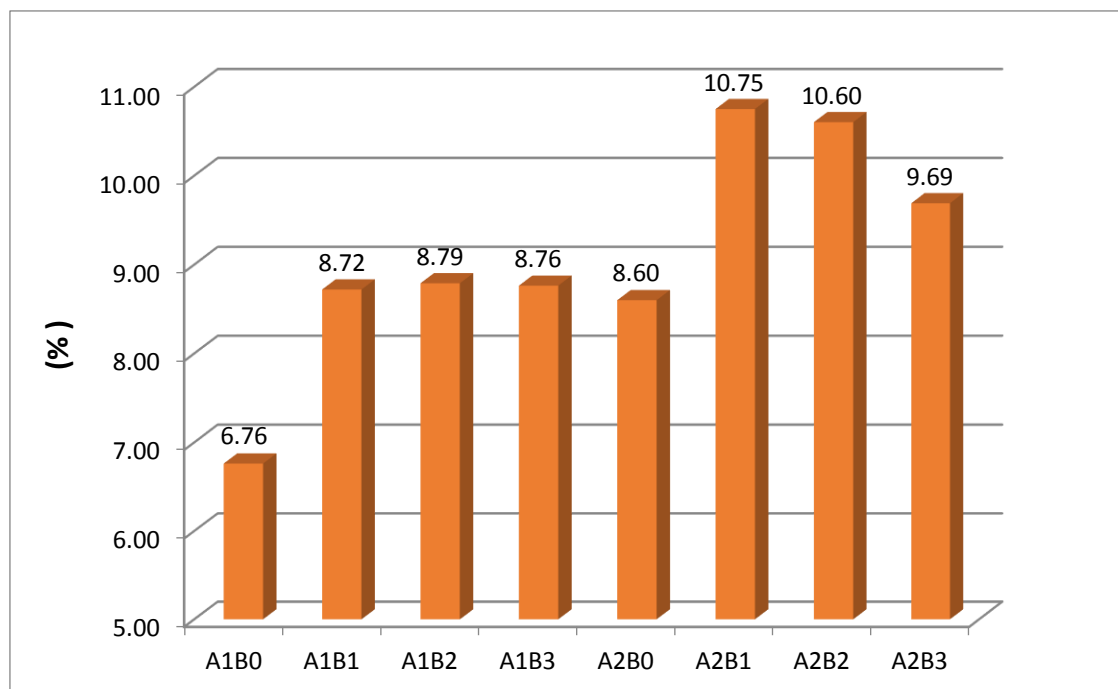


Figura 15. Contenido de proteína cruda por tratamiento (%).

En el presente trabajo el contenido de proteína cruda es ligeramente inferior a lo que reporta Basurto, (2018) con la incorporación de urea al 1%, la P5= 0% cebada /100% vicia, presento el mayor tenor de proteína cruda 21.11%, seguido de las proporciones P4, P3 y P2 con 19.08,18.30 y 17.08 respectivamente, mientras que sin la inclusión de urea al 1% se57 obtuvo el mayor valor en P5 con 17.75%, seguido de las P4, P3 y P2. Por último, con el menor valor se tiene P1= 100% cebada / 0% vicia con 11.51%.

Los resultados obtenidos por, Suaña , (2017), en la avena forrajera Tayco son ligeramente superiores a lo obtenido en el presente trabajo, lo que en su investigación el autor indica que, los ensilados con adición de Nitroshure 0.5 % + Urea 1 % y Nitroshure 0.5 % + Urea 0.5 %, indica que superaron en contenido de proteína cruda 14.69 ± 0.15 % y 14.24 ± 0.11 %, con contenido de fibra detergente neutro 62.03 ± 0.94 % y 62.81 ± 0.90 %.

Por otro lado, Ramírez, (2013) en su investigación menciona que, el heno de pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) se obtuvo los siguientes porcentajes: 16.12, 14.32 y 11.72 respectivamente en proteína cruda. Así mismo, Ramírez, (2013) , observa que la mejor edad en la que se aprovecha de manera óptima

la producción del pasto elefante morado, (*Pennisetum purpureum*, cv. Cameroon, para la henificación es a las 5 semanas post- rebrote correspondiente al tratamiento 2 por tener un buen rendimiento de forraje verde de 11.55 ton/ha/corte con 35% m/s que equivale a 4 ton/ha/corte con un 14.32% de proteína cruda.

4.2.5. Contenido de fibra detergente neutro (%)

El análisis de varianza de la tabla 28, para datos transformados a valor angular, para Fibra Detergente Neutro (FDN), indica que entre bloque no se encontró diferencia estadísticamente significativa así mismo para Abonamiento orgánico (A) e interacción A*B, por lo que fue homogéneo en el campo experimental. Pero para fraccionamiento de nitrógeno (B) se encontró una diferencia estadísticamente significativa, lo que indica que los tratamientos hubo valores heterogéneos, como el contenido de fibra detergente neutro en la especie forrajera de avena en estudio. El coeficiente de variabilidad obtenido es de 3.88% la misma que es aceptable para las condiciones de campo en el que se ejecutó el experimento.

Tabla 28. Análisis de variancia con datos transformados a valor angular para contenido de fibra detergente neutro (FDN).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Pr >F	Sig.
Bloque	3	11.47	5.69	1.65	0.1591	n.s.
Abonamiento orgánico (A)	1	11.41	3.82	0.88	0.5388	n.s.
Error experimental (a)	3	12.97	11.41	2.64	0.2026	
fraccionamiento de nitrógeno (B)	3	34.95	4.32	3.39	0.3191	*
Interacción A*B	3	3.19	11.65	1.29	0.0408	n.s.
Error experimental (b)	18	61.93	1.06	0.31	0.8185	
Total	31	135.92				

C.V.= 3.88%

Prueba de significancia Duncan ($P \leq 0.05$) para datos transformados a valor angular, para el contenido de fibra detergente neutro según fraccionamiento de nitrógeno de la tabla 31, muestra el tratamiento con mayor FDN es nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con 58.45%, de igual forma indicar que el tratamiento nitrógeno al 33 % + guano de isla (A2B2) con 57.13% estadísticamente es similar al primero, en cuanto a los tratamientos, nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1); nitrógeno al

25% + guano de isla (A2B3); nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3); nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 55.15%, 55.08%, 54.75% y 54,53% de FDN respectivamente. En cambio, los tratamientos que mostraron valores más bajos fueron, nitrógeno al 0% + guano de isla (A2B0) con 52.98% de FDN y nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B1) con 50.93% de FDN.

Tabla 29. Prueba de comparación Múltiple de DUNCAN ($p \leq 0.05$), para el contenido de fibra detergente neutro según fraccionamiento de nitrógeno.

Ord. de merito	Tratamientos	FDN (Valor angular)	% FDN	$P \leq 0.05$
1	Nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1)	49.87	58.45	a
2	Nitrógeno al 33% + guano de isla (A2B2)	49.10	57.13	a b
3	Nitrógeno al 50% + estiércol de lombriz (A1B1)	47.97	55.15	a b c
4	Nitrógeno al 25% + guano de isla (A2B3)	47.92	55.08	a b c
5	Nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3)	47.73	54.75	a b c
6	Nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2)	47.60	54.53	a b c
7	Nitrógeno al 0% + guano de isla (T5A2B0)	46.71	52.98	b c
8	Nitrógeno al 0% + estiércol de lombriz (A1B0)	45.53	50.93	c

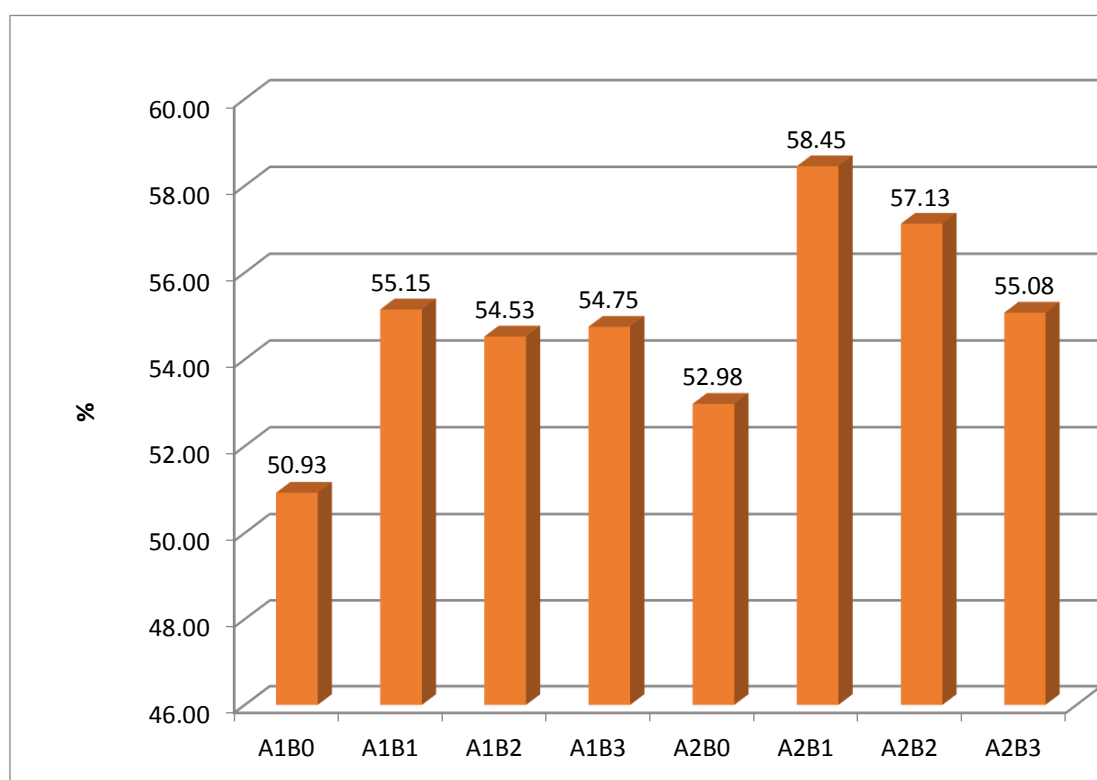


Figura 16. Contenido de fibra detergente neutro por tratamiento (%).

Los resultados encontrados en el presente trabajo de investigación respecto a FDN son ligeramente superiores a lo reportado por Basurto, (2018), con la inclusión urea al 1%. La P3= 50% cebada / 50% vicia sin inclusión de urea, presento el mayor tenor con valor de 52.71% y la P1= 100% cebada / 0% vicia con inclusión de urea al 1%, fue de 52.58%. Con la incorporación de urea en el ensilaje de las diferentes proporciones de FDN.

Suaña, (2017), obtuvo un contenido de fibra detergente neutro 62.03 ± 0.94 % y 62.81 ± 0.90 %, con adición de Nitroshure 0.5 % + Urea 1 % y Nitroshure 0.5 % + Urea 0.5 %, en la avena forrajera Tayco, que son ligeramente superiores a lo encontrado en el presente trabajo de investigación.

Por su parte, Ramírez, (2013) reporta que, el heno de pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* cv. Cameroon) se obtuvo los siguientes porcentajes: en Fibra Detergente Neutro, 56.29%, 68.35% y 72.79% a 4, 5, y 6 semanas post- rebrote. Así mismo, Ramírez, (2013) , observa que la mejor edad en la que se aprovecha de manera óptima la producción del pasto elefante morado, (*Pennisetum purpureum*, cv. Cameroon, para la henificación es a las 5 semanas post- rebrote correspondiente al tratamiento 2 por tener un buen rendimiento de forraje verde de 11.55 ton/ha/corte con 35% m/s que equivale a 4 ton/ha/corte con con porcentaje de Fibra Detergente Neutro de 68.35 el cual no supera el límite crítico en nutrición animal.

En la formulación de dietas para vacas lecheras, según Keim, (2004), indica que es muy importante tener en consideración los niveles y el tipo de fibra que se suministra al animal. Las concentraciones de fibra en la dieta se basan en consideraciones de salud ruminal como es el de estimular la motilidad ruminal, prevenir descensos bruscos de pH en el rumen, aumentar el tiempo de retención de los alimentos y sobre todo evitar cuadros de acidosis sub aguda, laminitis y abomaso desplazado

La fibra juega un papel muy importante dentro de la alimentación del ganado lechero y rumiantes en general. Es indispensable para mantener la funcionalidad ruminal, estimular el masticado y la rumia y mantener un pH ruminal adecuado que permita la buena salud y digestión. La fibra en la alimentación del ganado lechero. El contenido de fibra en la dieta se asocia con la composición de la leche, ya que por medio de su digestión se producen los principales precursores de la grasa láctea.

Además, la calidad y cantidad de fibra consumida afectan la capacidad de consumo voluntario y la cantidad de energía que pueda aportar una ración. Así, la fibra tiene implicaciones importantes en las prácticas de alimentación del ganado lechero al afectar la salud, la producción y servir para estimar el contenido de energía de los forrajes y alimentos, así como el consumo voluntario (Weiss, 1993) citado por (Cruz C y Sánchez, 2000).

El contenido de FDN de un forraje aumenta con la madurez, pero también hay diferencias importantes entre especies forrajeras. En general, a igualdad de estado de madurez, las gramíneas tienen un contenido de FDN más alto que las leguminosas; a su vez, las gramíneas tropicales tienen más “pared celular” que las gramíneas templadas. El contenido de FDN de un forraje está negativamente correlacionado con el máximo consumo voluntario de ese material por los rumiantes. Por lo tanto, cuando se formulan raciones en forma muy precisa FDN es un buen indicador del potencial de consumo de esa dieta (Mieres, 2004).

4.3. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD ECONÓMICA

4.3.1. Costos de producción

Los costos de producción en el presente trabajo de investigación, se calcularon desde inicio del trabajo de investigación en base a una parcela experimental por cada tratamiento, tomando como referencia económica los costos del mercado local, para tal efecto, se proyectaron los cálculos para una hectárea de superficie, de tal forma, se estimaron en función a costos fijos y costos variables, por lo que se detalla la tabla del anexo para los tratamientos (A1B0), (A1B1), (A1B2), (A1B3), (A2B0), (A2B1), (A2B2) Y (A2B3), respectivamente.

4.3.1.1. Costos variables

Para estimar los costos variables, se obtuvo de lo siguiente: en la preparación de terreno que consta de aradura, rastrado, nivelado y surcado del terreno, cuyo monto asciende a S/.375 nuevos soles, estimado para todo los tratamientos; los insumos que están compuesto por semilla de avena, urea, guano de isla y estiércol de lombriz asciende a S/.5,330 nuevos soles dependiendo al tratamiento; las labores de muestreo de suelo, abonado, siembra manual y tapado de semilla, también labores culturales y la

cosecha de forraje verde, estimado en jornales ,cuyo costo promedio es de S/. 1088.75 nuevos soles, los costos varían dependiendo a los jornales de abonamiento y fertilización tratamientos en estudio.

4.3.1.2. Costo fijo

Para estimar los costos fijos, se ha tomado en cuenta los gastos sobre el uso de tierra, el costo del análisis de suelo y gastos administrativos, cuyo monto asciende a S/. 685,44 nuevos soles, que representa el 17.99% del costo del cultivo de avena forrajera.

4.3.1.3. Costo total

Para estimar el costo total, se hizo la sumatoria de costos variables y costos fijos, que se muestran en los anexos 16 al 23 se puede visualizar los costos totales de producción por tratamientos en estudio, de forma resumida se muestra en la tabla 30, donde el mayor costo de producción genero el tratamiento (A1B1) con un monto de 7773.94 nuevos soles por hectárea, y con un mínimo costo con el tratamiento (A2B0) con S/. 3069.94 nuevos soles por hectárea.

En el costo de producción en el presente estudio es superior a lo que estimó, Zea, 2017, con sistema tradicional con segadora de mano la variedad “Africana INIA 902” tuvo mayor costo total de producción con S/. 4646.87y la menor inversión se logró con el sistema Mecanizado con segadora rotativa de tambor con S/. 3402.24 en la variedad “Africana INIA 902”.

4.3.2. Análisis económico

4.3.2.1. Ingreso total

Para ingreso total de producción de avena forrajera, se estimó en base a la materia verde por hectárea del cultivo y la venta del forraje verde. El costo de venta se relacionó con los costos vigentes en el mercado y considerando el precio en chacra, de tal forma que el mayor ingreso neto para los tratamientos con mayor ingreso fue, A1B2 con S/. 686.06 nuevos soles y un bajo ingreso fue A1B0 con S/. – 2531.69 con la aplicación de nitrógeno y estiércol de lombriz. Así mismo para los tratamientos con y sin aplicar nitrógeno y guano de isla fue el tratamiento A2B1 con S/. 4,746.56 nuevos soles, y un bajo ingreso fue con el tratamiento A2B0 con S/. -512,44.

Los resultados en el presente trabajo fueron mayores el ingreso total respecto, Pacco, (2018), que tuvo un ingreso total en producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas en Cabana - Puno en los tratamientos t8 (e2= avena y f3 = biogyz) tuvo mayor ingreso total con s/. 50.74, seguido del tratamiento t6 (e2= avena y f1 = seaweed creme) con s/.45.42 y el tratamiento t7 (e2= avena y f2 = phyllum) tuvo s/. 44.03. Los costos son en relación a parcelas

4.3.2.2. Rentabilidad y beneficio económico

Para los tratamientos, con aplicación de nitrógeno más estiércol de lombriz, las mayores rentabilidades fueron para A1B2 con 8.84 %, la menor rentabilidad se dio con A1A0 con -33.45%. De la misma forma los tratamientos, con aplicación de nitrógeno más aplicación de guano de isla, con una mayor rentabilidad fue para el tratamiento A2B1 con 144.95%, y una menor rentabilidad de -16.69% correspondiente al tratamiento A2B0. (Ver tabla 30).

La rentabilidad obtenida por, Zea, (2017), evidencia que el tratamiento conformado por el sistema mecanizado con segadora rotativa de tambor con la variedad “Africana INIA 902” tuvo mayor rentabilidad con 173.12% y Relación B/C de 2.73, seguido del semi mecanizado con moto guadaña y variedad africana con 126.03% y R B/C de 2.26 y en último lugar el sistema tradicional con segadera manual con 99.96% y R B/C de 1.99 con la variedad “Africana INIA 902”.

Tabla 30. Análisis económico de la producción de avena forrajera por tratamiento

INDICE	TRATAMIENTOS							
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
Costo total (S/.)	7569.19	7773.94	7761.44	7755.56	3069.94	3274.69	3262.19	3256.31
Ingreso bruto (S/.)	5037.5	8447.5	8447.5	5812.5	2557.5	8021.25	7750	7401.25
Ingreso neto (S/.)	-2531.69	673.56	686.06	-1943.06	-512.44	4746.56	4487.81	4144.94
Rentabilidad (%)	-33.45	8.66	8.84	-25.05	-16.69	144.95	137.57	127.29
Beneficio/costo	0.67	1.09	1.05	0.75	0.83	2.45	2.38	2.27

De la tabla 30, se puede afirmar que los tratamientos con un alto índice de rentabilidad se dieron con los tratamientos: (A2B3) con 127.29% seguido de (A2B2) con 137.53% y finalmente (A2B1) con 144.95%, resultando más rentable con la aplicación de guano de isla a comparación de estiércol de lombriz con -33.45 correspondiente al tratamiento A1B0 siendo menos rentable económicamente.

Respecto al índice de rentabilidad es superior a lo reportado por Pacco, (2018), En rentabilidad y relación B/C, donde el tratamiento T8 (E2= Avena y F3 = Biogyz) tuvo 60.83% y S/. 1.61, seguido del tratamiento T6 (E2= Avena y F1 = Seaweed Creme) con 47.19% y S/.1.47 y el tratamiento T7 (E2= Avena y F2 = Phyllum) tuvo 42.81% y S/. 1.43.

Los resultados obtenidos son superiores a lo que reporta, Mamani, (2017) En rentabilidad y Relación B/C, el tratamiento conformado por “Aradura y siembra” más “Negra local” tuvo mayor rentabilidad económica con 199.22% y una relación B/C de 2.99 soles, seguido del tratamiento conformado por “Rastrado y siembra” más “Negra local” con 185.20% y una relación B/C de 2.85 soles. El tratamiento conformado por “Convencional” más “Negra local” tuvo menor rentabilidad con 100.17% y una relación B/C de 2.01 soles.

V. CONCLUSIONES

1. La densidad de plantas varía desde 100 a 138 plantas/m². Para altura de planta la mayor longitud al momento del corte fue nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 102 cm/planta. De las fases fenológicas, la emergencia de plántulas, inicio a los 28.5 y 30.8 días después de la siembra; con menor días al macollamiento fue nitrógeno al 25% + estiércol de lombriz (A1B3) con 44 días; de igual forma fue la elongación con nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 63 días y finalmente menor días al embuche fue nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B1) con 94 días. La mayor área foliar fue nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 31cm²/hoja.
2. De las evaluaciones de rendimiento de materia verde el mayor rendimiento fue nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 27,250 kg/ha. Así mismo el mayor rendimiento de materia seca fue nitrógeno al 33% + estiércol de lombriz (A1B2) con 10,600.9 kg/ha. Para contenido de proteína cruda el mayor resultado fue nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B0) con 10.75 % proteína cruda. Finalmente, para Fibra Detergente Neutro el mayor porcentaje fue nitrógeno al 50% + guano de isla (A2B0) con 58.45 %.
3. Para los costos de producción el menor costo resulta guano de islas, sin aplicación de nitrógeno con 3,069.94 S/. y el mayor costo de producción resulta estiércol de lombriz con aplicación 50% de nitrógeno con 7,773.94 S/. Con respecto a la rentabilidad el guano de islas más nitrógeno al 50% resulta altamente rentable con 144,95 % a diferencia de humus de lombriz sin aplicación de nitrógeno siendo poco rentable con -35.9%.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda en el cultivo de avena forrajera aplicar el nitrógeno en forma fraccionada, pues, las fases fenológicas se manifiestan en el menor número de días de desarrollo vegetativo. Por lo que, para la suministración ganadera satisface en menor tiempo en forma de forraje a comparación de otros cultivos de corte.
2. Se recomienda cultivar la avena forrajera con un abonamiento a base de guano de isla o estiércol de lombriz, agregando el nitrógeno (urea al 46%) en forma fraccionada al 33% o 50%, con ello se incrementa la biomasa forrajera y mejora la calidad nutritiva del forraje, con un riego complementario ya que los requerimientos hídricos por el cultivo son exigentes con una precipitación entre los 400 a 600mm.
3. Para una buena rentabilidad en cuanto a la producción de forraje se recomienda la aplicación de nitrógeno al 50% más guano de isla por lo que los costos de producción son rentables, y los insumos son accesibles en el mercado.

VII. REFERENCIAS

- Agropuno. (2015). Síntesis agraria. Recuperado el 18 de 09 de 2019, de Dirección Estadística Agraria e Informática Puno,Peru: <http://www.agropuno.gob.pe>.
- Agrosavia. (2018). Agronet. Recuperado el 18 de setiembre de 2019, de Altoandina: Nueva variedad mejorada de avena forrajera. Recuperado de : <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Altoandina-Nueva-variedad-mejorada-de-avena-forrajera.aspx>
- Andrade, C. (2013). Ventajas, Desventajas e importancia de los abonos orgánicos para huertas caseras. Recuperado el 14 de abril de 2019, de Eduteka. Recuperado de : <http://eduteka.icesi.edu.co/proyectos.php/2/17199>
- Apaza, R. (2008). Respuesta a la fertilizacion nitrogenada y densidad de siembra de la avena (*Avena ativa L.*) en la Provincia Ingavi. Universidad Nacional de San Andres.La Paz,Bolivia.
- Argote, G., y Ruiz, J. (2011). Manejo y Consevacion de Avena Forrajera. Universidad Nacional Agraria la Molina. Puno, Perú.
- Axayacatl, O. (2017). Blog Agricultura. Recuperado el 14 de Mayo de 2019, de Importancia del nitrógeno (N) en las plantas cultivadas. Recuperado de : <https://blogagricultura.com/nutricion-vegetal-nitrogeno/>
- Basurto, E. (2018). Evaluación nutricional de ensilado cebada - vicia en diferentes proporciones con y sin urea al 1% en minisilos en Paturpampa - Huancavelica. Universidad Nacional del Centro del Perú.Huancayo, Perú.
- Becerra, R., y Luis, A. (1995). Avena como forraje invernal. Chillan,Chile.
- Bernal, C. (2010). La Urea: Caracteristicas ventajas y desventajas de esta fuente nitrogenada. INIA. Intihuas, Chile.
- Borrero, A. (2008). Abonos orgánicos. Recuperado el 24 de marzo de 2019, de Infoagro.com. Recuperado de : www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp

- Cabalceta, G. (1999). Fertilización y nutrición de forrajes de altura. XI Congreso Nacional de agronomía y III Congreso Nacional de suelos. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Cadenillas, U. (1999). Producción y Manejo de Pastos y Forrajes. Ed. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Lima, Perú.
- Calla, J. (2012). Analisis de suelos y fertilizacion en avena forrajera. Agrobanco. Mañazo. Puno, Perú.
- Camasca, A. (1984). "Horticultura Practica" Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologia. COCYTEC. Ayacucho - Perú.
- Camerini, F. (2018). Variabilidad espacial en la productividad de avena sativa cv. bonaerense INTA alén. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
- Casillas, H., Viramontes, U., Talavera, M., y Flores, F. (2014). Disponibilidad de nitrógeno y desarrollo de avena forrajera (*Avena sativa* L.) con aplicación de biosólidos. Terra latinoamericana.
- Catari, B. (2002). Evaluacion del rendimiento de cinco variedades de avena forrajera (*Avena sativa* L.), con abonamiento de estiercol de ovino en el altiplano central. Universidad Mayor de San Andres. La Paz, Bolivia.
- Cespedes, C., Nuñez, P., y Perez, A. (2008). Caracterizacion Fisica-Quimica y biologica denmiendas organicas aplicadas en la produccion de cultivos en republica Dominicana. Instituto Dominicano de Investigacion Agropecuarias y Forestales. La vega, Republica Dominicana.
- Chávez, V. (2015). El efecto en el cultivo de lechuga del guano de islas y de la roca fosfórica incubados en microorganismos. Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.
- Choque, J. (2005). Producción Y manejo de especies forrajeras. Facultad de Ciencias Agrarias. 1era ed. Editorial Universitaria. Puno, Perú.
- Cogliatti, D., Iglesias, M., y Cataldi, F. (2010). Estimación del area de las hojas en plantas de trigo bajo diferentes tipos de estrés abiótico. Agriscientia, pág.43-53.

- Condiza, C. (1998). Agricultura sostenible. Ministerio de Agricultura PRONATTA.Costa Rica.
- Cotacallapa, F., y Mamani, J. (2018). Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno. Revista de Investigaciones Alto andinas. Puno, Perú.
- Cruz, M., & Sánchez, J. (2000). La fibra en la alimentacion del ganado lechero. Universidad de Costa Rica.San José, Costa Rica.
- De La Cruz, J. (2016). Fraccionamiento de nitrógeno en dos densidades de siembra de maíz amarillo duro (*Zea Mays* L.) en La localidad de La Molina. Universidad nacioanal Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Dellacanonica, C. (2014). Rendimiento y calidad de un cultivo de (*Avena sativa*). Bajo distintas láminas de riego en el noroeste de chubut (Argentina). Universidad Nacional de Cuyo .Cuyo, Argentina.
- Escalante, Oralde, Gutiérrez, P, Sánchez, L.Y Tijerina. (1999). Eficiencia en el uso del agua y del nitrogeno, y rendimiento , en funcion del nitrogeno y densidad de poblacion en clima calido. Terra Latinoamericana. Chapingo, México.
- FAO. (1992). Los Fertilizantes y Su Uso. World Fertilizer use Manual. Paris, Francia.
- Fernando, I., y Ciampitti, A. (2008). Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. II. Hortalizas, frutales y forrajeras. IPNI. Buenos Aires, Argentina.
- Flores, A. (2005). Manual de pastos y forrajes altoandinas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Flores, A., y Malpartida, E. (1987). Manejo de praderas nativas y pasturas en la region altoandinas del Perú. Editorial Abril S.A,Tomo II.Lima, Perú.
- Giménez, J. (2011). La representación gráfica del clima. Un estudio sobre ciudades. Revista de Claseshistoria. Córdoba, España.
- Gosálbez, C. (2012). El trabajo de las lombrices. Recuperado el 26 de Agosto de 2019, de Planeta Huesto.es. Recuperado de : https://www.planetahuerto.es/revista/que-es-el-humus-de-lombriz_00139

- Guerrero, J. (1993). Abonos organicos .Tegnologia para el manejo ecologico del suelo. Red de acción en alternativas al uso de agroquimicos. Lima, Perú.
- INIA. (2006). Avena INIA 902 - Africana ,nueva variedad forrajera. Ministerio de Agricultura.Illpa- Puno, Perú.
- INTAGRI. (2018). Valor Nutritivo de los Forrajes y su Relación con la Nutrición Proteica de Rumiantes. Recuperado el 25 de Octubre de 2019. Recuperado de : <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/valor-nutritivo-de-los-forrajes-y-su-relacion-con-la-nutricion-proteica>
- Keim, J. (2004). Instituto de Producción Animal. Recuperado el 14 de Mayo de 2019, de Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austria. Recuperado de : <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2013/08/Fibra-en-la-dieta-de-vacas-lecheras-A-PASTOREO-2-2.pdf>
- Landriscini, M., Lázzari, M., y Galantin, J. (2011). Fertilizacion Nitrogenada y Balance de Nutrientes En Cebada. CI. Suelo, Buenos Aires, Argentina.
- Liliana, N. (2009). Evaluacion de parametros de calidad de avenas en Argentina. Bahia Blanca - Argentina: Universidad Nacional del Sur. Bahia Blanca, Argentina.
- López, L. (2013). Abonado de los cereales trigo y cebada. Recuperado el 16 de Mayo de 2019, de www.tecnicoagricola.es. Recuperado de : <http://www.tecnicoagricola.es/abonado-de-los-cereales-trigo-y-cebada/>
- Lupin, H. (1998). Ingeniería Económica Aplicada a la Industria . Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Argentina.
- Machaca, A. (2009). Degradabilidad ruminal de materia seca y proteina cruda de los principales recursos alimenticios de ANTA, Cusco para vacunos. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Mamani, B. (2017). Evaluación de dos sistemas de labranza minima en el rendimiento de biomasa de tres cultivares de avena forrajera (*Avena sativa* L.) en el Cip Illpa. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Mamani, J. (2016). Rendimiento, valor nutricional, ventaja comparativa y competitiva en la región Puno. Recuperado el 11 de Junio de 2019. Recuperado de : <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3733>

- Mariscal, A. (1992). Agroclimatología SENAMHI. Universidad Autónoma Tomás Frías. Potosí, Bolivia.
- Maynard, L., y Loosli, J. (1975). Nutrición animal. Editorial Hispanica, Tercera edición. México.
- Medina, A. (1973). El Cultivo de Avena Forrajera. CRIA IV. Arequipa, Perú.
- Mendoza, F., y Manchado, R. (1987). Efecto del momento de siembra y de cosecha en la producción de forraje de (*Avena sativa*). Estación Experimental de Pastos y Forrajes. Cuba.
- Mendoza, K., y Bedriñana, N. (2016). Preparación, uso y manejo de abonos orgánicos. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Ayacucho - Perú.
- Mieres, J. (2004). El contenido de FDN de un forraje. INIA La Estanzuela. Montevideo, Uruguay.
- Montalvan, C. (2014). Función del nitrógeno. Recuperado el 05 de Mayo de 2019. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/cristhianyersonmontalvancoronel/funcion-del-nitrogeno-43054145>
- Montoya, K. (2017). Características agronómicas y valor nutricional de 7 cultivos forrajeros bajo secano en la sierra central. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Navarro, J. (2017). Relación costo beneficio. Recuperado el 18 de Septiembre de 2019, de ABC Finanzas.com. Recuperado de: <https://www.abcfinanzas.com/administracion-financiera/relacion-costo-beneficio>
- Nestares, A., Ciria, E., y Sarzo, L. (1992). Rendimiento de forraje verde y materia seca de la avena, avena + vicia y phalaris, bajo condiciones de cultivo en secano. INIA- Estación Experimental Agropecuario. Huancayo, Perú.
- Noli, C., y Ricapa, F. (2009). Caracterización agronómica en avena forrajera en líneas promisorias para la producción de semilla en la sierra del Perú. Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes - Perú.
- Nuño, P. (2017). Costes fijos. Recuperado el 18 de Septiembre de 2019, de Endrende Pyme.net. Recuperado de : <https://www.emprendepyme.net/costes-fijos.html>

- Pacco, J. (2018). Producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas en Cabana - Puno. Recuperado el 14 de Junio de 2019, de Repositorio Institucional. Recuperado de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/10373>
- Quintero, E. (2012). Rendimiento agrícola. Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de ECURED. Recuperado de: https://www.ecured.cu/Rendimiento_agr%C3%ADcola
- Ramírez, M. (2013). Efecto de la edad de corte en la calidad nutritiva del heno de pasto elefante morado (*pennisetum purpureum* cv. cameroon), en el centro de enseñanza y experimentación Yurimaguas - granja km 17. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Yurimaguas, Loreto, Perú.
- Riquelme, M. (2019). Costos Variables – Definición Y Ejemplos. Recuperado el 18 de Septiembre de 2019, de Web y Empresas. Recuperado de : <https://www.webyempresas.com/costos-variables/>
- Robles, R. (1990). Producción de granos y forrajes. Editorial LIMUSA. Distrito Federal, México.
- Rodríguez, N., y Campillo, R. (2006). Fertilización de avena en la región centro sur y sur de Chile. Instituto de Investigación Agropecuaria. INIA. Santiago, Chile.
- Sauma, G. (1997). Empresa de semillas forrajeras SEFO-SAM. Seminario Achocalla. Cochabamba, Bolivia.
- Suaña, G. (2017). Ensilado de avena (*Avena sativa*) con adición de urea y nitroshure en tres niveles en bolsas de polietileno en Puno. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Puno, Perú.
- Tarqui, J. (2014). Determinación de tres niveles de orina humana y densidad de siembra en el cultivo de avena (*Avena sativa* L.) en la comunidad Villandrani, la Paz. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Venegas, I. (2016). Evaluación del comportamiento agronómico de cinco variedades de avena bajo dos densidades de siembra en la estación experimental de Cota Cota. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.

- Vexkull, J. (1978). Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y Subtropicales. Boon,Alemania.
- Yzarra, W. (2011). Manual de observaciones fenologicas. servicio nacional de meteorología e hidrología. Lambayeque, Perú.
- Zea, E. (2017). Evaluacion de sistemas de corte de avena forrajera (*Avena sativa* L.) en el C.I.P. Illpa, Puno. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingenieria Agronomica. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

ANEXOS

Anexo 1.-Rendimiento de materia verde establecidos por tratamiento (kg/m²).

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	1.60	2.80	2.60	2.70	0.85	2.35	1.85	3.00
II	1.25	3.15	3.00	1.70	1.05	2.85	3.20	2.05
III	2.55	2.55	2.50	1.70	0.75	2.65	1.75	1.30
IV	1.10	2.40	2.80	1.40	0.65	2.50	3.20	3.20
Total	6.50	10.90	10.90	7.50	3.30	10.35	10.00	9.55
Promedio	1.63	2.73	2.73	1.88	0.83	2.59	2.50	2.39

Anexo 2.-Rendimiento de materia seca establecidos por tratamiento (kg/m²).

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	0.62	0.96	1.05	1.03	0.32	0.70	0.68	1.11
II	0.47	1.27	1.07	0.63	0.37	0.89	1.09	0.78
III	1.07	0.82	1.04	0.66	0.31	0.89	0.68	0.44
IV	0.43	0.91	1.08	0.48	0.20	0.83	1.13	1.11
Total	2.59	3.97	4.24	2.80	1.20	3.32	3.57	3.44
Promedio	0.65	0.99	1.06	0.70	0.30	0.83	0.89	0.86

Anexo 3.- Porcentaje de materia seca establecidos por tratamiento (%) (Datos reales)

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	38.70	34.46	40.48	38.12	37.78	29.73	36.58	36.86
II	37.76	40.25	35.64	37.04	35.04	31.22	34.12	37.92
III	42.08	32.16	41.52	38.55	40.77	33.76	38.63	33.90
IV	38.96	38.05	38.59	34.35	30.90	33.32	35.32	34.82
Total	157.50	144.92	156.24	148.07	144.49	128.03	144.65	143.50
Promedio	39.37	36.23	39.06	37.02	36.12	32.01	36.16	35.88

Anexo 4.- Valor angular de materia seca establecidos por tratamiento (Datos transformados)

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	38.47	35.95	39.51	38.13	37.92	33.04	37.21	37.38
II	42.13	39.38	36.66	37.49	36.30	33.97	35.74	38.01
III	40.44	34.55	40.12	38.38	39.68	35.52	38.43	35.61
IV	38.62	38.09	38.40	35.88	33.77	35.25	36.46	36.16
Total	159.66	147.96	154.69	149.88	147.67	137.79	147.85	147.16
Promedio	39.92	36.99	38.67	37.47	36.92	34.45	36.96	36.79

Anexo 5.- Densidad de platas establecidos por tratamiento (planta/m²)

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	104	152	123	96	111	140	123	96
II	99	115	112	105	76	115	112	123
III	107	105	153	102	105	154	153	98
IV	98	159	99	97	116	142	123	173
Total	408	531	487	400	408	551	511	490
Promedio	102	132.75	121.75	100	102	137.75	127.75	122.5

Anexo 6.- Altura de plantas establecidos por tratamiento (cm/planta)

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	74.6	105	108.4	106.8	55.6	91.2	93.8	96.8
II	79.2	99.6	104.2	92.4	64	110.8	109.2	91.8
III	65.8	100.4	91.8	90.2	56.2	104.4	77.4	80.2
IV	77.4	96.6	105.4	84.4	58.2	97.4	101.2	100.8
Total	297	401.6	409.8	373.8	234	403.8	381.6	369.6
Promedio	74	100	102	93	59	101	95	92

Anexo 7.-Fase de emergencia por tratamiento (días/planta)

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	31	31	31	31	28	28	28	28
II	31	28	28	29	31	29	30	30
III	30	31	30	31	30	29	30	28
IV	31	29	29	29	28	28	28	28
Total	123	119	118	120	117	114	116	114
Promedio	30.8	29.8	29.5	30.0	29.3	28.5	29.0	28.5

Anexo 8.- Fase de macollamiento por tratamiento (días /planta).

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	45	46	47	44	47	46	44	43
II	45	46	44	46	47	46	47	47
III	47	45	45	44	47	45	45	44
IV	45	43	46	43	47	45	44	43
Total	182	180	182	177	188	182	180	177
Promedio	46	45	46	44	47	46	45	44

Anexo 9.- Fase elongación por tratamiento (días/planta).

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	69	66	62	68	70	64	65	68
II	68	64	61	68	70	65	64	68
III	69	68	66	64	69	64	66	66
IV	68	62	64	66	69	64	66	66
Total	274	260	253	266	278	257	261	268
Promedio	69	65	63	67	70	64	65	67

Anexo 10.- Fase de embuche por tratamiento (días/planta).

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	95	98	94	94	99	94	98	95
II	95	94	94	95	101	94	96	99
III	99	96	94	99	95	94	98	95
IV	104	95	94	95	99	94	99	99
Total	393	383	376	383	394	376	391	388
Promedio	98	96	94	96	99	94	98	97

Anexo 11.- Área foliar establecidos por tratamiento (cm²/hoja).

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	17.37	30.76	24.98	28.47	15.65	27.33	25.23	27.54
II	19.85	30.45	32.40	25.41	19.66	32.16	30.12	21.15
III	7.46	24.31	36.10	34.37	18.25	31.96	28.39	27.92
IV	13.17	20.71	29.39	29.09	15.42	20.23	23.94	23.32
Total	57.83	106.22	122.87	117.34	68.97	111.69	107.67	99.92
Promedio	14.46	26.56	30.72	29.34	17.24	27.92	26.92	24.98

Anexo 12.- Contenido de proteína cruda por tratamiento (%) (Datos reales)

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	5.80	8.56	7.11	8.11	8.13	8.80	9.49	9.60
II	6.60	7.80	10.15	9.14	6.50	10.96	11.20	11.46
III	6.20	8.40	8.60	9.10	11.02	12.20	10.12	9.80
IV	8.45	10.12	9.30	8.70	8.75	11.04	11.60	7.90
Total	27.05	34.88	35.16	35.05	34.40	43.00	42.41	38.76
Promedio	6.76	8.72	8.79	8.76	8.60	10.75	10.60	9.69

Anexo 13.- Valor angular de contenido de proteína cruda por tratamiento (Datos transformados)

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	2.41	2.93	2.67	2.85	2.85	2.97	3.08	3.10
II	2.57	2.79	3.19	3.02	2.55	3.31	3.35	3.39
III	2.49	2.90	2.93	3.02	3.32	3.49	3.18	3.13
IV	2.91	3.18	3.05	2.95	2.96	3.32	3.41	2.81
Total	10.37	11.80	11.83	11.84	11.68	13.09	13.01	12.42
Promedio	2.59	2.95	2.96	2.96	2.92	3.27	3.25	3.11

Anexo 14.- Contenido de fibra detergente neutro (FDN) por tratamiento (%) (Datos reales)

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	49.50	52.80	49.90	51.60	53.50	56.80	55.00	57.80
II	50.20	50.10	58.60	56.40	49.60	59.10	59.50	59.30
III	50.20	59.60	54.00	57.00	50.10	58.80	54.40	52.60
IV	53.80	58.10	55.60	54.00	58.70	59.10	59.60	50.60
Total	203.70	220.60	218.10	219.00	211.90	233.80	228.50	220.30
Promedio	50.93	55.15	54.53	54.75	52.98	58.45	57.13	55.08

Anexo 15.- Valor angular de contenido de fibra detergente neutro (FDN) por tratamiento (Datos transformados)

BLOQUE	Estiércol de lombriz				Guano de isla			
	A1B0	A1B1	A1B2	A1B3	A2B0	A2B1	A2B2	A2B3
I	44.71	46.61	44.94	45.92	47.01	48.91	47.87	49.49
II	45.11	45.06	49.95	48.68	44.77	50.24	50.48	50.36
III	45.11	50.53	47.29	49.02	45.06	50.07	47.52	46.49
IV	47.18	49.66	48.22	47.29	50.01	50.24	50.53	45.34
Total	182.12	191.86	190.40	190.91	186.85	199.46	196.41	191.68
Promedio	45.53	47.96	47.60	47.73	46.71	49.87	49.10	47.92

Anexo 16.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A1B0)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
I.COSTOS VARIABLES				
1. Preparación del terreno				375.00
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
2. Insumos				
Semilla de avena	Kg	120	3.50	420.00
Estiércol de lombriz	kg	2000	2.50	5000.00
3. Abonamiento y siembra				
Muestreo de suelo	Jornal	0.25	35.00	8.75
Abonamiento	Jornal	2	35.00	70.00
Siembra manual	Jornal	2	35.00	70.00
Tapado de semilla	Jornal	1	35.00	35.00
4. Labores culturales				
Deshierbo	Jornal	4	35.00	140.00
Drenaje	Jornal	1	35.00	35.00
5. Cosecha				
Corte: Siega manual	Jornal	20	35.00	700.00
6. Transporte				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
II. COSTOS FIJOS				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis de suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	5	7208.75	360.4375
Total				7569.19

ANALISIS ECONOMICO (hectárea)

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	16250
Costo total	S/.	7569.19
Precio	S/.	0.31
Ingreso bruto	S/.	5037.5
Ingreso neto	S/.	-2531.69
Rentabilidad	%	-33.45
Relación beneficio costo		0.67

Anexo 17.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A1B1)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
I. COSTOS VARIABLES				
1. Preparación del terreno				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
2. Insumos				
Semilla de avena	Kg	120	3.50	420.00
Urea	Kg	80	2.00	160.00
Estiércol de lombriz	kg	2000	2.50	5000.00
3. Abonamiento y siembra				
Muestreo de suelo	Jornal	0.25	35.00	8.75
Abonamiento	Jornal	2	35.00	70.00
Fertilización	Jornal	1	35.00	35.00
Siembra manual	Jornal	2	35.00	70.00
Tapado de semilla	Jornal	1	35.00	35.00
4. Labores culturales				
Deshierbo	Jornal	4	35.00	140.00
Drenaje	Jornal	1	35.00	35.00
5. Cosecha				
Corte: Siega manual	Jornal	20	35.00	700.00
6. Transporte				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
II. COSTOS FIJOS				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis de suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	5	7403.75	370.1875
Total				7773.94

ANALISIS ECONOMICO (hectárea)

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	27250
Costo total	S/.	7773.94
Precio	S/.	0.31
Ingreso bruto	S/.	8447.5
Ingreso neto	S/.	673.56
Rentabilidad	%	8.66
Relación beneficio costo		1.09

Anexo 18.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A1B2)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
I. COSTOS VARIABLES				
1. Preparación del terreno				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
2. Insumos				
Semilla de avena	Kg	120	3.50	420.00
Urea	Kg	80	2.00	160.00
Estiércol de lombriz	kg	2000	2.50	5000.00
3. Abonamiento y siembra				
Muestreo de suelo	Jornal	0.25	35.00	8.75
Abonamiento	Jornal	2	35.00	70.00
Fertilización	Jornal	0.66	35.00	23.10
Siembra manual	Jornal	2	35.00	70.00
Tapado de semilla	Jornal	1	35.00	35.00
4. Labores culturales				
Deshierbo	Jornal	4	35.00	140.00
Drenaje	Jornal	1	35.00	35.00
5. Cosecha				
Corte: Siega manual	Jornal	20	35.00	700.00
6. Transporte				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
II. COSTOS FIJOS				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis de suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	5	7391.85	369.5925
Total				7761.44

ANALISIS ECONOMICO (hectárea)

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	27250
Costo total	S/.	7761.44
Precio	S/.	0.31
Ingreso bruto	S/.	8447.5
Ingreso neto	S/.	686.06
Rentabilidad	%	8.84
Relación beneficio costo		1.05

Anexo 19.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A1B3)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
I.COSTOS VARIABLES				
1. Preparación del terreno				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
2. Insumos				
Semilla de avena	Kg	120	3.50	420.00
Urea	Kg	80	2.00	160.00
Estiércol de lombriz	kg	2000	2.50	5000.00
3. Abonamiento y siembra				
Muestreo de suelo	Jornal	0.25	35.00	8.75
Abonamiento	Jornal	2	35.00	70.00
Fertilización	Jornal	0.5	35.00	17.50
Siembra manual	Jornal	2	35.00	70.00
Tapado de semilla	Jornal	1	35.00	35.00
4. Labores culturales				
Deshierbo	Jornal	4	35.00	140.00
Drenaje	Jornal	1	35.00	35.00
5. Cosecha				
Corte: Siega manual	Jornal	20	35.00	700.00
6. Transporte				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
II. COSTOS FIJOS				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis de suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	5	7386.25	369.3125
Total				7755.56

ANALISIS ECONOMICO (hectárea)

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	18750
Costo total	S/.	7755.56
Precio	S/.	0.31
Ingreso bruto	S/.	5812.5
Ingreso neto	S/.	-1943.06
Rentabilidad	%	-25.05
Relación beneficio costo		0.75

Anexo 20.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A2B0)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
I.COSTOS VARIABLES				
1. Preparación del terreno				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
2. Insumos				
Semilla de avena	Kg	120	3.50	420.00
Guano de isla	Kg	500	1.50	750.00
3. Abonamiento y siembra				
Muestreo de suelo	Jornal	0.25	35.00	8.75
Abonamiento	Jornal	1	35.00	35.00
Siembra manual	Jornal	2	35.00	70.00
Tapado de semilla	Jornal	1	35.00	35.00
4. Labores culturales				
Deshierbo	Jornal	4	35.00	140.00
Drenaje	Jornal	1	35.00	35.00
5. Cosecha				
Corte: Siega manual	Jornal	20	35.00	700.00
6. Transporte				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
II. COSTOS FIJOS				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis de suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	5	2923.75	146.1875
Total				3069.94

ANALISIS ECONOMICO (hectárea)

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	8250
Costo total	S/.	3069.94
Precio	S/.	0.31
Ingreso bruto	S/.	2557.5
Ingreso neto	S/.	-512.44
Rentabilidad	%	-16.69
Relación beneficio costo		0.83

Anexo 21.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A2B1)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
I. COSTOS VARIABLES				
1. Preparación del terreno				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
2. Insumos				
Semilla de avena	Kg	120	3.50	420.00
Urea	Kg	80	2.00	160.00
Guano de isla	Kg	500	1.50	750.00
3. Abonamiento y siembra				
Muestreo de suelo	Jornal	0.25	35.00	8.75
Abonamiento	Jornal	1	35.00	35.00
Fertilización	Jornal	1	35.00	35.00
Siembra manual	Jornal	2	35.00	70.00
Tapado de semilla	Jornal	1	35.00	35.00
4. Labores culturales				
Deshierbo	Jornal	4	35.00	140.00
Drenaje	Jornal	1	35.00	35.00
5. Cosecha				
Corte: Siega manual	Jornal	20	35.00	700.00
6. Transporte				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
II. COSTOS FIJOS				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis de suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	5	3118.75	155.9375
Total				3274.69

ANALISIS ECONOMICO (hectárea)

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	25875
Costo total	S/.	3274.69
Precio	S/.	0.31
Ingreso bruto	S/.	8021.25
Ingreso neto	S/.	4746.56
Rentabilidad	%	144.95
Relación beneficio costo		2.45

Anexo 22- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A2B2)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
I. COSTOS VARIABLES				
1. Preparación del terreno				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
2. Insumos				
Semilla de avena	Kg	120	3.50	420.00
Urea	Kg	80	2.00	160.00
Guano de isla	Kg	500	1.50	750.00
3. Abonamiento y siembra				
Muestreo de suelo	Jornal	0.25	35.00	8.75
Abonamiento	Jornal	1	35.00	35.00
Fertilización	Jornal	0.66	35.00	23.10
Siembra manual	Jornal	2	35.00	70.00
Tapado de semilla	Jornal	1	35.00	35.00
4. Labores culturales				
Deshierbo	Jornal	4	35.00	140.00
Drenaje	Jornal	1	35.00	35.00
5. Cosecha				
Corte: Siega manual	Jornal	20	35.00	700.00
6. Transporte				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
II. COSTOS FIJOS				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis de suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	5	3106.85	155.3425
Total				3262.19

ANALISIS ECONOMICO (hectárea)

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	25000
Costo total	S/.	3262.19
Precio	S/.	0.31
Ingreso bruto	S/.	7750
Ingreso neto	S/.	4487.81
Rentabilidad	%	137.57
Relación beneficio costo		2.38

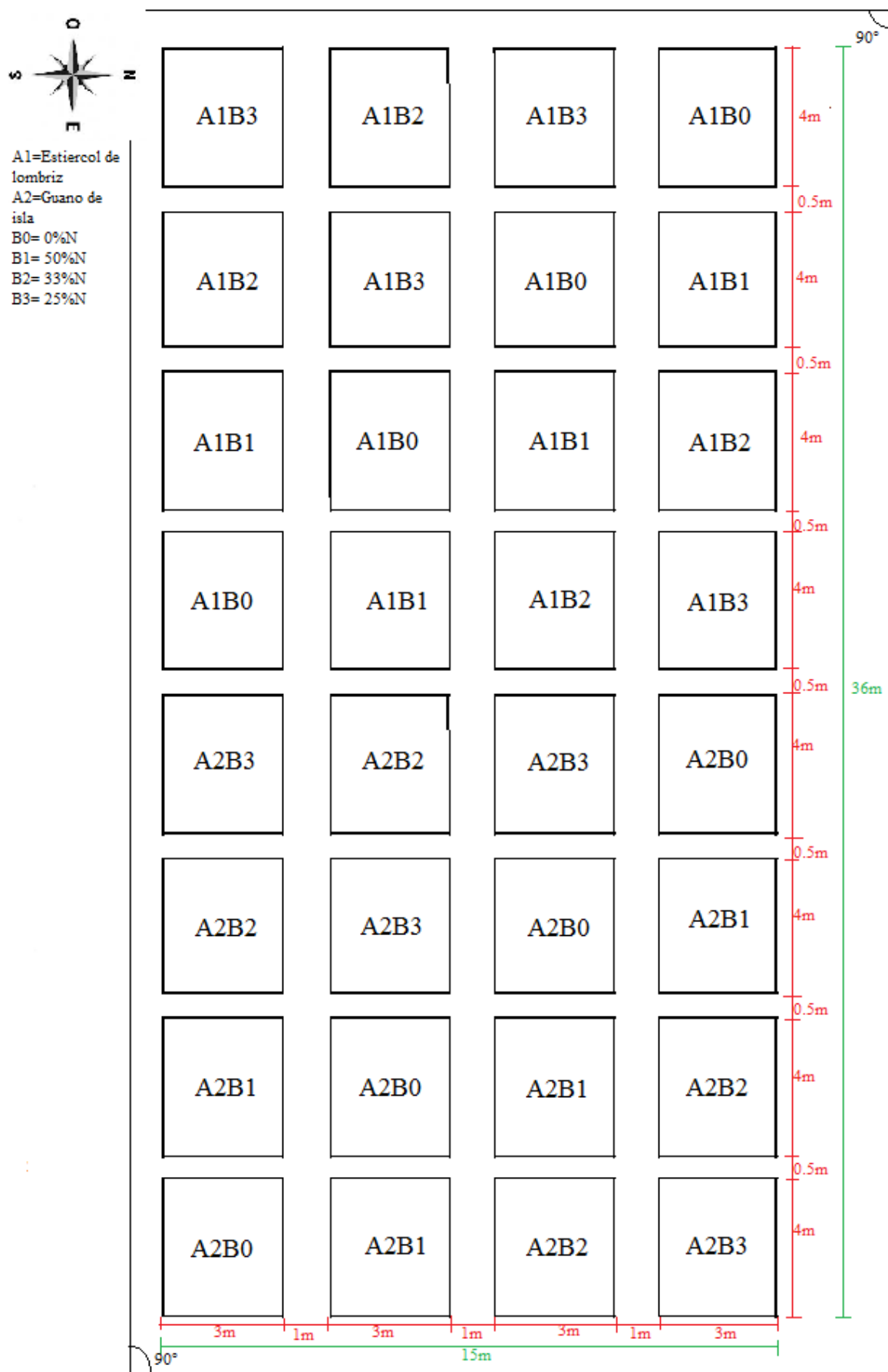
Anexo 23.- Costos de producción y análisis económico para el tratamiento (A2B3)

ESPECIFICACIONES	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
I.COSTOS VARIABLES				
1. Preparación del terreno				
Aradura	Hr/tr	4	50.00	200.00
Rastrado	Hr/tr	2	50.00	100.00
Nivelado	Hr/tr	1	50.00	50.00
Surcado	Hr/tr	0.5	50.00	25.00
2. Insumos				
Semilla de avena	Kg	120	3.50	420.00
Urea	Kg	80	2.00	160.00
Guano de isla	Kg	500	1.50	750.00
3. Abonamiento y siembra				
Muestreo de suelo	Jornal	0.25	35.00	8.75
Abonamiento	Jornal	1	35.00	35.00
Fertilización	Jornal	0.5	35.00	17.50
Siembra manual	Jornal	2	35.00	70.00
Tapado de semilla	Jornal	1	35.00	35.00
4. Labores culturales				
Deshierbo	Jornal	4	35.00	140.00
Drenaje	Jornal	1	35.00	35.00
5. Cosecha				
Corte: Siega manual	Jornal	20	35.00	700.00
6. Transporte				
Insumos agrícolas	Alquiler	1	30.00	30.00
II. COSTOS FIJOS				
Uso de tierra	Ha	1	280.00	280.00
Análisis de suelo	Muestra	1	45.00	45.00
Gastos administrativos	%	5	3101.25	155.0625
Total				3256.31

ANALISIS ECONOMICO (hectárea)

Rendimiento de materia verde	Kg/ha	23875
Costo total	S/.	3256.31
Precio	S/.	0.31
Ingreso bruto	S/.	7401.25
Ingreso neto	S/.	4144.94
Rentabilidad	%	127.29
Relación beneficio costo		2.27

Anexo 24.- Croquis de las parcelas experimentales con área total de 540m²



Anexo 25.- Promedio de temperaturas de la campaña 2018 – 2019 y el promedio de 10 años

AÑO - MES	TEMPERATURA (°C)						PRECIPITACIÓN PLUVIAL(mm)	
	Máxima		Media		Mínima		A	B
	A	B	A	B	A	B		
2018 - Jul	15.80	16.9	6.35	8.3	-3.1	-0.4	44.3	1.7
2018 - Ago	16.60	16.6	5.10	7.8	-6.4	-1.1	3.6	1.8
2018 - Set	18.00	17.2	6.40	8.5	-5.2	-0.1	0.0	5.1
2018 - Oct	18.80	18.0	10.20	10.0	1.6	1.9	105.9	27.3
2018 - Nov	19.40	18.7	10.30	10.9	1.2	3.1	16.7	46.3
2018 - Dic	20.20	19.3	9.80	12.0	-0.6	4.6	124.7	42.7
2019 - Ene	18.40	18.5	11.20	11.7	4.0	4.8	172.9	104.8
2019 - Feb	18.40	17.5	10.80	11.5	3.2	5.4	300.7	151.1
2019 - Mar	17.80	17.1	9.60	11.3	1.4	5.4	71.4	163.8
2019 - Abr	17.00	17.1	8.50	11.1	0.0	5.1	49.4	112.9
2019 - May	19.80	16.7	8.50	9.9	-2.8	3.2	8.2	48.2
2019 - Jun	16.40	16.8	5.80	8.7	-4.8	0.7	6.3	7.3

A= Datos del periodo (Julio 2018 - Junio 2019)

B= Datos del periodo de 10 años

ANEXO N°2

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1. Pesado y distribución de estiércol de lombriz para cada parcela.



Foto 2. Pesado y distribución de guano de isla para cada parcela.



Foto 3. Semilla botánica de Avena sativa variedad INIA 902 - Africana, para cada parcela.



Foto 4. Pesado de la urea al 46% y transformado a gramos/tratamiento.



Foto 5. Presencia de malas hierbas en parcelas experimentales.



Foto 6. Medición de altura de planta en la fase fenológica de macollamiento.

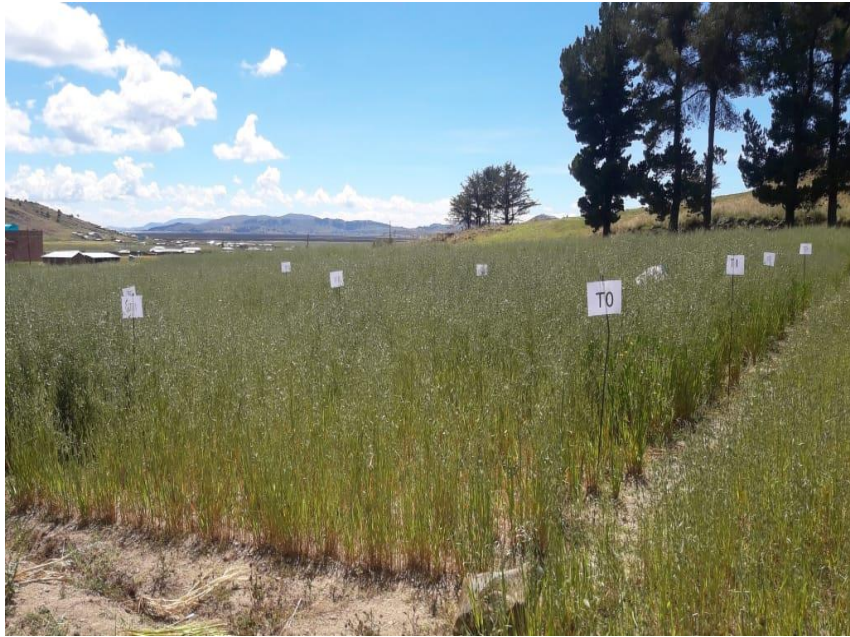


Foto 7. Distribución de los tratamientos en las parcelas experimentales en CIP Camacani FCA-UNA.



Foto 8. Cosecha y pesada materia verde de avena sativa por tratamiento con balanza tipo reloj.



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



ANÁLISIS DE ESTIERCOL DE LOMBRIS Y GUANO DE ISLA

PROCEDENCIA : CAMACANI
 INTERESADO : Daniel Flores Cahuana
 MOTIVO : Análisis de estiércol de lombriz y guano de isla
 MUESTREO : 07/12/2018
 ANÁLISIS : 07/12/2018
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLA DE CAMPO	CO ₃ ²⁻ %	M.O. %	N. TOTAL %
01	ESTIERCOL DE LOMBRIS	NC	58.60	1.60
02	GUANO DE ISLA	NC	68.00	13.03

# ORD	pH	C.E. mS/cm	ELEMENTOS DISPONIBLES		M.O. % (Materia orgánica)
			P TOTAL P ₂ O ₅ %	K TOTAL K ₂ O ₂ %	
01	6.10	2.55	0.90	0.96	58.60
02	7.25	58.60	11.40	2.10	68.00

M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo total
 K = Potasio total
 N = Nitrógeno total
 C.E. = Conductividad eléctrica
 NC = no corresponde

Analista
 Daniel Flores Cahuana
 MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESQUERÍA
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
 MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESQUERÍA
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO (BROMATOLOGICO) DE MUESTRA DE AVENA

PROCEDENCIA : CIP - CAMACANI
 INTERESADO : BACH. DANIEL FLORES CAHUANA.
 PRODUCTO : AVENA
 ANALISIS SOLICITADO : FISICO QUIMICO
 MUESTREO : 08/04/2019 (por el Interesado)
 ANALISIS : 08/04/2019

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto : Sólido
 Color : verde
 Olor : Característico al producto
 Sabor : Característico al producto

RESULTADOS:

Clave	%Humedad	%Materia Seca	%Proteína Cruda	%Fibra Detergente Neutro
BI-A1-F0	61.30	38.70	5.80	49.50
BI-A1-F1	65.54	34.46	8.56	52.80
BI-A1-F2	59.52	40.48	7.13	49.90
BI-A1-F3	61.88	38.12	8.11	51.60
BII-A1-F0	62.24	37.76	6.60	50.20
BII-A1-F1	59.75	40.25	7.80	50.10
BII-A1-F2	64.36	35.64	10.15	58.60
BII-A1-F3	62.96	37.04	9.14	56.40
BIII-A1-F0	57.92	42.08	6.20	50.20
BIII-A1-F1	67.84	32.16	8.40	59.60
BIII-A1-F2	58.48	41.52	8.60	54.00
BIII-A1-F3	61.45	38.55	9.10	57.00
BIV-A1-F0	61.04	38.96	8.45	53.80
BIV-A1-F1	61.95	38.05	10.12	58.10
BIV-A1-F2	61.41	38.59	9.30	55.60
BIV-A1-F3	65.65	34.35	8.70	54.00

BI-A2-F0	62.22	37.78	8.13	53.50
BI-A2-F1	70.27	29.73	8.80	56.80
BI-A2-F2	63.42	36.58	9.49	55.00
BI-A2-F3	63.14	36.86	9.60	57.80
BII-A2-F0	64.96	35.04	6.50	49.60
BII-A2-F1	68.78	31.22	10.96	59.10
BII-A2-F2	65.88	34.12	11.20	59.50
BII-A2-F3	62.08	37.92	11.46	59.30
BIII-A2-F0	59.23	40.77	11.02	50.10
BIII-A2-F1	66.24	33.76	12.20	58.80
BIII-A2-F2	61.37	38.63	10.12	54.40
BIII-A2-F3	66.10	33.90	9.80	52.60
BIV-A2-F0	69.10	30.90	8.75	58.70
BIV-A2-F1	66.68	33.32	11.04	59.10
BIV-A2-F2	64.68	35.32	11.60	59.60
BIV-A2-F3	65.18	34.82	7.90	50.60

Dr. Osvaldo Pertierra y Colina
ANALISTA
PLANTA INSTITUCIONAL DE ALIMENTOS Y PERIFONEOS



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



ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS

PROCEDENCIA : CAMACANI
 INTERESADO : Daniel Flores Cahuana
 MOTIVO : Analisis de Fertilidad
 MUESTREO : 07/12/2018
 ANÁLISIS : 07/12/2018
 LABORATORIO : Agua y Suelo FCA – UNA

# ORD	CLA DE CAMPO	ANÁLISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	CO ₃ ²⁻ %	M.O. %	N. TOTAL %
		ARENA %	ARCILLA %	LIMO %				
01	INIA-SALCEDO	64.20	15.60	20.20	Franco Arenoso	0.00	3.96	0.12

# 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⁺		
01	6.28	0.19	0.95	9.10	140	NC	NC	NC	NC	0.00	NC	NC

FArA = Franco arcillo arenoso
 Ar = Arcilloso
 FArA = Franco arcillo arenoso
 FA = Franco Arenoso
 CIC= Capacidad Intercambio Cationico
 N = Nitrógeno total
 K⁺ = Potasio cambiabile
 A= Arena
 Ca²⁺= Calcio cambiabile
 Na⁺= Sodio cambiabile
 CO₃²⁻= Carbonatos
 me = miliequivalente.

FAr = Franco arcilloso
 M.O.=Materia orgánica
 P = Fósforo disponible
 K = Potasio disponible
 C.E. = Conductividad eléctrica
 SB = Saturación de bases
 Mg²⁺ = Magnesio cambiabile
 mS/cm = milisiemens por centímetro
 C.E.(e) = Conductividad eléctrica del extracto
 Al³⁺ = Aluminio cambiabile
 NC = no corresponde

Esteban Fernández Collapalca
 INGENIERO AGRÓNOMO
 LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 PUNO