

Universidad Católica Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas

Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola



EVALUACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS Y TIEMPOS DE COSECHA, EN CEBADA FORRAJERA CV. NACIONAL (*Hordeum vulgare* L.), PRODUCIDA COMO FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO, EN LA REGIÓN AREQUIPA.

**Tesis presentada por la Bachiller
Coaquira Rios, Grecia Cecilia
para optar el Título Profesional de
Ingeniera Agrónoma**

Asesor. Ing. Zegarra Flores, Jorge

AREQUIPA – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
URB. SAN JOSE S/N - UMACOLLO

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS
(Jurado)

Señor
Ing. FROY COLOMA DONGO
Director del P.P. de Ingeniería Agronómica
Presente.-

Mediante el presente, comunicamos a usted., que se ha procedido a revisar el BORRADOR de Tesis titulado:

“EVALUACION DE SOLUCIONES NUTRITIVAS Y TIEMPOS DE COSECHA EN LA PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO DE CEBADA FORRAJERA CV. NACIONAL (*Hordeum vulgare* L.) EN LA REGION AREQUIPA

Egresada: Grecia Cecilia Coaquira Rios
Asesor: Ing. Jorge Zegarra Flores

El jurado Dictaminador presidido por, Ing. Rigoberto López Portilla, Ing. Humberto Stretz Chavez; Ing. Guillermo Linares Quiroz.

DICTAMINAN

Procede la sustentación

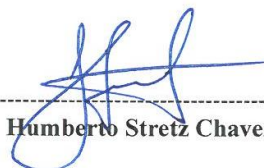
OBSERVACIONES

El acto de sustentación se realizó en el mes de marzo 2018.

Arequipa, 09 de Enevo de 2018



Ing. Rigoberto López Portilla



Ing. Humberto Stretz Chavez



Ing. Guillermo Linares Quiroz

(5154) 382038

(5154) 252542

ucsm@ucsm.edu.pe

http://www.ucsm.edu.pe

0488116

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por llenar mi vida de experiencias, risas, tristezas, nuevas etapas y por permitirme tener una familia tan maravillosa.

A la Universidad Católica de Santa María por darme la oportunidad de estudiar y ser profesional.

A mis abuelitos, padres, mis hermanas, cuñado, esposo y hijitos por su paciencia y darme la fortaleza para continuar.

A mi asesor de tesis, Ing. Jorge Zegarra Flores, por su orientación y ayuda para la realización de esta tesis.

Al jurado calificador, por aceptar ser parte de este momento importante de mi vida.

A todas las personas que forman parte de este camino, las que están conmigo y en mis recuerdos y corazón, gracias por su amistad, consejo, apoyo, ánimo y compañía en todos los momentos de mi vida, gracias por lo que me han dado y por sus bendiciones.

Para todos, muchas gracias y que Dios los bendiga.

DEDICATORIA

A Dios, por la vida llena de alegría y enseñanza, y permitirme vivir una muy grata experiencia en mi etapa universitaria.

A mis padres, por su apoyo incondicional, creer que en mí, el cariño infinito que me brindan, Ernesto y Julieta

A mis hermanos por estar a mi lado dándome valor para poder seguir con mis sueños y metas, Estefani, Paola y Carlos.

A mi familia por su comprensión, cariño y especialmente por que son mi motivación para seguir haciendo las cosas bien, Diego, Sofia y Rafael.

A mis abuelitos y tío que son el motor para que siga adelante y poder ver en sus rostros una sonrisa, Mauro, Rosa, Lalo.

A todos los docentes del programa profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola, por inculcarme y compartir su pasión por esta maravillosa profesión.

Y en especial a la memoria de mi abuelita Carmen Revilla, que siempre estubo a mi lado, he inculco en mí valores y virtudes.

A todos ellos les dedico la presente tesis.

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA.....	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
INDICE DE CUADROS	viii
INDICE DE GRÁFICOS	xiv
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xvii
INDICE DE ANEXOS	xviii
RESUMEN	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
HIPOTESIS	2
OBJETIVOS.....	2
CAPÍTULO I.....	3
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	3
1.1. HIDROPONÍA.....	3
1.2. FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (FVH).....	3
1.2.1. Importancia del FVH.....	4
1.2.2. Ventajas y desventajas.....	4
1.2.3. Factores que influyen en la producción de FVH:.....	7
1.2.4. Áreas para producir FVH	8
1.2.5. Componentes básicos para el establecimiento de FVH.....	8
1.2.6. Manejo de FVH	10
1.2.7. Manejo de FVH.....	12
1.2.8. Cosecha.....	14
1.2.9. Rendimiento.....	15
1.2.10. Composición nutricional.....	15
1.2.11. Valores nutritivos FVH.....	16
1.2.12. Problemas fitosanitarios.....	17
1.3. CULTIVO DE CEBADA (Hordeum vulgare L.).....	17
1.3.1. Origen cultivo de cebada.....	17
1.3.2. Importancia cultivo de cebada.....	18
1.3.3. Clasificación taxonómica.....	18
1.3.4. Características botánicas.....	18
	iv

1.3.5. Requerimientos del cultivo de cebada.	19
1.3.6. Cebada usada como forraje hidropónico ventajas: (FAO 2001).	20
1.4. INSTALACIONES PARA FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.	21
1.5. ANTECEDENTES.	22
CAPÍTULO II.....	26
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
2.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	26
2.2. UBICACIÓN POLITICA.....	26
2.3. UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	26
2.4. FECHA EJECUCIÓN.....	26
2.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	26
2.6. CONDICIONES DE AGUA DE RIEGO.....	28
2.7. CONDICIONES DE SOLUCIONES NUTRITIVAS.....	30
2.7.1. Solución nutritiva L.M.	30
2.7.2. Fertiplant NPK 202020.....	32
2.7.3. Solución nutritiva a base de guano de cuy.	34
2.8. SISTEMA DE RIEGO.....	36
2.9. MATERIALES.....	37
2.10. METODOLOGÍA.....	38
2.10.1. Diseño experimental.....	39
2.10.2. Acondicionamiento de invernadero tipo parral y módulo de germinación y producción.....	40
2.10.3. Preparación de soluciones nutritivas.....	42
2.10.4. Labores agronómicas.....	44
EVALUACIONES REALIZADAS.	50
2.10.5. Medición del colchón de raíz.....	50
2.10.6. Longitud de la parte aérea.	52
2.10.7. Conversión de semilla a biomasa.	53
2.10.8. Análisis bromatológico y materia seca.....	53
CAPÍTULO III:	55
RESULTADOS	55
3.1. MEDICIÓN DEL COLCHÓN DE RAICES.....	55
3.1.1. Medición del colchón de raíces 6 DDS.	55
3.1.2. Medición colchón de raíces 8 DDS.	55
3.1.3. Medición colchón de raíces 10 DDS.	56
3.1.4. Medición colchón de raíces 12 DDS.	57
3.1.5. Medición colchón de raíces 14 DDS.	57

3.1.6. Medición colchón de raíces 16 DDS.	58
3.1.7. Medición colchón de raíces 18 DDS.	59
3.1.8 Comparación de la medición del colchón de raíces 12 - 18 DDS.	59
3.1.9. Cuadro resumen de los resultados: Medición colchón de raíces	62
3.2. LONGITUD DE PARTE AÉREA	63
3.2.1 Longitud parte aérea 6 DDS.	63
3.2.2 Longitud parte aérea 8 DDS.	64
3.2.3 Longitud parte aérea 10 DDS.	64
3.2.4. Longitud parte aérea 12 DDS.	67
3.2.5. Longitud parte aérea 14 DDS.	70
3.2.6. Longitud parte aérea 16 DDS.	73
3.2.7. Longitud parte aérea 18 DDS.	75
3.2.8. Comparación de la longitud parte aérea 12 - 18 DDS.	78
3.2.9. Cuadro resumen de los resultados: Longitud de parte aérea	82
3.3. CONVERSION SEMILLA A BIOMASA	83
3.3.1. Conversión semilla a biomasa 12 DDS.	83
3.3.2. Conversión semilla a biomasa 18 DDS.	86
3.3.3. Conversión semilla a biomasa comparación 12 – 18 DDS.	89
3.3.4. Cuadro resumen de los resultados: Conversión semilla a biomasa	93
3.4. ANALISIS BROMATOLÓGICO	94
3.4.4. Carbohidratos.	94
3.4.4.1. Análisis bromatológico - Carbohidratos 12 DDS.	94
3.4.1.2 Análisis bromatológico - Carbohidratos 18 DDS.	97
3.4.1.3. Comparación carbohidratos 12 - 18 DDS.	99
3.4.1.4. Cuadro resumen de los resultados: Análisis bromatológico - carbohidratos .	106
3.5. Fibra cruda.	107
3.5.1. Análisis bromatológico – Fibra cruda 12 DDS.	107
3.5.2. Análisis bromatológico – Fibra cruda 18 DDS.	107
3.5.3. Análisis bromatológico – Fibra cruda comparación 12 - 18 DDS.	109
3.5.4. Cuadro resumen de los resultados: Análisis bromatológico – Fibra cruda.	109
3.6. Análisis bromatológico – Grasa.	111
3.6.1. Análisis bromatológico - Grasa 12 DDS.	111
3.6.2. Análisis bromatológico - Grasa 18 DDS.	113
3.6.3. Análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 DDS.	115
3.6.4. Cuadro resumen de los resultados: Análisis bromatológico – grasa.	121
3.7. Proteína.	122

3.7.1. Análisis bromatológico - Proteína 12 DDS.....	122
3.7.2. Análisis bromatológico - Proteína 18 DDS.....	124
3.7.3. Análisis bromatológico - proteína, comparación 12 - 18 dds.....	127
3.7.4. Cuadro resumen de los resultados: Análisis bromatológico – proteína.....	133
3.8. Materia seca.....	134
3.8.1. Análisis bromatológico – Materia seca 12 DDS.	134
3.8.2. Análisis bromatológico – Materia seca 18 DDS.	137
3.8.3. Análisis bromatológico – materia seca, comparación 12 - 18 dds.	139
3.9. Cuadro resumen análisis bromatológico. 12- 18 dds.....	147
CAPÍTULO IV:	149
DISCUSIÓN.....	149
4.1. CRECIMIENTO FVH.....	149
4.1.1. Medición del colchón de raíces.....	149
4.2. RENDIMIENTO FVH	151
4.2.1. Conversión semilla a biomasa.....	151
4.3.1. Carbohidratos.....	153
4.3.2. Fibra cruda.....	154
4.3.3. Grasa:.....	155
4.3.4 Proteína.....	156
4.3.5. Materia seca.....	157
CAPÍTULO V:	159
CONCLUSIONES.....	159
CAPÍTULO VI:	160
RECOMENDACIONES	160
CAPÍTULO VII:.....	161
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	161
CAPÍTULO VIII:	168
ANEXOS.....	168

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis bromatológico de partes botánicas del FVH.....	5
Cuadro 2. Contenido de mineral y humedad de diferentes abonos orgánicos.....	13
Cuadro 3. Parámetros guano semi compostado.....	13
Cuadro 4. Valores nutritivos de distintas especies forrajeras.....	16
Cuadro 5. Composición nutricional de cebada.....	16
Cuadro 6. Composición nutricional de cebada FVH.....	17
Cuadro 7. Resultado del análisis físico-químico del agua de riego.....	28
Cuadro 8. Resultado del análisis físico-químico: Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fosforo total, potasio total; agua de riego.....	29
Cuadro 9. Resultado del análisis físico-químico de Solución Nutritiva la Molina. Arequipa 2015.	30
Cuadro 10. Resultado del análisis físico-químico: Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fosforo total, potasio total; Solución Nutritiva la Molina. Arequipa 2015.	32
Cuadro 11. Resultado del análisis físico-químico de fertilizante soluble Fertiplant NPK 202020.....	33
Cuadro 12. Resultado del análisis físico-químico: Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fosforo total, potasio total; Fertilizante soluble FERTIPLANT NPK 202020. Arequipa 2015.	34
Cuadro 13. Resultado del análisis físico-químico de solución nutritiva a base de guano de cuy. Arequipa 2015.....	35
Cuadro 14. Resultado del análisis físico-químico: Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fosforo total, potasio total.	36
Cuadro 15. Tratamientos en estudio. Arequipa 2015.....	39
Cuadro 16. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 6 dds.....	55
Cuadro 17. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 8 dds.....	56
Cuadro 18. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 10 dds.....	56
Cuadro 19. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 12 dds.....	57
Cuadro 20. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 14 dds.....	58
Cuadro 21. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 16 dds.....	58
Cuadro 22. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 18 dds.....	59
Cuadro 23. Análisis de varianza, comparación medición del colchón de raíces, 12 dds - 18 dds.....	60
Cuadro 24. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, comparación medición del colchón de raíces, 12 - 18 dds.....	60
	viii

Cuadro 25. Prueba de Duncan de los tratamientos, comparación medición de colchón de raíces 12 - 18 dds.	61
Cuadro 26. Cuadro resumen Análisis de varianza, medición del colchón de raíces.	62
Cuadro 27. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 6 dds.	63
Cuadro 28. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 8 dds.	64
Cuadro 29. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 10 dds.	65
Cuadro 30. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 10 dds. 65	
Cuadro 31. Prueba de Duncan de los tratamientos, longitud de parte aérea, 10 dds.	66
Cuadro 32. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 12 dds.	67
Cuadro 33. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea, 12 dds.	68
Cuadro 34. Prueba de Duncan de los tratamientos, longitud de parte aérea, 12 dds.	69
Cuadro 35. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 14 dds.	70
Cuadro 36. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 14 dds.	71
Cuadro 37. Prueba de Duncan de los tratamientos, longitud de parte aérea, 14 dds.	72
Cuadro 38. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 16 dds.	73
Cuadro 39. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 16 dds.	73
Cuadro 40. Prueba de Duncan de los tratamientos, longitud de parte aérea, 16 dds.	74
Cuadro 41. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 18 dds.	75
Cuadro 42. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 18 dds.	76
Cuadro 43. Prueba de Duncan de los tratamientos, longitud de parte aérea, 18 dds.	77
Cuadro 44. Análisis de varianza, comparación longitud parte aérea, 12 dds - 18 dds. .	78
Cuadro 45. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, comparación longitud de parte aérea, comparación 12 dds - 18 dds.	79
Cuadro 46. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, comparación longitud de parte aérea, 12 - 18 dds.	80
Cuadro 47. Prueba de Duncan de los tratamientos, comparación longitud de parte aérea, 12 y 18 dds.	81
Cuadro 48. Cuadro resumen Análisis de varianza, medición de longitud parte aérea. ..	82
Cuadro 49. Análisis de varianza, conversión semilla a biomasa, 12 dds.	83
Cuadro 50. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, conversión semilla a biomasa 12 dds.	84

Cuadro 51. Prueba de Duncan de los tratamientos, conversión de semilla a biomasa, 12 dds.....	85
Cuadro 52. Análisis de varianza, conversión semilla a biomasa, 18 dds.	86
Cuadro 53. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, conversión semilla a biomasa 18 dds.	87
Cuadro 54. Prueba de Duncan de los tratamientos, conversión de semilla a biomasa, 18 dds.....	88
Cuadro 55. Análisis de varianza, comparación conversión de semilla a biomasa, 12 - 18 dds.....	89
Cuadro 56. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, comparación de conversión semilla a biomasa, 12 dds - 18 dds.	90
Cuadro 57. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, comparación conversión de semilla a biomasa, 12 - 18 dds.	91
Cuadro 58. Prueba de Duncan de los tratamientos, comparación conversión de semilla a biomasa, 12 y 18 dds.....	92
Cuadro 59. Cuadro resumen Análisis de varianza, conversión de semilla a biomasa....	93
Cuadro 60. Análisis de varianza, análisis bromatológico - carbohidratos, 12 dds.....	94
Cuadro 61. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico - carbohidratos 12 dds.....	95
Cuadro 62. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico-carbohidratos, 12 dds.....	96
Cuadro 63. Análisis de varianza, análisis bromatológico - carbohidratos, 18 dds.	97
Cuadro 64. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico - carbohidratos 18 dds.....	97
Cuadro 65. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico-carbohidratos, 18 dds.....	98
Cuadro 66. Análisis de varianza, análisis bromatológico - carbohidratos, 12 - 18 dds.	99
Cuadro 67. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico - carbohidratos, 12 - 18 dds.	100
Cuadro 68. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, análisis bromatológico - carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.....	101
Cuadro 69. Análisis de varianza efectos simples para análisis bromatológico - carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.....	102
Cuadro 70. Prueba de Duncan de los efectos simples para análisis bromatológico - carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.....	103
Cuadro 71. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico - carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.....	105

Cuadro 72. Cuadro resumen Análisis de varianza, análisis bromatológico - carbohidratos.	106
Cuadro 73. Análisis de varianza, análisis bromatológico - fibra cruda, 12 dds.	107
Cuadro 74. Análisis de varianza, análisis bromatológico – fibra cruda, 18 dds.....	107
Cuadro 75. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- fibra cruda, 18 dds.....	108
Cuadro 76. Análisis de varianza, análisis bromatológico – fibra cruda, comparación 12 - 18 dds.....	109
Cuadro 77. Cuadro resumen Análisis de varianza, análisis bromatológico – fibra cruda.	110
Cuadro 78. Análisis de varianza, análisis bromatológico - grasa, 12 dds.	111
Cuadro 79. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- grasa, 12 dds.....	112
Cuadro 80. Análisis de varianza, análisis bromatológico - grasa, 18 dds.	113
Cuadro 81. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – grasa 18 dds.	113
Cuadro 82. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- grasa, 18 dds.....	114
Cuadro 83. Análisis de varianza, análisis bromatológico – grasa, 12 - 18 dds.	115
Cuadro 84. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.	116
Cuadro 85. Análisis de varianza efectos simples para análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.....	117
Cuadro 86. Prueba de Duncan de los efectos simples para análisis bromatológico - grasa, comparación 12 - 18 dds.	118
Cuadro 87. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.....	120
Cuadro 88. Cuadro resumen Análisis de varianza, medición del colchón de raíces. ...	121
Cuadro 89. Análisis de varianza, análisis bromatológico - proteína, 12 dds.....	122
Cuadro 90. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, analisis bromatológico – proteína 12 dds.	122
Cuadro 91. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- proteína, 12 dds.....	123
Cuadro 92. Análisis de varianza, análisis bromatológico – proteína, 18 dds.....	124
Cuadro 93. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – proteína, 18 dds.	125

Cuadro 94. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- proteína, 18 dds.....	126
Cuadro 95. Análisis de varianza, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.....	127
Cuadro 96. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.....	128
Cuadro 97. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.....	129
Cuadro 98. Análisis de varianza efectos simples para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.	130
Cuadro 99. Prueba de Duncan de los efectos simples para análisis bromatológico - proteína, comparación 12 - 18 dds.....	130
Cuadro 100. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.....	132
Cuadro 101. Cuadro resumen Análisis de varianza, análisis bromatológico - carbohidratos.	133
Cuadro 102. Análisis de varianza, análisis bromatológico – materia seca, 12 dds.	134
Cuadro 103. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – materia seca 12 dds.	135
Cuadro 104. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- materia seca, 12 dds.....	136
Cuadro 105. Análisis de varianza, análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.	137
Cuadro 106. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.	137
Cuadro 107. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- materia seca, 18 dds.....	138
Cuadro 108. Análisis de varianza, análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.....	139
Cuadro 109. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.....	140
Cuadro 110. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, análisis materia seca, comparación 12 y 18 dds.	141
Cuadro 111. Análisis de varianza efectos simples para análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.	142
Cuadro 112. Prueba de Duncan de los efectos simples para análisis bromatológico - materia seca, comparación 12 - 18 dds.....	143
Cuadro 113. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis materia seca, 12 y 18 dds. .	145

Cuadro 114. Cuadro resumen Análisis de varianza, análisis bromatológico – materia seca.	146
Cuadro 115. Cuadro resumen Análisis de varianza, análisis bromatológico.	147
Cuadro 116. Cuadro resumen, análisis bromatológico.....	148
Cuadro 117. Clasificación de los henos de acuerdo con su contenido en fibra Londoño F, 1993	155



INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Registro de temperaturas máximas y mínimas.....	27
Gráfico 2. Registro de Humedad relativa máximas y mínimas.....	27
Gráfico 3. Nivel del factor B, comparación medición de colchón de raíces, 12 - 18 dds.	61
Gráfico 4. Tratamientos, comparación medición de colchón de raíz, 12 - 18 dds.	62
Gráfico 5. Nivel del factor A, longitud de parte aérea 10 dds.....	66
Gráfico 6. Tratamientos, longitud de parte aérea, 10 dds.....	67
Gráfico 7. Nivel del factor A, longitud de parte aérea 12 dds.....	69
Gráfico 8. Tratamientos, longitud de parte aérea, 12 dds.....	70
Gráfico 9. Nivel del factor A, longitud de parte aérea 14 dds.....	71
Gráfico 10. Tratamientos, longitud de parte aérea, 14 dds.....	72
Gráfico 11. Nivel del factor A, longitud de parte aérea 16 dds.....	74
Gráfico 12. Tratamientos, longitud de parte aérea, 16 dds.....	75
Gráfico 13. Nivel del factor A, longitud de parte aérea 18 dds.....	76
Gráfico 14. Tratamientos, longitud de parte aérea, 18 dds.....	77
Gráfico 15. Nivel del factor A, comparación longitud de parte aérea 12- 18 dds.....	79
Gráfico 16. Nivel del factor B, comparación longitud de parte aérea, 12 - 18 dds.....	80
Gráfico 17. Tratamientos, comparación longitud de parte aérea, 12 - 18 dds.....	81
Gráfico 18. Nivel del factor A, conversión semilla a biomasa 12 dds.....	84
Gráfico 19. Tratamientos, conversión semilla a biomasa, 12 dds.....	85
Gráfico 20. Nivel del factor A, conversión semilla a biomasa 18 dds.....	87
Gráfico 21. Tratamientos, conversión semilla a biomasa, 18 dds.....	88
Gráfico 22. Nivel del factor A, comparación de conversión semilla a biomasa 12- 18 dds.....	90
Gráfico 23. Nivel del factor B, comparación conversión semilla a biomasa, 12 – 18 dds.	91
Gráfico 24. Tratamientos, comparación conversión semilla a biomasa, 12 - 18 dds.....	92
Gráfico 25. Nivel del factor A, análisis bromatológico - carbohidratos 12 dds.....	95
Gráfico 26. Tratamientos, análisis bromatológico - carbohidratos, 12 dds.....	96
Gráfico 27. Nivel del factor A, análisis bromatológico - carbohidratos 18 dds.....	98
Gráfico 28. Tratamientos, análisis bromatológico - carbohidratos, 18 dds.....	99

Gráfico 29: Nivel del factor A, análisis bromatológico – carbohidrato, comparación 12 - 18 dds.	101
Gráfico 30: Nivel del factor B, análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.	102
Gráfico 31: Efectos simples de niveles del factor B dentro de cada nivel del factor A, para análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 – 18 dds.	104
Gráfico 32: Efectos simples de niveles del factor A dentro de cada nivel del factor B, para análisis bromatológico – carbohidrato, comparación 12 – 18 dds.....	104
Gráfico 33: Tratamientos, análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.....	106
Gráfico 34: Tratamientos, análisis bromatológico – fibra cruda, 18 dds.	108
Gráfico 35: Tratamientos, análisis bromatológico – grasa, 12 dds.	112
Gráfico 36: Nivel del factor A, análisis bromatológico - grasa 18 dds.	114
Gráfico 37: Tratamientos, análisis bromatológico - grasa, 18 dds.	115
Gráfico 38: Nivel del factor A, análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.....	117
Gráfico 39: Efectos simples de niveles del factor B dentro de cada nivel del factor A, para análisis bromatológico – grasa, comparación 12 – 18 dds.	119
Gráfico 40: Efectos simples de niveles del factor A dentro de cada nivel del factor B, para análisis bromatológico – grasa, comparación 12 – 18 dds.	119
Gráfico 42: Nivel del factor A, análisis bromatológico – proteína, 12dds.....	123
Gráfico 43: Tratamientos, análisis bromatológico - proteína, 12 dds.	124
Gráfico 44: Nivel del factor A, análisis bromatológico – proteína, 18 dds.....	126
Gráfico 45: Tratamientos, análisis bromatológico - proteína, 18 dds.	127
Gráfico 46: Nivel del factor A, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.....	128
Gráfico 47: Nivel del factor B, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.....	129
Gráfico 48: Efectos simples de niveles del factor B dentro de cada nivel del factor A, para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 – 18 dds.....	131
Gráfico 49: Efectos simples de niveles del factor A dentro de cada nivel del factor B, para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 – 18 dds.....	132
Gráfico 50: Tratamientos, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.	133
Gráfico 51: Nivel del factor A, análisis bromatológico – materia seca, 12dds.....	135
Gráfico 52: Tratamientos, análisis bromatológico – materia seca, 12 dds.....	136

Gráfico 53: Nivel del factor A, análisis bromatológico – materia seca, 18 dds	138
Gráfico 54: Tratamientos, análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.	139
Gráfico 55: Nivel del factor A, análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.	141
Gráfico 56: Nivel del factor B, análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.	142
Gráfico 57: Efectos simples de niveles del factor B dentro de cada nivel del factor A, para análisis bromatológico materia seca, comparación 12 – 18 dds.	144
Gráfico 58: Efectos simples de niveles del factor A dentro de cada nivel del factor B, para análisis materia seca, comparación 12 – 18 dds.	144
Gráfico 59: Tratamientos, análisis bromatológico materia seca, 12 - 18 dds.	146



INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Solución nutritiva la molina, concentración A y B.....	30
Fotografía 2. Fertiplant NPK 202020.....	32
Fotografía 3. Solución nutritiva a base de guano de cuy.....	34
Fotografía 4. Acondicionamiento de invernadero tipo parral.....	40
Fotografía 5. Módulo de germinación.....	41
Fotografía 6. Modulo de produccion.....	41
Fotografía 7. Preparación solución nutritiva hidropónica la molina.....	42
Fotografía 8. Preparación solución nutritiva a base de guano de cuy.....	43
Fotografía 9. Preparación FERTIPLANT NPK 20-20-20.....	44
Fotografía 10. Limpieza, desinfección y oreo de semilla de cebada.....	45
Fotografía 11. Desinfección de bandejas.....	46
Fotografía 12. Siembra semilla de cebada forrajera.....	46
Fotografía 13. Riego área de germinación.....	47
Fotografía 14. Cilindro con electrobomba.....	47
Fotografía 15. Riego área de producción.....	48
Fotografía 16. Traslado de bandejas a área de producción.....	48
Fotografía 17. Aplicación soluciones nutritivas.....	49
Fotografía 18. Cosecha, toma de muestra a los 12 dds.....	49
Fotografía 19. Cosecha, toma de muestra a los 18dds.....	50
Fotografía 20. Medición colchón de raíces.....	51
Fotografía 21. Medición colchón de raíces.....	51
Fotografía 22. Medición longitud de parte aérea.....	52
Fotografía 23. Medición longitud de parte aérea.....	52
Fotografía 24. Conversión semilla a biomasa.....	53
Fotografía 25. Toma de muestra para realizar análisis bromatológico.....	54

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 01. ANALISIS FISICOQUIMICO: NITRÓGENO AMONIACAL, NITRÓGENO ORGÁNICO, NITRÓGENO TOTAL, FOSFORO TOTAL, POTASIO TOTAL 11 DE SETIEMBRE DEL 2015. AGUA POTABLE, FERTIPLAN NPK 202020, SOLUCIÓN DE GUANO DE CUY Y SOLUCIÓN NUTRITIVA LA MOLINA.....	168
ANEXO 02: ANALISIS FISICOQUIMICO, AGUA DE RIEGO.....	169
ANEXO 03: ANÁLISIS FISICOQUÍMICO, SOLUCIÓN NUTRITIVA LA MOLINA	170
ANEXO 04: ANALISIS FISICOQUIMICO, FERTIPLAN 20-20-20	171
ANEXO 05: ANALISIS FISICOQUIMICO, SOLUCION GUANO DE CUY	172
ANEXO 06: CROQUIS DEL AREA EXPERIMENTAL	174
ANEXO 07: ANALISIS BROMATOLOGICO 12DDS.....	176
ANEXO 08: ANALISIS BROMATOLOGICO 18DDS.....	177
ANEXO 09: DATOS REGISTRADOS PARA MEDICION COLCHON DE RAÍZ	178
ANEXO 10: DATOS REGISTRADOS PARA LA EVALUACIÓN DE LONGITUD DE PARTE AEREA.....	182
ANEXO 11: DATOS REGISTRADOS PARA LA EVALUACIÓN DE CONVERSION SEMILLA A BIOMASA	186
ANEXO 12: DATOS REGISTRADOS PARA LA EVALUACIÓN DE ANALISIS BROMATOLOGICO.....	187
ANEXO 13: DATOS CLIMATOLÓGICOS	190

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en un invernadero tipo parral, ubicado provincia y departamento de Arequipa, Septiembre 2015.

En el presente trabajo se evaluó el efecto combinado e individual de tiempo de cosecha y aplicación de diferentes soluciones nutritivas sobre el cultivo de cebada forrajera hidropónica.

Se tuvo como objetivos específicos: determinar el crecimiento, rendimiento y valor nutritivo de este cultivo como FVH; para poder determinar estos objetivos se realizó diferentes evaluaciones: crecimiento de raíz, longitud de parte aérea, conversión de semilla a biomasa y valor nutritivo a través de análisis bromatológico.

Se empleó un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial 4×2 , con 8 tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, los factores fueron: Factor A (soluciones nutritivas); en el cual se tuvo 4 niveles, a1 (solución nutritiva la molina); a2 (solución nutritiva Fertiplan 202020); a3 (solución nutritiva a base de guano de cuy); a4 (sin solución nutritiva aplicación solo de agua); y Factor B (periodo de cosecha); en el cual se tuvo 2 niveles, b1 (cosechado a los 12 dds) y b2 (cosechado a los 18 dds).

Los resultados obtenidos demostraron el efecto positivo de la aplicación de soluciones nutritivas sobre longitud de parte aérea, conversión de semilla a biomasa y análisis bromatológico; además de mostrar que el tiempo de cosecha a los 18 dds favorece al longitud de parte aérea y conversión de semilla a biomasa; mientras que pero el tiempo de cosecha 12 dds favoreció al valor nutricional de la cebada cultivada como FVH.

Palabras Claves: Forraje verde hidropónico; soluciones nutritivas.

SUMMARY

The present research work was carried out in a Parral Type Greenhouse, located at province and department of Arequipa, September 2015.

In the present work, the combined and individual effect of harvest time and the application of different nutritive solutions on the cultivation of hydroponic forage barley was evaluated.

The specific objectives were: to determine the growth, yield and nutritional value of this crop as FVH; In order to determine these objectives, different evaluations were made: root growth, aerial part length, seed conversion to biomass and nutritive value through bromatological analysis.

A completely randomized block experimental design with a 4 x 2 factorial arrangement was used, with 8 treatments and three repetitions per treatment, the factors were: Factor A (nutritive solutions); in which there were 4 levels, a1 (nutrient solution the mill); a2 (Fertiplan 202020 nutrient solution); a3 (nutrient solution based on guano guinea pigs); a4 (without nutrient solution only water application); and Factor B (harvest period); in which there were 2 levels, b1 (harvested at 12 dds) and b2 (harvested at 18 dds).

The results obtained showed the positive effect of the application of nutritive solutions on length of aerial part, conversion of seed to biomass and bromatological analysis; besides showing that the time of harvest at 18 dds favors the length of aerial part and conversion of seed to biomass; while the harvest time of 12 dds favored the nutritional value of the barley grown as FVH.

Key Words: Hydroponic green forage; nutritious solutions.

INTRODUCCIÓN

La técnica de hidroponía desempeña un papel importante en el desarrollo de la producción de alimentos para ganado que se ve confrontado con algunos factores como: la presión por disponibilidad de alimentos debido al incremento de la población, los cambios en el clima, la erosión del suelo, la escasez y contaminación de las aguas, la progresiva disminución de la superficie agrícola destinada a cultivos para alimentación animal, por destinarse a cultivos alternativos más rentables, todo esto origina un incremento sustancial en los costos de producción animal; el rubro de alimentación para ganado representa el 80 por ciento de los costos (**Quiñones Ramirez 2011**).

Según INIA (2012) a través de los resultados del IV Censo Nacional Agropecuario 2012 se determinó que en el Perú hay 27 600 000 ha aptas para pastos, las que constituyen la base de la alimentación del 84% de la ganadería nacional, de estas el 50% son praderas degradadas con tendencia a la retrogresión y capacidad de carga menor a 0.2 unidades animales (UA)/ha. Esta es una de las razones por las que el sector pecuario no ha alcanzado competitividad en la producción de carne, leche y fibras. Existen 5 000 comunidades campesinas que dependen del pastoreo extensivo de 12 000 000 ha. Las comunidades ubicadas sobre los 4 000 msnm, usan las tierras exclusivamente en ganadería y las que están ubicadas a menor altitud combinan agricultura con ganadería, además de esto tenemos que tener en consideración que en la sierra encontramos el 73% del ganado vacuno, 94% del ovino, 100% del alpaquero y 51% del porcina.

Dentro de este contexto el uso de forraje verde hidropónico (FVH) surge como una alternativa para la producción de forraje debido a que nos permite una producción programada, puede ser producido en cualquier tipo de clima, posee un bajo costo de producción comparado con el cultivo convencional, para su producción se requiere de espacios reducidos (**Rodríguez et al. 2012**), además de obtener un producto de alta sanidad y calidad nutricional, a lo anterior le podemos agregar que se puede producir en un corto periodo, además de no poseer problemas de plagas ni enfermedades significativas (**FAO 2001**).

HIPOTESIS

Dado que la aplicación de soluciones nutritivas y el tiempo de cosecha tiene efectos sobre el crecimiento, rendimiento y valor nutritivo de cebada cultivada como FVH; es probable que influya en un mayor crecimiento, rendimiento y valor nutricional sobre el cultivo de cebada cv. Nacional empleada como forraje verde hidropónico (FVH).

OBJETIVOS

Objetivos generales.

Determinar la influencia de tres soluciones nutritivas y dos tiempos de cosecha sobre el crecimiento, rendimiento y valor nutritivo del cultivo de cebada cv. Nacional como FVH.

Objetivos específicos.

Evaluar la influencia individual y combinada de tres soluciones nutritivas y dos tiempos de cosecha sobre:

- El crecimiento de cebada cv. Nacional empleada como FVH.
- El rendimiento de cebada cv. Nacional empleada como FVH.
- El valor nutritivo de cebada cv. Nacional empleada como FVH.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1. HIDROPONÍA

La palabra hidroponía proviene del griego υωδρ (Hydro) que significa agua y πονοξ (Ponos) que significa labor; traducido literalmente significaría trabajo en agua.

Pero actualmente la palabra involucra todas aquellas formas en que se cultivan plantas con algún soporte (arena, grava, carbón, etc.), sin el uso de suelo, en donde son alimentadas mediante una solución de nutrimentos minerales (sales minerales) que se les suministra por medio del agua de riego (**Guzmán Díaz 2004**).

Esta técnica permite cosechas en períodos más cortos que la siembra tradicional, mejor sabor y calidad del producto, mayor homogeneidad y producción; también favorece un ahorro considerable en el uso del agua de riego en la época seca y es una técnica económica, eficiente y racional en cuanto a la aplicación de los nutrimentos minerales (sales minerales o fertilizantes), además de disminuir los problemas relacionados con enfermedades de la raíz, esto genera una menor aplicación de plaguicidas (**Guzmán Díaz 2004**).

1.2. FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO (FVH)

El FVH es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. La producción de biomasa vegetal es de alta sanidad y calidad nutricional, el FVH se produce en un periodo de 9 a 25 días en cualquier época del año y en cualquier lugar siempre que se establezca las condiciones mínimas necesarias para ello como humedad, periodos de oscuridad y de luz tenue (**FAO 2001**).

El FVH sirve para la alimentación de animales como cuyes, vacunos, ovinos y otros herbívoros, su producción es el resultado de un proceso de germinación de granos sobre bandejas, las semillas utilizadas para obtener forraje hidropónico pueden ser: sorgo, maíz, cebada, avena, trigo, vicia, entre otras (**Álvarez Vigoria 2012**).

El FVH no posee problemas de plagas y enfermedades significativos, el principal problema que se puede presentar en el proceso de producción es la aparición de hongos. (**Espíritu y Herrera 2012**).

1.2.1. Importancia del FVH.

La agricultura tradicional enfrenta diferentes problemas como son la escasez de agua, disponibilidad de nuevas tierras cultivables, el cambio climático, suelos erosionados, etc; lo cual nos dan como alternativa el uso de cultivos hidropónicos, tanto para la alimentación de la población, como la de los animales; ya que estos nos permiten tener cosechas fuera de época, usar menos agroquímicos y resistir cambios climáticos (**Rodríguez et al. 2012**).

El FVH nos permite una producción programada, además de una alta digestibilidad, se puede producir en cualquier clima, tiene un bajo costo de producción comparado con el cultivo normal, producción en espacios reducidos, alta palatabilidad, reduce mano de obra para su manejo, bajo en contaminantes y alto contenido proteico. El tiempo de cosecha va de siete a quince días, tiempo muy corto en relación al cultivo tradicional como es el caso del maíz; el cual requiere de 142 días en promedio, en 100 m² bien pueden producirse hasta 500 Kg. de FVH diariamente (**Rodríguez et al. 2012**).

1.2.2. Ventajas y desventajas.

Ventajas

- Ahorro de agua: En este sistema las pérdidas de agua por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración son mínimas al comparar con las condiciones de producción convencional. Para la producción de 1 kilo de FVH requiere de 2 a 3 litros de agua con un porcentaje de materia seca que oscila entre un 12% a 18%. Esto se traduce en un consumo total de 15 a 20 litros de agua por kilogramo de materia seca obtenida en 14 días (**FAO 2001**).

- Eficiencia en el uso del espacio: El sistema de producción de FVH puede ser instalado en forma modular en la dimensión vertical lo que optimiza el uso del espacio útil (FAO 2001). El sistema permite una siembra de alta densidad: 4 - 5 k de semilla/m² y producciones de 40 a 50 k de forraje fresco por m² de bandeja. Esta producción se realiza en bandejas colocadas en estantes de 6 niveles, de tal forma que en un estante para 72 bandejas se logra producciones de 720 kilos, colocados en un área de 2.75 m² (Tarrillo Olivares 2008).
- Eficiencia en el tiempo de producción: Tiene un ciclo de 10 a 15 días, aproximadamente a partir de ese día se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH (FAO 2001). La tecnología es capaz de proporcionar FVH todo el año, según la demanda ya que no es afectado por los cambios climáticos, lluvias, tormentas, sol o sequía (Rashtriya s.f.).
- Calidad del forraje para los animales: El FVH es suministrado a los animales en forma completa: tallos, hojas, raíces y semillas, con lo que obtenemos un alimento rico en proteínas, energía, vitaminas y minerales. Según los análisis químicos de las diferentes partes del FVH (raíces, tallos y hojas), se puede resaltar el alto contenido de proteínas que se encuentra en hojas y tallos, además del alto contenido de grasa, carbohidratos y N.D.T. encontrados en las raíces (es el único forraje que es suministrado con raíces) (ver Cuadro 1) (Tarrillo Olivares 2008).

Cuadro 1. Análisis bromatológico de partes botánicas del FVH.

Análisis	Raíces	Tallos	Hojas	Total
Proteína cruda %	12.19	27.18	35.28	16.02
Grasa %	5.68	4.55	3.76	5.37
Fibra cruda %	10.29	26.32	21.50	12.94
E.L.N	69.28	36.78	34.66	62.63
Ceniza	2.56	5.17	4.8	3.03
N.D.T %	84.03	61.29	76.26	80.91

E.L.N.: Extracto libre de nitrógeno; N.D.T.: nutrientes digestible totales.

Fuente: Tarrillo (2008).

Principal fuente de proteína vegetal, es una buena fuente de carbohidratos (solubles y fibrosos); minerales y agua (15 - 25%) (ICAR 2011). En cuanto al nivel de proteína del F.V.H. es muy similar al de la alfalfa (Forraje requerido por su alto nivel de proteína). Es importante señalar que el nivel de proteína de la alfalfa varía según el estado de corte de la planta, mientras que el del F.V.H. dependerá del nivel de fertilización nitrogenada, días de producción y semilla usada (Tarrillo Olivares 2008). Las mejoras que obtenemos con el uso de F.V.H. en la alimentación animal se dan en: ganancia de peso, mejor conversión alimenticia, producción de leche, mayor contenido de grasa y sólidos totales en la leche (Tarrillo Olivares 2008).

- Inocuidad: En esta producción no se encuentran hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción en animales. Algunas malezas transmiten a la leche sabores no deseables para el consumidor final. (FAO 2001).
- Costos de producción: Los costos fijos son bajos ya que no requiere de maquinaria para preparación de suelos en cada siembra, como en el método tradicional (Navarrete Flores 2008). Además de esto, el forraje convencional requiere de intensas labores continuas para el cultivo hasta la cosecha de la hierba, pero en hidroponía la mano de obra requerida es solo 2-3 horas/día (Rashtriya s.f.).
- Diversificación e intensificación de actividades productivas: Este método permite diversificar los cultivos, aunque se puede realizar monocultivos sin los problemas que implica esta práctica (Navarrete Flores 2008).

Desventajas

- Desinformación y sobrevaloración de la tecnología: Se debe conocer las exigencias de este sistema, se debe acceder a una capacitación previa que permita un correcto manejo del sistema. (FAO 2001).
- Costo de instalación elevado: Posee un elevado costo de implementación. (FAO 2001).

1.2.3. Factores que influyen en la producción de FVH:

Calidad de la semilla

El éxito del FVH comienza con la elección de una buena semilla, tanto en calidad genética como fisiológica. La semilla debe presentar como mínimo un porcentaje de germinación no inferior al 75% para evitar pérdidas en los rendimientos de FVH (FAO 2001).

Luz

La luz debe incidir totalmente sobre el FVH pero no debe ser excesiva ya que quema las plantas especialmente las de la parte superior (Álvarez 2006). En lugares de poca luz se puede instalar un tubo fluorescente que no emita tanto calor como las lámparas de filamento. Si se elige un lugar abierto debe procurarse que no dé el sol a pleno durante todas las horas del día (Calles Arias 2005). Al comienzo del ciclo de producción de FVH, las bandejas deberán estar en un ambiente de luz muy tenue pero con oportuno riego para favorecer la aparición de los brotes y el posterior desarrollo de las raíces (FAO 2001).

Temperaturas

La temperatura más recomendable de 15 a 20 °C (dependiendo de la especie), esta temperatura debe estar lo más constante posible, un exceso de temperatura puede causar hongos y un deficiente crecimiento (Álvarez 2006). Pero temperaturas bajas causan congelamiento que es uno de los fenómenos más destructivos de la planta (Calles Arias 2005). Las especies como avena, cebada, y trigo, entre otros, requieren de temperaturas bajas para germinar, el rango de ellos oscila entre los 18°C a 21°C. (FAO 2001).

Humedad

Debe estar por encima del 85% esta humedad se consigue con la frecuencia de los riegos y la evapotranspiración de las plantas (Álvarez 2006).

1.2.4. Áreas para producir FVH

Área de tratamiento de semilla

Se realizan labores de lavado, desinfección, remojo y oreo de la semilla, para esto se utilizan baldes o cilindros para el lavado, desinfección y remojo, para el oreo de la semilla se utiliza pozas de oreo las que deberán tener orificios inferiores para el drenaje del agua (**Tarrillo Olivares 2008**).

Área de germinación

Está cubierto de un plástico de color negro el cual permite el desarrollo rápido del forraje, las bandejas permanecen por espacios de 4 a 5 días al término de los cuales el tamaño del forraje es de 2 a 4 cm de altura (**Espíritu y Herrera 2012**).

Área de producción

El FVH se encuentra aquí por un periodo de 8 a 10 días con un tamaño de 14 a 18 cm, en esta área se utiliza los nutrientes para el buen desarrollo del forraje verde hidropónico (**Espíritu y Herrera 2012**). Esta área presenta mayor iluminación y un riego bajo un sistema re circulante, en la parte inferior hay un canal colector que recupera el agua y la retornara al tanque (**Tarrillo Olivares 2008**).

1.2.5. Componentes básicos para el establecimiento de FVH

Estanterías

Pueden ser de madera, metal, PVC, cada módulo tendrá pendientes longitudinales y transversales para permitir el drenaje de la solución nutritiva en todos los sentidos. Los niveles van separados entre sí cada 50 cm y el primer nivel dista 30 cm del suelo, cada nivel debe tener una pendiente del 10% para drenar la solución sobrante de las bandejas (**Gómez Hidalgo 2007**).

Bandejas

Son los recipientes que se usan para colocar la semilla para el desarrollo del cultivo, puede ser de asbesto, lámina galvanizada, fibra de vidrio, material plástico. Sus medidas varían de 40 a 60 cm de ancho y 80 a 120 cm de largo, profundidad es de 2 a 5 cm (**Gómez Hidalgo 2007**). Las bandejas son generalmente rectangulares, con superficie plana y agujeros en la misma, la forma de los contenedores permite mejor distribución de la semilla, además de mejorar la formación del colchón y el manejo del mismo (**FAO 2001**). La forma rectangular de la bandeja nos permite una distribución del riego de una manera lenta y uniforme dentro de la charola , además de una producción en toda la charola y no solamente en las pendientes o partes centrales y evitar deslizamientos de la semilla a pesar de cultivarse en inclinación (**Hydroenvironment sf**).

Sistema de riego

- **Sistema de riego por goteo re circulante**: Se usa nebulizadores y micro aspersores la cual se basa en la circulación del agua cada vez que se riega. Ha sido diseñado para la producción de forraje verde hidropónico en forma vertical, se riega 2 a 4 veces al día; por un periodo de 2 a 3 minutos, donde el agua circula por todas las bandejas y es devuelta al tanque donde se concentra el agua (**Espíritu y Herrera 2012**).
- **Sistema de riego artesanal**: Para el área de germinación se puede utilizar mochilas fumigadoras o sistemas a presión, en el área de producción debido a que necesariamente se tiene que regar la raíz se puede utilizar mangueras o regaderas, se debe regar 3 – 5 veces por un periodo de 5- 6 minutos. (**Espíritu y Herrera 2012**).

1.2.6. Manejo de FVH

Proceso de producción

- Selección de semillas

Esto depende de la disponibilidad local, precio de esta en el mercado, considerando que el costo de la semilla representa aproximadamente el 85 % del costo total del F.V.H. La semilla debe ser entera, seca y tener por lo menos un 85 % de poder germinativo (**Tarrillo Olivares 2008**). Además debe provenir de lotes limpios de malezas y estar libres de plagas y enfermedades y tener una humedad de 12% (**Álvarez 2006**). Con esto se garantiza el uso de lotes limpios y libres de plagas y enfermedades. (**Navarrete Flores 2008**).

- Limpieza y desinfección de la semilla

Se limpia la semilla de impurezas (palitos, pajas, piedrecillas, otros). Preparar una solución desinfectante, la cual consiste en disolver 5 ml de lejía (hipoclorito de sodio 1%) en 10 litros de agua, a esta solución se introduce las semillas, con esta se elimina posibles esporas de hongos y bacterias (**Álvarez Vigoria 2012**).

Los granos no deben sumergirse un periodo no menor de 30 segundos ni mayor a 3 minutos ya que dejar la semilla por mucho más tiempo puede perjudicar la viabilidad causando importantes pérdidas, para la zona de Perú es recomendable dejar la semilla remojando por un lapso de 2 horas (**Tarrillo Olivares 2008**). Finalizado el lavado procedemos a un enjuague riguroso de las semillas con agua limpia (**Álvarez 2006**).

- Remojo y pre germinación

Después de que la semilla se limpia, se deben remojar por un lapso aproximado de 24 horas. Para realizar el remojo se debe colocar las semillas dentro de una bolsa de tela y se sumergen completamente en agua limpia por un período no mayor a las 24 horas para lograr una completa imbibición. (**Álvarez Vigoria 2012**).

Siembra y germinación

- Orear la semilla.

Luego de remojadas las semillas se debe dejar orear por un tiempo de 24 horas. Las semillas deben quedar expuestas a luz difusa, sobre una manta de tela que permita drenar el agua (**Álvarez Vigoria 2012**).

- Siembra y fase oscura.

Se colocan las semillas en bandejas, la altura de siembra debe tener aproximadamente 1 cm de alto, no debe ser mayor a 1,5 cm, o de 3 a 4 semillas superpuestas. (**Álvarez Vigoria 2012**). Luego las bandejas son colocadas en un estante de germinación el cual está cubierto por plástico negro, son regadas con agua tres veces al día, recomendándose el riego con micro aspersores o nebulizadores. Luego de 4 a 6 días las bandejas son trasladadas al estante de producción (**Tarrillo Olivares 2008**).

- Densidad de siembra: La dosis optima oscila entre 2.2 kilos a 3.4 kilos por m² considerando que la disposición de la semilla no debe superar los 1,5 cm de altura de la bandeja (**Álvarez 2006**). Para el cultivo de cebada es recomendable usar una densidad de siembra de 5 kg / m². (**Tarrillo Olivares 2008**).

Germinación.

Se considera germinación cuando los cotiledones han salido del tegumento de la semilla, la germinación en la mayoría de las especies forrajeras, tales como gramíneas dura de 2 a 3 días, este proceso se facilita gracias al tratamiento de imbibición que se le da a la semilla en la pre germinación. (**Navarrete Flores 2008**).

Riego.

El riego puede realizarse a través de micro aspersores, nebulizadores, y hasta con una pulverizadora o mochila de mano. (**Gómez Hidalgo 2007**).

- Germinación: Cuando se encuentran en etapa de germinación se recomienda realizar tres riegos diarios utilizando micro aspersores o nebulizadores, por espacio de uno a dos minutos, esto evita la proliferación de hongos (**Tarrillo Olivares 2008**).
- Producción: En etapa de producción se utiliza un riego bajo un sistema re circulante, este riego demora solo unos minutos y se realiza de 3 a 4 veces al día, dependiendo de las condiciones climáticas; (**Tarrillo Olivares 2008**). Con riegos programados 2 veces al día usando las soluciones nutritivas evitamos una posible intoxicación de las plantas (**Espíritu y Herrera 2012**).
- Riego con soluciones nutritivas: Se comienza a aplicar 4to o 5to día, y 2 días antes de la cosecha se debe dejar de aplicar. Es decir si estábamos aplicando 1 litro de soluciones nutritivas por metro cuadrado y por día, el día 14 y 15 aplicaremos 2 litros por metro cuadrado y por día de agua (**Álvarez 2006**).

1.2.7. Manejo de FVH.

Para evitar la intoxicación se recomienda fertilizar solo tres días, el forraje hidropónico puede prosperar sin fertilización por el corto periodo de crecimiento, pero para optimizar tiempo y calidad se puede hacer uso de estas soluciones (**Espíritu y Herrera 2012**).

Soluciones orgánicas.

- Soluciones nutritivas a base de guano de cuy, guano de isla, compost: Para la preparación de soluciones nutritivas a base de estos productos se debe emplear el siguiente método: Se deja remojar los mencionados productos por 15 horas en diferentes proporciones de agua. Para guano de cuy se utiliza 300 gr haciéndolos remojar en 1 litro de agua; para guano de isla se usa 21 gr haciendo remojar en 1 litro de agua y para el compost se usa 300 gr en 1 litro de agua. Pasando las 15 horas las diferentes soluciones deben ser coladas 2 veces para de esta manera poder desechar el material no deseado; para finalizar las soluciones se colocan en depósitos cerrados (**Candía Albornoz 2011**).
- Guano de cuy: Para poder preparar la solución nutritiva el guano de cuy se debe encontrar ligeramente compostado y seco. (FAO sf.).

Cuadro 2. Contenido de mineral y humedad de diferentes abonos orgánicos.

Especie	% Humedad	%Nitrógeno	%Fosforo	%Potasio
Cuy	30	1.9	0.8	0.9
Caballo	59	0.7	0.25	0.75
Vacuno	74	0.78	0.23	0.62
Ave	55	1	0.8	0.39

Fuente: FAO sf.

Cuadro 3. Parámetros guano semi compostado

Parámetros	Rangos semi compostado
Humedad	30 – 40 %
Tamaño de partícula	Menor a 1,6 cm
PH	6,5 – 8,5
Temperatura	Temperatura ambiente

Fuente: Elaboración propia basada en FAO 2013

Soluciones químicas.

Contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de raíces, tallos y hojas. **(Espíritu y Herrera 2012).**

- **Composición solución hidropónica la Molina:** Solución concentrada A (para 5 litros de agua, volumen final): Nitrato de potasio 550 g, nitrato de amonio 350 g y súper fosfato triple 180 g. Solución concentrada B (para 2 litros de agua, volumen final): Sulfato de magnesio 220 g, quelato de hierro 6% Fe 17 g, solución de micronutrientes 400 ml. Solución micronutrientes (para 1 litro de agua destilada o hervida): Sulfato de manganeso 5 g, ácido bórico 3 g, sulfato de zinc 1.7 g, sulfato de cobre 1 g, molibdato de amonio 0.2 g **(UNALM 2013).**

Fertilizante foliar.

- Fertiplant NPK 20-20-20:

Fertilizante foliar líquido orgánico con un alto contenido de los tres elementos mayores balanceados; micro elementos y ácido fúlvico; enriquecido con Vitamina B1.

Se recomienda desde la fase inicial hasta la fase reproductiva. Para su preparación se aplica 1 litro de fertilizante para un cilindro de 200 litros; esto se aplicara para 1 ha **(ITAAGRO s.f.)**.

Composición química:

Nitrógeno 20 % + Fósforo 20 % + Potasio 20 % + Ácido Fúlvico 3.00% + Hierro 1.00 % + Magnesio 1.00 % + Zinc 0.50 % + Manganeso 0.04 % + Cobre 0.025 % + Boro 0.30 % + Molibdeno 0.08 % + Niquel 0.0005 % + Cobalto 0.0005 % + Vitamina B1 0.005 % **(ITAAGRO s.f.)**.

Modo de acción:

FERTIPLANT 20 – 20 – 20 suministra Nitrógeno esencial para la formación de proteínas y aminoácidos, fósforo esencial para suministrar energía para los procesos metabólicos en la planta y potasio, esencial para la elaboración y translocación de los azúcares y confiere a la planta resistencia frente al ataque de plagas y enfermedades **(ITAAGRO s.f.)**.

1.2.8. Cosecha.

Esta etapa influye en su valor nutritivo, ya que cuando la planta crece y se desarrolla, aumenta la porción de fibra, mientras que reduce la proteína y la digestión de la materia seca. En la producción de forraje hidropónico, cosechas tempranas puede resultar en una baja de ingresos por área, pero las cosechas tardías pueden producir gran competencia entre las plantas, y la pérdida de calidad nutricional **(Müller et al.2012)**.

La cosecha se realiza cuando la plántula ha alcanzado una altura promedio de 15 a 25 cm. Este desarrollo demora entre 10 a 15 días dependiendo de las condiciones ambientales como es la temperatura la cual debe estar en un rango de 18 – 21 °C, la humedad que debe encontrarse entre 80 a 85 % **(Navarrete Flores 2008)**. Para facilitar la cosecha el FVH se enrolla y se desmenuza en los comederos **(Gómez Hidalgo 2007)**.

1.2.9. Rendimiento.

El rendimiento varía entre 5 a 8 kilos de forraje por cada kilo de semillas. Como resultado tendremos un gran tapete radicular, ya que las raíces se entrecruzan unas con otras por la alta densidad de siembra (4 a 5 kg se semilla por m²), este tapete contiene semillas que no alcanzaran a germinar, las raíces y la parte aérea de 25 cm de altura **(Tubon Siza 2013)**.

1.2.10. Composición nutricional.

La información composicional puede obtenerse a partir de análisis químico, los datos que se obtienen a partir de análisis químicos son exactos, pero para ser representativos dependen de que la muestra se haya tomado correctamente, se requiere de uno a dos gramos de muestra para que esta sea significativa **(Moyano y Sánchez 2012)**.

Parámetros a analizar.

- Proteína: Principal compuesto nitrogenado (16%) de las plantas; su contenido es elevado cuando éstas son jóvenes y desciende a medida que las mismas maduran. Una vez evaluado el contenido nitrogenado se multiplica el valor obtenido por 6,25, para transformar ese 16 % de nitrógeno en cantidad de proteína **(Tabaré s.f.)**.
- Grasa: Constituidas principalmente por carbohidratos los cuales son abundantes en todos los vegetales y en la mayoría de las semillas ya que son los componentes de la pared celular de los vegetales. **(Tabaré s.f.)**.
- Fibra: La digestibilidad está en función a la fibra que posea. A mayor contenido de fibra y a menor calidad de la misma, menor será la digestibilidad del forraje. Por lo general, cuanto mayor sea el contenido de FDN (pared celular) de un forraje menor será su digestibilidad **(Tabaré s.f.)**.
- Materia seca: La materia seca de los alimentos está constituida por una fracción orgánica y otra inorgánica. El componente inorgánico está dado por los minerales que posee el vegetal, principalmente potasio y silicio. El componente orgánico está constituido por carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, ácidos orgánicos y vitaminas. **(Tabaré s.f.)**

1.2.11. Valores nutritivos FVH.

La calidad nutritiva de los diferentes forrajes cambia de acuerdo a diferentes factos como son la época de cosecha, tipo, variedad y manejo del cultivo (**Gómez Hidalgo 2007**). En los siguientes cuadros podemos observar el valor nutritivo de distintas especies forrajeras establecidas en un sistema hidropónico:

Cuadro 4. Valores nutritivos de distintas especies forrajeras

Parámetros	Especies forrajeras (base seca)		
	Cebada	Maíz	Avena
Fibra cruda (%)	16	13	15
Proteína cruda (%)	19.4	15.6	9
Digestibilidad (%)	85	83 – 90	80 – 85
Grasa (%)	3.2	3.216	2.5
Carbohidratos (%)	58.4	40.2	40

Fuente: **Elaboración propia basada en Gómez Hidalgo 2007.**

El FVH constituye una proteína de bajo costo; cabe destacar también que el FVH cuenta con buena cantidad de vit. E y valores altos en vit. A (**Gómez Hidalgo 2007**).

Composición nutricional de cebada – cultivo tradicional.

Cuadro 5. Composición nutricional de cebada.

Nutrientes	Cebada	Cebada silaje
M.S %	86 -90	25 -40
Proteína %	1.2 – 2.3	5 -9
Grasa %	0,1 -0,4	1 -3
Fibra%	0,8 – 1,3	10.5 -15
Cenizas %	0,5 -0,6	3 – 4

Fuente: **UNICEN 2011 Composición nutricional cebada hidropónica.**

Cuadro 6. Composición nutricional de cebada FVH.

Autores	Orihuela (1995)		Carrasco (1994)		Silva (1994)	
Edad (días)	15		10		11	
Nutriente	B.F	B.S	B.F	B.S	B.F	B.S
Energía T kcal	45.8	50.2	53.3	59	57.3	62.2
Humedad %	81.25	0.00	83.70	0.00	87.08	0.00
Proteína %	3.38	18.03	2.17	13.31	1.72	13.31
Grasa %	0.59	3.15	0.43	2.64	0.36	2.79
Fibra %	5.03	26.82	3.36	20.61	1.56	12.07
Cenizas %	0.96	5.12	0.71	4.36	0.53	4.10

Valor nutritivo base seca y fresca, de cebada (*Hordeum vulgare L*) en FVH.

Fuente: **Tarrillo Olivares 1999.**

1.2.12. Problemas fitosanitarios.

El principal es la aparición de hongos (*Pythium sp*) en la etapa de producción, este se localiza entre las semillas y las raíces, se manifiesta con un menor crecimiento de hojas, menor germinación y menor rendimiento,. Para su control se recomienda disminuir el riego en el área de producción, permitir una mayor ventilación, no recircular el agua de riego y hacer una desinfección de las bandejas con lejía al 1% (**Tarrillo Olivares 2008**).

1.3. CULTIVO DE CEBADA (HORDEUM VULGARE L).

1.3.1. Origen cultivo de cebada.

Su cultivo se conoce desde tiempos remotos y se supone que procede de dos centros de origen situados en el Sudeste de Asia y África. Se cree que fue una de las primeras plantas domesticadas al comienzo de la agricultura; en excavaciones arqueológicas realizadas en el valle del Nilo se descubrieron restos de cebada, en torno a los 15.000 años de antigüedad, además los descubrimientos también indican el uso muy temprano del grano de cebada molido (**FENALCE s.f.**).

1.3.2. Importancia cultivo de cebada.

La conservación de forrajes se constituye en una alternativa técnica viable para neutralizar los efectos negativos de la escasez forrajera en la región alto andina del Perú (Argote y Ruiz 2011).

En el Perú el 93.6% de las unidades productivas de la zona andina utilizan la cebada que producen ya sea para forraje o para consumo propio. Esto se debe a que es un cultivo que se siembra a altitudes superiores a los 3000 msnm, sometidas al régimen de lluvias, que presenta grandes oscilaciones (Estrada y Altamirano 2012).

1.3.3. Clasificación taxonómica.

Según USDA (Departamento de agricultura de Estados Unidos), la clasificación taxonómica de la cebada es la siguiente:

Reino :	<i>Plantae</i>	Sub – Clase :	<i>Commelinidae</i>
Sub – Reino :	<i>Tracheobionta</i>	Orden :	<i>Cyperales</i>
Súper – División :	<i>Spermatophyta</i>	Familia :	<i>Poaceae</i>
División :	<i>Magnoliophyta</i>	Genero :	<i>Hordeum</i>
Clase :	<i>Liliopsida</i>	Especie :	<i>Hordeum vulgare L</i>

1.3.4. Características botánicas.

Raíz: El sistema a radicular de la cebada es fasciculado, fibroso, y alcanza poca profundidad en comparación con otros cereales. (Alcasena Gurupegui 2012)

Tallo: El tallo principal se origina en forma subterránea a partir del punto de crecimiento, permanece bajo el suelo poco antes de alcanzar la superficie, se produce un ligero engrosamiento del primer nudo, comienza la fase de encañado. El tallo está formado por 5 a 7 entrenudos y puede alcanzar una altura entre 0,6 a 1,3 m. (Alcasena Gurupegui 2012).

Hojas: Son glabras, su ancho varía entre 5 y 15 mm, provistas de dieciocho a veinticuatro nervaduras. Las hojas están compuestas por una vaina que envuelve la sección del tallo ubicada por sobre del nudo, una lámina, dos aurículas y una lígula. Existen 3 tipos de hojas: Primera hoja: la lámina es de punta redondeada; tiene aurículas reducidas y presenta una pequeña vaina. Hojas ubicadas entre la primera y la superior y hoja bandera. (Alcasena Gurupegui 2012).

1.3.5. Requerimientos del cultivo de cebada.

Clima: Las Exigencias en cuanto al clima son muy pocas, por lo que su cultivo se encuentra muy extenso, crece mejor en climas frescos y moderadamente secos; se adapta mejor a latitudes elevadas. (Ruano Paucar 2014).

Humedad ambiental: Requiere una atmosfera relativamente seca 25 – 35 %, ya que ambientes húmedos propician la presencia de enfermedades fungosas (Ruiz et al. 1999).

Temperatura: La temperatura óptima depende de la etapa de desarrollo y de la variedad. Para la siembra la mínima temperatura es de 3-4°C, la óptima es de 20 a 28°C y la máxima de 28-40°C. La temperatura media adecuada es de 15 -25°C durante el desarrollo (Ruiz et al. 1999). Durante la maduración del grano, las heladas o temperaturas inferiores a 0°C dañan tanto el aspecto físico como su calidad industrial. La temperatura optima durante la etapa de llenado de grano es de alrededor de 22°C). La mínima y máxima umbrales para crecimiento son 5°C y 30°C, respectivamente, con un óptimo de 18°C (Ruiz et al. 1999).

Salinidad: Altamente tolerante a la salinidad (Ruiz et al. 1999).

PH: Desarrolla en un rango de 6.0 a 8.5, pero su rango optimo es de 6.5 a 8.0 (Ruiz et al. 1999).

Agua de riego.

PH: El cultivo de cebada requiere de agua de riego que se encuentre en un rango de 6.4 – 7.8. (Ruiz et al. 1999).

CE: La cebada es tolerante a una conductividad eléctrica hasta 6 – 8 mS/cm, siendo su conductividad eléctrica óptima 0.9 – 1.2 mS/cm (Ruiz et al. 1999).

Cloruro (Cl): La cebada es moderadamente tolerante en un rango de 8-10 meq/L; oscilando el óptimo entre 1 – 5 meq/L (Ruiz et al. 1999).

Nutrientes requeridos.

Podemos observar los rangos deseables de NPK por cebada forrajera hidropónica: (Gómez Hidalgo 2007)

N: 10 – 30 mg/L

P: 0.005 - 5 mg/L

K: 0.5 - 10mg/L

1.3.6. Cebada usada como forraje hidropónico ventajas: (FAO 2001).

- La cebada hidropónica aumenta su digestibilidad aproximadamente un 30 a más del 80 %.
- Los niveles de proteína de cebada hidropónica están cerca del doble de un cultivo tradicional, además de aumentar generalmente vitaminas y minerales.
- La cebada hidropónica se puede cultivar en cualquier ubicación, las cantidades de agua requerida es de aproximadamente el 1 % del agua requerida para la producción de cebada tradicional.
- Se puede producir durante todo el año en un medio controlado, independientemente de las condiciones atmosféricas exteriores.

1.4. INSTALACIONES PARA FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO.

Es necesario que la instalación donde se colocara el FVH cumpla con los siguientes requisitos: Protección de los rayos directos del sol, protección de vientos fuertes, protección a baja y altas temperaturas, mantener una adecuada humedad interna, permitir ingresos adecuados de luz y proteger del ingreso de agentes externos (**Tarrillo Olivares 2008**).

Clasificación de instalaciones.

- Populares: Invernadero revestida de plástico transparente común, el piso es de tierra y las estanterías para la siembra y producción del FVH son construidas con palos, cañas y restos de madera. La altura de las estanterías, debido a la calidad de los materiales de construcción, no sobrepasa los 3 pisos (**FAO 2001**).
- Artisanal: El tamaño de este invernadero es como mínimo de 2.5 a 3 m de altura, 3 m de ancho y 3m de largo para un módulo de 40 bandejas, forrado con mallar rachel al 50% en costa y en sierra al 80% o construido con adobe y techo de calamina transparente, con ventanas a los costados para que nos permita una ventilación adecuada del invernadero así como protección en la época de lluvia (**Espíritu y Herrera 2012**).

Instalaciones para las regiones geográficas del Perú.

- Costa: El invernadero debe permitir una máxima ventilación y protección contra los rayos solares, por lo tanto, para el techo se recomienda la utilización de materiales que brinden 100% de sombra, como la estera o calamina metálica, mientras que para las paredes laterales se recomienda la utilización de malla raschel de 30% como máximo o malla de pescar (**Tarrillo Olivares 2008**).
- Sierra Media: Si este invernadero está ubicado en lugares con bajas precipitaciones se puede utilizar un techo de estera (Arequipa) y en lugares de fuertes lluvias tendrá que ser una calamina metálica. En la paredes se utilizará una malla raschel de 80 % de sombra (**Tarrillo Olivares 2008**).

- Sierra Alta: Es recomendable la construcción de las paredes con adobe (ladrillos de barro, secados al sol). Para el techo será necesario utilizar calamina plástica que permita el ingreso de luz, además de brindarnos una protección contra las lluvias (**Tarrillo Olivares 2008**).

Invernadero tipo parral.

Son invernaderos de palos y alambres, denominados “parral” por ser una versión modificada de las estructuras o tendidos de alambre empleados en los parrales para uva de mesa. Se construyen con caños galvanizados como sostenes interiores, permaneciendo el uso de postes para los laterales de tensión. Estos invernaderos suelen tener una altura de 3,0 a 3,5 m, la anchura variable. Se ventila solamente a través de las aberturas laterales (**Bouzo C, et al. 2009**).

1.5. ANTECEDENTES.

- Candía Albornoz, LS. 2011. Evaluación de la calidad nutritiva y rendimiento del forraje verde hidropónico, fertilizados con diferentes soluciones nutritivas orgánicas. Para este estudio se empleó 4 soluciones orgánicas diferentes: guano de cuy, guano de isla, compost y una mezcla de guano de cuy con guano de isla y un testigo al que se le aplico solo agua. Las evaluaciones se realizaron el día de la cosecha 18 dds. Se evaluaron 5 variables las cuales fueron: longitud del tallo, raíz, altura de planta; análisis nutricional y rendimiento. Se tuvo 4 tratamientos y un testigo al cual no se le aplico ninguna solución orgánica., los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar. Resultados: Para longitud de tallo, raíz y altura de planta se encontró diferencia significativa obteniendo mayor resultado al aplicar compost; pero estas soluciones limitaron el peso fresco y rendimiento/Kg. Para rendimiento las soluciones a base de guano de cuy y guano de isla, fueron estadísticamente iguales y superiores a las demás soluciones orgánicas aplicadas. Para calidad nutritiva la solución elaborada a base de guano de cuy fue estadísticamente diferente y superior a las demás soluciones orgánicas aplicadas.

- Candía, L. 2014. Evaluación de la calidad Nutritiva de forraje verde de Cebada (*Hordeum vulgare L*) hidropónico, fertilizado con soluciones de guano de Cuy (*Cavia porcellus L.*) a dos concentraciones. Para este estudio se empleó 2 soluciones a base de guano de cuy a diferentes concentraciones 100g/ L y 200g/L; además de un tratamiento al cual se le aplicó solución nutritiva la molina. Las evaluaciones fueron realizadas el día de la cosecha 11 dds. Se evaluaron 4 variables las cuales fueron: Longitud de parte aérea, raíz, rendimiento y análisis nutricional. Se tuvo 3 tratamientos, los cuales fueron distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar. Resultados: Para longitud de parte aérea se encontró diferencia estadística significativa siendo el tratamiento T2 (concentración 200g/L) el que mayor longitud obtuvo alcanzando un promedio de 16,8 cm. Mientras que para la longitud de raíz los tratamientos T1 y T2 (concentración 100g/L y 200 g/L) fueron estadísticamente iguales y superiores que el tratamiento T3 (solución la molina). Para rendimiento forrajero (Kg/m²), los tratamientos T1 y T2 fueron estadísticamente iguales y superiores que T3; obteniendo 15 kg/ m². Para análisis nutricional no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos para porcentajes de MS, Proteína, FDN y FDA; por lo que se deduce que las concentraciones de macro elementos eran adecuadas para el crecimiento normal de las plantas debido a que no se presentaron síntomas de deficiencia nutricional ni fitotoxicidad.

- Maldonado, R, et al. 2013. Nutrición mineral de forraje verde hidropónico en trigo. Para este estudio se empleó 4 soluciones nitrogenadas a diferentes concentraciones formuladas a partir del método Steiner, una solución nutritiva propuesta por FAO y un testigo al cual se le aplicó solo agua. Las evaluaciones fueron realizadas el día de la cosecha 15dds. Se evaluaron 4 variables las cuales fueron: Altura de planta, rendimiento por metro cuadrado, relación de conversión de semilla a forraje y valor nutritivo. Se tuvo 5 tratamientos, y un testigo; los cuales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar. Resultados: Para altura de planta las 4 soluciones nitrogenadas formuladas por Steiner fueron superiores y no presentaron diferencia significativa entre ellas, mientras que el tratamiento T0 (solo agua) y T5 (solución FAO), fueron estadísticamente iguales he inferiores. Para relación de conversión de semilla a forraje, se encontró que los tratamiento T0-T3 y T5, son estadísticamente superiores he iguales entre sí, mientras que el tratamiento T4 es estadísticamente inferior y diferente a los demás tratamientos; a este tratamiento se le aplicó mayor

porcentaje de nitrógeno 33.4% pudiendo ocasionar un efecto de toxicidad, siendo por esto que presenta el menor resultado. Relación de conversión semilla a forraje, se obtuvo que los tratamientos T0 – T4, son estadísticamente superiores he iguales entre si teniendo una REMC promedio de 18 kg/m², mientras que el T5 es estadísticamente inferior y diferente presentando 15 kg/m². Valor nutritivo, Cenizas y proteína T1-T5 fueron estadísticamente iguales y superiores que T0, mientras que en fibra T0 presento el mayor porcentaje de esta siendo superior y estadísticamente diferente a los demás tratamientos; T1-T5 fueron inferiores y estadísticamente iguales entre ellos.

- Rodríguez Morales, HJ, *et al.* 2012, Forraje verde hidropónico de maíz amarillo (*Zea maíz L.*) con diferente concentración de solución nutritiva. Para este estudio se empleó 4 diferentes niveles de nutrientes 25, 50, 75,100 % y un testigo al cual se le aplico solo agua; además de tres tiempos de cosecha, 8,10 y 12 dds. Las evaluaciones fueron realizados los diferentes días en los que se realizaron la cosecha. Se evaluaron 3 variables las cuales fueron: Peso de la biomasa, altura de planta y longitud de raíz. Se tuvo 5 tratamientos con 3 tiempos de cosecha y 3 repeticiones. Resultados: Para peso de la biomasa y altura de planta los tratamientos que fueron cosechados a los 12 dds y a los que se les aplico soluciones nutritivas fueron estadísticamente superiores y diferentes al tratamiento testigo. Mientras que para longitud de raíz los tratamientos que fueron cosechados el día 10 y 12 y a los cuales se les aplico 75% solución nutritiva fueron estadísticamente iguales y superiores que los demás tratamientos.

- Torres Herrera, E, *et al.* 2010, Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo (*Triticum aestivum L.*). Para este estudio se evaluó tres tiempos de cosecha; 8, 10 y 12 dds. Se evaluó 1 variable; análisis nutricional donde se consideró el valor proteico, materia seca, fibra. Se tuvo 3 tratamientos los cuales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar. Resultados: Para concentración de Proteína se encontró diferencia estadística significativa en el tratamiento que fue cosechado a los 10 dds (21,49%), siendo estadísticamente superior y diferente que los demás tratamientos. Mientras que la concentración de fibra fue mayor en el tratamiento que se cosecho a los 12 dds; siendo estadísticamente diferente y superior que los demás tratamientos. La materia seca fue mayor el día 8, siendo diferente y superior estadísticamente mientras que el día 12 presento el menor porcentaje.

- Villota Camacho, GM. 2013. Evaluó el efecto de dos soluciones nutritivas en la producción y calidad de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea maíz L.*), trigo (*Triticum aestivum L.*) y cebada (*Hordeum vulgare L.*). Para este estudio se utilizaron dos soluciones nutritivas: La primera compuesta por; Nitrato de potasio, nitrato de amonio, superfosfato triple, sulfato de magnesio, quelato de hierro. Solución de micro nutriente. Mientras que la segunda está compuesta por; Fosfato mono amónico, nitrato de calcio, nitrato de potasio, nitrato de magnesio, sulfato de magnesio, sulfato de manganeso, sulfato de cobre, sulfato de zinc, sulfato de cobalto, ácido bórico, molibdato de amonio, quelato de hierro. Se evaluaron 4 variables las cuales fueron: longitud promedio de raíz, tallo, altura de planta, peso promedio de biomasa. Se tuvo 6 tratamientos, los cuales fueron distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar. Resultados: Para longitud de raíz, tallo, altura de planta no se obtuvo diferencia significativa entre soluciones nutritivas, pero si se observó diferencia entre las especies empleadas. La cebada presentó un resultado superior y diferente significativamente que las otras especies; en estas 3 variables; seguida por trigo y maíz. El mayor peso promedio de biomasa se obtuvo con los tratamientos de cebada donde no se encontró diferencia significativa entre soluciones nutritivas 1 y 2. Mientras que los tratamientos de trigo y maíz fueron estadísticamente iguales e inferiores.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó en un Invernadero Tipo Parral, ubicado en Avenida Arequipa 1306 A.S.A.

2.2. UBICACIÓN POLITICA

Departamento: Arequipa
Provincia: Arequipa
Distrito: Alto Selva Alegre

2.3. UBICACIÓN GEOGRAFICA

Latitud: $16^{\circ} 23' 00''$ S
Longitud: $71^{\circ} 32' 00''$ O
Altitud: 2500 msnm

2.4. FECHA EJECUCIÓN

Fecha de inicio: 2 de septiembre 2015
Fecha de término: 21 de septiembre 2015

2.5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Para poder medir estas condiciones se usó un higrómetro el que fue colocado en el invernadero, los datos fueron tomados desde el 4 de septiembre (siembra) hasta el 21 de septiembre (última cosecha), estos se pueden observar en el anexo 13 donde encontramos temperatura y humedad, máxima y mínima, del invernadero.

En los gráficos 1 y 2 podemos ver la variación de temperatura y humedad relativa máxima y mínima.

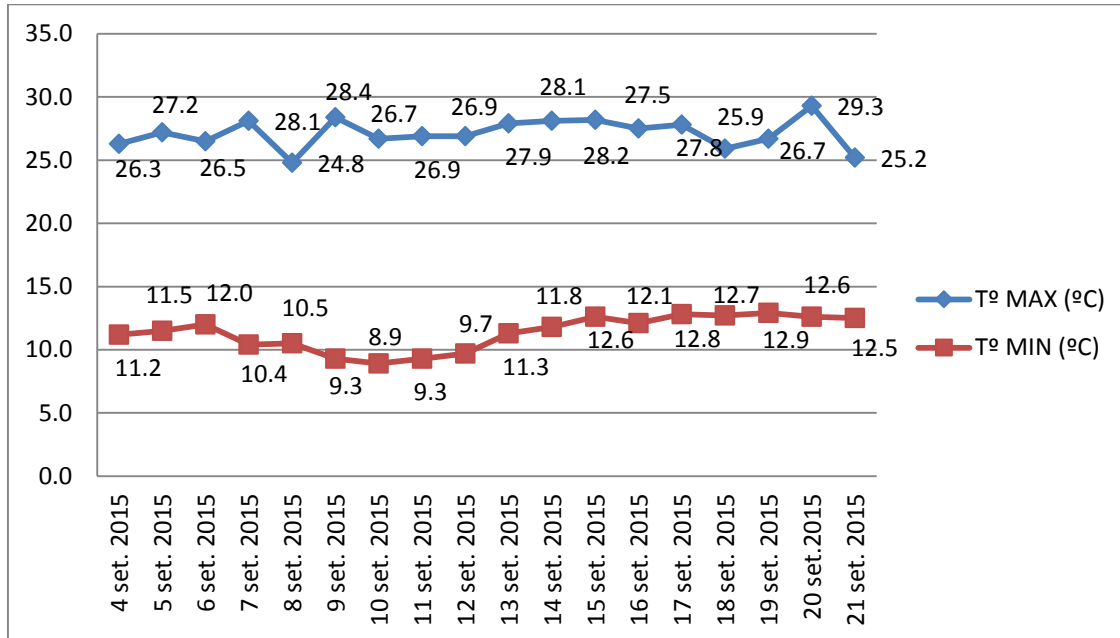


Gráfico 1. Registro de temperaturas máximas y mínimas.

Fuente: Elaboración propia.

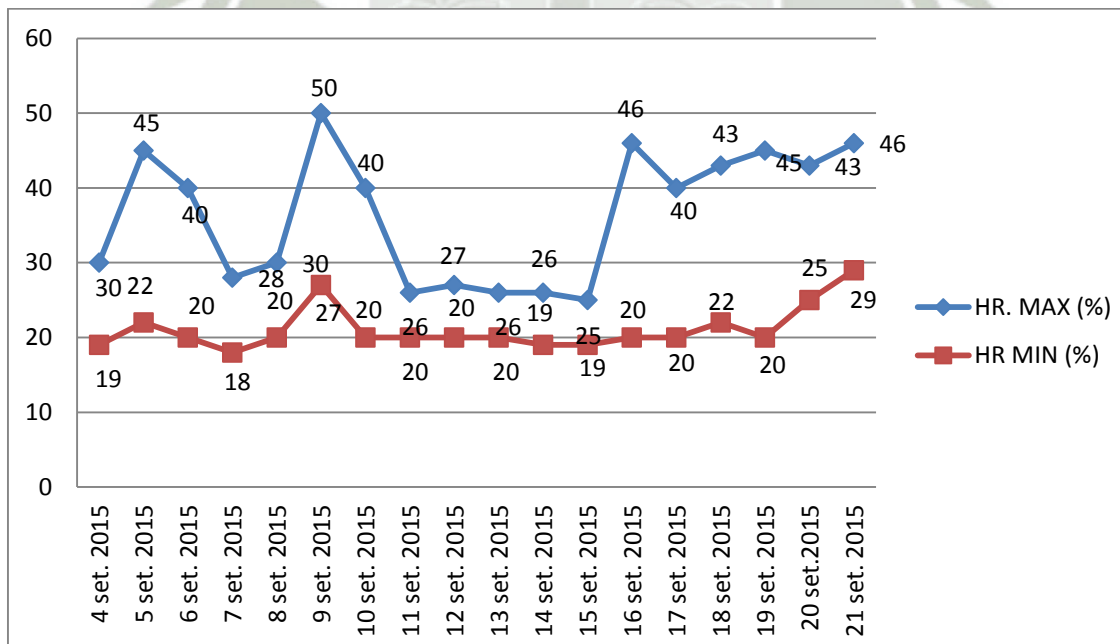


Gráfico 2. Registro de Humedad relativa máximas y mínimas.

Fuente: Elaboración propia.

La temperatura óptima de cebada oscila entre 15 – 25 °C, con umbrales de 28 °C y 4 °C, su HR óptima está alrededor de 25 a 35 % evitando alcanzar humedades altas entre 65 a 80 ya que esto propicia la presencia de enfermedades fúngicas (**Ruiz et al. 1999**).

Las condiciones climatológicas durante el proyecto estuvieron dentro del rango aceptable para el desarrollo de cebada forrajera cv. Nacional. Obteniendo una temperatura promedio que oscilaba 11 – 27 °C; y humedad relativa 21 -36 %.

2.6. CONDICIONES DE AGUA DE RIEGO

El agua usada en la investigación fue agua potable convencional, la cual se dejaba reposar por 24 horas antes de aplicar los riegos; esto se realiza para que el cloro y otros elementos se volatilicen. En el Cuadro 7 podemos observar el análisis físico - químico realizado al agua, este fue realizado en un laboratorio privado el 11 de septiembre del 2015, se mandó una muestra de 1 L de agua de riego.

Cuadro 7. Resultado del análisis físico-químico del agua de riego.

Parámetro	Valor	Metodología	Interpretación
pH	7.28	Potenciómetro	Adecuado
C.E. mS/cm.	0.18	Conductímetro	Bajo
STD mg/L	110	Método estándar 2540 C	Bajo
CO ₃ Ca ppm	66.04	Método 2340 C EDTA	Agua blanda
Ca ⁺² (meq/L)	0.609	Titulación complexométrica con EDTA	Bajo
Mg ⁺² (meq/L)	0.711	Titulación complexométrica con EDTA	Bajo
Na ⁺ (meq/L)	0.515	Fotómetro de emisión de llama	Muy bajo
K ⁺ (meq/L)	0.16	Fotómetro de emisión de llama	Medio
SO ₄ ⁻² (meq/L)	0.412	Método estándar 4500-SO ₄ E	Muy bajo
Cl ⁻ (meq/L)	0.925	Método estándar 4500-Cl B	Muy bajo
HCO ₃ (meq/L)	0.78	Método AOAC 920.194.2000	Muy bajo
CO ₃ (meq/L)	0.0	Método AOAC 920.194.2000	Bajo
RAS	0.63	Por cálculo	Muy bajo

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E.I.R.L.

Clasificación del agua de riego.

La muestra se encuentra clasificada en $C_1 S_1$:

Agua de baja salinidad C_1 : Puede usarse para riego de la mayor parte de cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad (LAQ & S 2015).

Agua baja en sodio S_1 : Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio (LAQ & S 2015).

La cebada forrajera requiere de aguas con CE entre 0.9 a 1.2 mS/mc; pudiendo tolerar CE entre 6 a 8 mS/cm; además de requerir un pH entre 6.4 a 7.8 (Ruiz et al. 1999). Las condiciones del agua de riego del análisis realizado están ubicadas en el rango requerido por cebada forrajera.

Análisis fisicoquímico.

Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fósforo total y potasio total de Agua de riego. En el Cuadro 8 podemos observar el análisis físico - químico realizado al agua, este fue realizado en un laboratorio privado el 11 de septiembre del 2015, se mandó una muestra de 1 L de agua de riego.

Cuadro 8. Resultado del análisis físico-químico: Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fósforo total, potasio total; agua de riego.

Parámetro	Valor	Metodología
Nitrógeno amoniacal $N-NH_3$ mg/L	0.0	Método estándar 4500
Nitrógeno orgánico N_{org} mg/L	0.0	Método estándar 4500
Nitrógeno total N_{Total} mg/L	0.0	Calculado
Fósforo total P_{Total} mg/L	0.0	HACH Método
Potasio total K_{Total} mg/L	6 000	Fotometría de emisión de llama

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E.I.R.L.

2.7. CONDICIONES DE SOLUCIONES NUTRITIVAS

2.7.1. Solución nutritiva L.M.

Se usó solución nutritiva la molina, la concentración A de 250 ml y la B de 100 ml, esta solución fue combinada con agua potable convencional, la cual se dejó reposar por 24 horas; en el Cuadro 9 se puede observar el análisis físico – químico, este fue realizado en un laboratorio privado el 11 de septiembre del 2015, se mandó una muestra de 1L de solución preparada.



Fotografía 1. Solución nutritiva la molina, concentración A y B.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 9. Resultado del análisis físico-químico de Solución Nutritiva la Molina. Arequipa 2015.

Parámetro	Valor	Metodología	Interpretación
pH	7.19	Potenciómetro	Adecuado
C.E. mS/cm.	0.57	Conductímetro	Baja
STD mg/L	360	Método estándar 2540 C	Medio
CO ₃ Ca ppm	96.52	Método 2340 C EDTA	Agua blanda
Ca+2 (meq/L)	0.91	Titulación complexométrica con EDTA	Bajo
Mg+2 (meq/L)	1.02	Titulación complexométrica con EDTA	Bajo
Na+ (meq/L)	0.87	Fotómetro de emisión de llama	Bajo

K+ (meq/L)	2.56	Fotómetro de emisión de llama	Alto
SO4-2 (meq/L)	1.12	Método estándar 4500-SO4 E	Bajo
Cl- (meq/L)	0.92	Método estándar 4500-Cl B	Muy bajo
HCO₃	0.52	Método AOAC 920.194.2000	Muy bajo
CO3 (meq/L)	0.0	Método AOAC 920.194.2000	Muy bajo
RAS	0.89	Por cálculo	Bajo

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E.I.R.L.

Clasificación de solución nutritiva la molina.

La muestra se encuentra clasificada en C₂S₁:

Agua de baja salinidad C₂: Puede usarse siempre y cuando hay un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad, puede producirse plantas moderadamente tolerantes a las sales. **(LAQ & S 2015).**

Agua baja en sodio S₁: Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio **(LAQ & S 2015).**

Las condiciones de la solución nutritiva la molina se encuentra ubicada entre los parámetros requeridos por el cultivo de cebada forrajera.

Análisis fisicoquímico.

Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fosforo total y potasio total, Solución Nutritiva la Molina.

En el Cuadro 10 podemos observar el análisis físico - químico realizado a la Solución Nutritiva la Molina, este fue realizado en un laboratorio privado el 11 de septiembre del 2015, se mandó una muestra de 1 L de solución preparada.

Cuadro 10. Resultado del análisis físico-químico: Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fosforo total, potasio total; Solución Nutritiva la Molina. Arequipa 2015.

Parámetro	Valor	Metodología
Nitrógeno amoniacal N- NH₃ mg/L	11.48	Método estándar 4500
Nitrógeno orgánico N_{org} mg/L	3.64	Método estándar 4500
Nitrógeno total N_{Total} mg/L	15.12	Calculado
Fosforo total P_{Total} mg/L	7.02	HACH Método
Potasio total K_{Total} mg/L	2 000	Fotometría de emisión de llama

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E.I.R.L.

2.7.2. Fertiplant NPK 202020.

Se usó el fertilizante soluble foliar FERTIPLANT NPK 202020, esta solución fue combinada con agua potable convencional, la cual se dejó reposar por 24 horas; en el Cuadro 11 se puede observar el análisis físico – químico, este fue realizado en un laboratorio privado el 11 de septiembre del 2015, se mandó una muestra de 1L de fertilizante preparado.



Fotografía 2. Fertiplant NPK 202020.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 11. Resultado del análisis físico-químico de fertilizante soluble Fertiplant NPK 202020.

Parámetro	Valor	Metodología	Interpretación
pH	7.61	Potenciómetro	Medio
C.E. mS/cm.	1.52	Conductímetro	Medio
STD mg/L	970	Método estándar 2540 C	Alto
CO ₃ Ca ppm	71.12	Método 2340 C EDTA	Agua blanda
Ca ⁺² (meq/L)	0.61	Titulación complexométrica con EDTA	Bajo
Mg ⁺² (meq/L)	0.81	Titulación complexométrica con EDTA	Bajo
Na ⁺ (meq/L)	0.43	Fotómetro de emisión de llama	Muy Bajo
K ⁺ (meq/L)	11.25	Fotómetro de emisión de llama	Muy Alto
SO ₄ -2 (meq/L)	0.16	Método estándar 4500-SO ₄ E	Muy Bajo
Cl ⁻ (meq/L)	1.57	Método estándar 4500-Cl B	Muy bajo
HCO ₃ (meq/L)	6.25	Método AOAC 920.194.2000	Alto
CO ₃ (meq/L)	0.0	Método AOAC 920.194.2000	Muy bajo
RAS	0.51	Por cálculo	Bajo

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E.I.R.L.

Clasificación de fertilizante soluble fertiplant NPK 202020.

La muestra se encuentra clasificada en C₃ S₁:

Agua de baja salinidad C₃: No puede usar en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aun con drenaje adecuado se puede necesitar practicas especiales de control de la salinidad, debiendo seleccionar aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales (**LAQ & S 2015**).

Agua baja en sodio S₁: Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio (**LAQ & S 2015**). Las condiciones del fertilizante soluble FERTIPLANT NPK 20202, el pH se encuentra ubicado entre los parámetros requeridos por el cultivo de cebada forrajera, mientras que la conductividad eléctrica se encuentra levemente elevada pero se encuentra en el rango de tolerancia del cultivo.

Análisis fisicoquímico.

Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fósforo total y potasio total, Fertilizante soluble FERTIPLANT NPK 202020.

En el Cuadro 12 podemos observar el análisis físico - químico realizado al fertilizante soluble FERTIPLANT NPK 202020, este fue realizado en un laboratorio privado el 11 de septiembre del 2015, se mandó una muestra de 1 L de fertilizante preparado.

Cuadro 12. Resultado del análisis físico-químico: Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fósforo total, potasio total; Fertilizante soluble FERTIPLANT NPK 202020. Arequipa 2015.

Parámetro	Valor	Metodología
Nitrógeno amoniacal N- NH ₃ mg/L	8.68	Método estándar 4500
Nitrógeno orgánico N _{org} mg/L	32.2	Método estándar 4500
Nitrógeno total N _{Total} mg/L	40.88	Calculado
Fósforo total P _{Total} mg/L	14.2	HACH Método
Potasio total K _{Total} mg/L	6 600	Fotometría de emisión de llama

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E.I.R.L.

2.7.3. Solución nutritiva a base de guano de cuy.

Se usó solución nutritiva a base de guano de cuy, esta solución fue combinada con agua potable convencional, la cual se dejó reposar por 24 horas; en el Cuadro 13 se puede observar el análisis físico – químico, este fue realizado en un laboratorio privado el 11 de septiembre del 2015, se mandó una muestra de 1L de solución preparada.



Fotografía 3. Solución nutritiva a base de guano de cuy.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 13. Resultado del análisis físico-químico de solución nutritiva a base de guano de cuy. Arequipa 2015.

Parámetro	Valor	Metodología	Interpretación
pH	7.32	Potenciómetro	Adecuado
C.E. mS/cm.	1.72	Conductímetro	Medio
STD mg/L	1050	Método estándar 2540 C	Alto
CO ₃ Ca ppm	182.88	Método 2340 C EDTA	Agua dureza media
Ca ⁺² (meq/L)	1.83	Titulación complexométrica con EDTA	Medio
Mg ⁺² (meq/L)	1.82	Titulación complexométrica con EDTA	Medio
Na ⁺ (meq/L)	2.61	Fotómetro de emisión de llama	Bajo
K ⁺ (meq/L)	15.60	Fotómetro de emisión de llama	Muy Alto
SO ₄ -2 (meq/L)	1.84	Método estándar 4500-SO ₄ E	Bajo
Cl ⁻ (meq/L)	5.62	Método estándar 4500-Cl B	Bajo
HCO ₃ (meq/L)	1.63	Método AOAC 920.194.2000	Bajo
CO ₃ (meq/L)	0.0	Método AOAC 920.194.2000	Muy bajo
RAS	1.93	Por cálculo	Medio

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E.I.R.L.

Clasificación de la solución nutritiva a base de guano de cuy.

La muestra se encuentra clasificada en C₃ S₁:

Agua de baja salinidad C₃: No puede usar en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aun con drenaje adecuado se puede necesitar practicas especiales de control de la salinidad, debiendo seleccionar aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales (**LAQ & S 2015**). Agua baja en sodio S₁: Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio (**LAQ & S 2015**).

Las condiciones de la solución nutritiva a base de guano de cuy se encuentran dentro de los parámetros requeridos por el cultivo de cebada forrajera.

Análisis fisicoquímico.

Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fósforo total y potasio total, Solución nutritiva a base de guano de cuy.

En el Cuadro 14 podemos observar el análisis físico - químico realizado a la solución nutritiva a base de guano de cuy, este fue realizado en un laboratorio privado el 11 de septiembre del 2015, se mandó una muestra de 1 L de solución preparada.

Cuadro 14. Resultado del análisis físico-químico: Nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, fósforo total, potasio total.

Parámetro	Valor	Metodología
Nitrógeno amoniacal N- NH₃ mg/L	36.12	Método estándar 4500
Nitrógeno orgánico N_{org} mg/L	28.28	Método estándar 4500
Nitrógeno total N_{Total} mg/L	64.40	Calculado
Fósforo total P_{Total} mg/L	2.84	HACH Método
Potasio total K_{Total} mg/L	10 600	Fotometría de emisión de llama

Fuente: Laboratorio de Análisis Químicos & Servicios E.I.R.L.

2.8. SISTEMA DE RIEGO

Para el área de germinación se usó el sistema de riego por micro aspersores, el cual fue instalado el 2 de septiembre del 2015, en esta área se tubo 3 turnos de riego diario, cada turno de 3 minutos; mientras que para el área de producción se realizó un riego manual usando una regadera; es esta área el riego se realizó 3 veces, por 5 minutos, en los dos últimos después del riego se realizaba la aplicación de las soluciones nutritivas, estas fueron aplicadas con fumigadoras manuales.

2.9. MATERIALES

Materiales de campo

- Módulo de producción para FVH (Invernadero) y estructura de fierro
- Bandejas de crecimiento
- Electrobomba
- Cilindro plástico y de lavado
- Poza de oreo
- Sistema de riego – micro aspersion
- Jeringa
- Jarra graduadas
- Fumigadoras manuales
- Regadera
- Plástico negro
- Solución hidropónica La Molina
- Solución FERTIPLAN NPK 20-20-20

Materiales de laboratorio

- Análisis físico químico de agua de riego y 3 soluciones nutritivas
- Análisis bromatológico (proteína, grasa, fibra, carbohidratos, MS)
- Hipoclorito de sodio 1%
- Balanza electrónica

Materiales biológicos

- Semilla de cebada cv. Nacional
- Solución a base de Guano de cuy

Otros materiales

- Materiales de gabinete (rotuladores, lapicero, libreta de campo)
- Regla graduada
- Cámara fotográfica
- Equipo de computación, impresora
- Termo higrómetro
- Paquete estadístico SAS.
- Calculadora

2.10. METODOLOGÍA

Componentes en estudio

- Semilla de cebada cv. nacional
- Tiempos de cosecha
- Diferentes soluciones nutritivas: Solución hidropónica la molina, FERTIPLANT, NPK 20-20-20, Solución a base de guano de cuy.

Factores y niveles

- Factor A: Tratamientos con soluciones nutritivas
 - a₁: Aplicación de solución nutritiva La Molina
 - a₂: Aplicación de FERTIPLAN NPK 20-20-20
 - a₃: Aplicación de solución nutritiva a base de guano de cuy
 - a₄: Sin aplicación de solución nutritiva
- Factor B: Momento de cosecha
 - b₁: Cosecha a los 12 dds
 - b₂: Cosecha a los 18 dds

Los tratamientos en investigación, producto de la combinación de los factores se pueden observar en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Tratamientos en estudio. Arequipa 2015.

Tratamientos	Clave	Descripción
T ₁	a ₁ x b ₁	Aplicación solución nutritiva la molina, cosecha a los 12 dds.
T ₂	a ₁ x b ₂	Aplicación solución nutritiva la molina, cosecha a los 18 dds.
T ₃	a ₂ x b ₁	Aplicación FERTIPLAN NPK 20-20-20, cosecha a los 12 dds.
T ₄	a ₂ x b ₂	Aplicación FERTIPLAN NPK 20-20-20, cosecha a los 18 dds.
T ₅	a ₃ x b ₁	Aplicación solución nutritiva a base de guano de cuy, cosecha a los 12 dds.
T ₆	a ₃ x b ₂	Aplicación solución nutritiva a base de guano de cuy, cosecha a los 18 dds.
Testigo T ₇	a ₄ x b ₁	Regado con agua y cosechado a los 12 dds.
Testigo T ₈	a ₄ x b ₂	Regado con agua y cosechado a los 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

2.10.1. Diseño experimental.

Se utilizara un diseño bloques completamente al azar con arreglo factorial 4 x 2. Se tuvo 8 tratamientos resultado de la combinación de los factores. Cada tratamiento tendrá 3 repeticiones (3 bloques). En el anexo 6 se presenta la distribución de los tratamientos.

Dimensiones

- Área de trabajo: 12 m²
- Área de unidad experimental: 55 cm x 39 cm = 2145 cm²

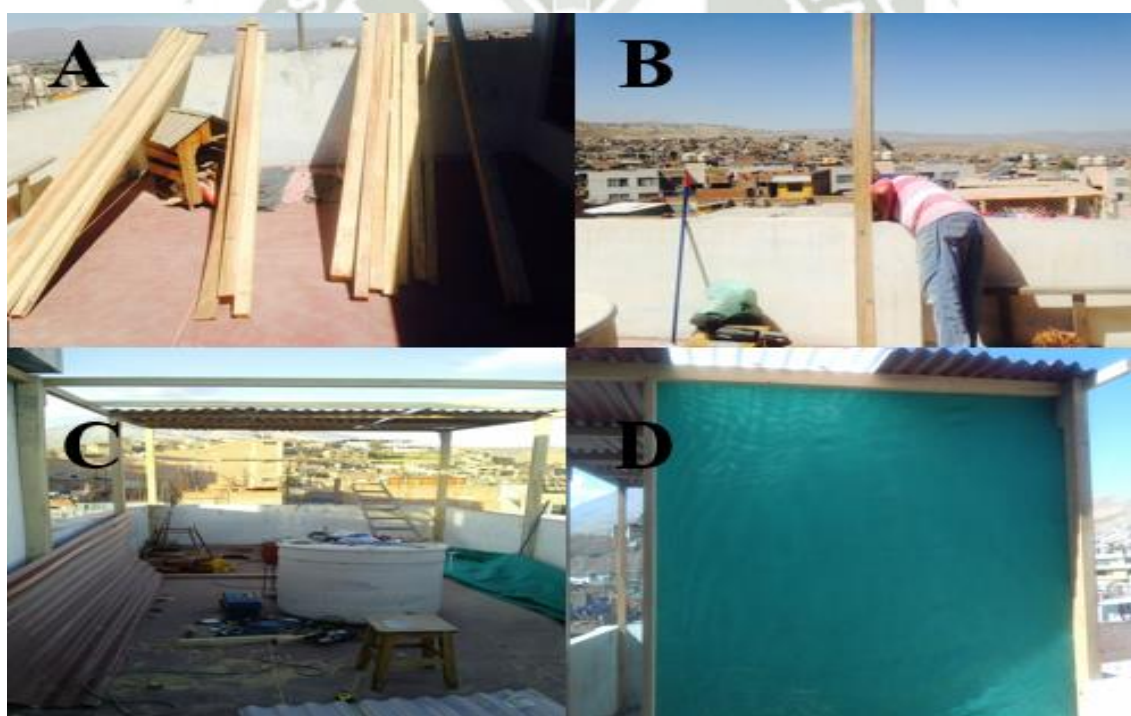
Procesamiento de datos.

Se empleó el paquete de datos estadísticos SAS® 9.1, se hizo el análisis de los datos: análisis de varianza (prueba de F para los CM) y prueba de comparación de medias (prueba de duncan) con 5% de significancia ($\alpha = 0.05$).

2.10.2. Acondicionamiento de invernadero tipo parral y módulo de germinación y producción

Acondicionamiento de invernadero tipo parral:

Se instaló una estructura a base de postes de madera, calaminas transparentes, metálicas y malla raschell verde de 80%. El invernadero tubo un área de 12 m²; teniendo de largo 4 m y de ancho 3 m; una altura de 3 m. La construcción del invernadero tipo parral se realizó los días 27 y 28 de agosto del 2015.



Fotografía 4. Acondicionamiento de invernadero tipo parral.

A: Postes de madera. B: Instalación de postes.

C: Instalación de calaminas.

D: Malla rascherll 80%

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de germinación y producción.

- Módulo de germinación.

Este módulo es una estructura de fierro, con un área de 0.88 m^2 ; teniendo de largo 1.1 m y de ancho 0.8 m; posee una altura de 1.5 m, todo el modulo se encuentra recubierto con plástico negro. Posee una capacidad para 32 bandejas y por piso se colocaron 4 bandejas; usando 6 pisos de la estructura, el establecimiento de este módulo se realizó el día 31 de agosto del 2015.

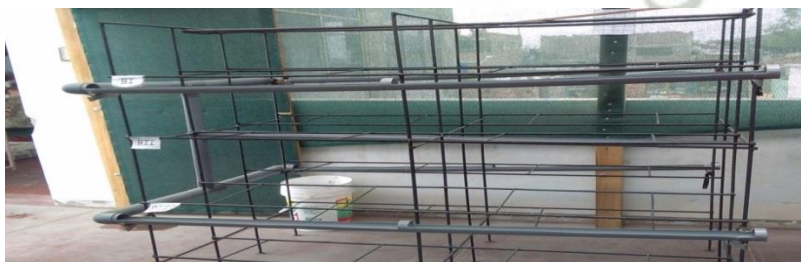


Fotografía 5. Módulo de germinación.

Fuente: Elaboración propia.

- Módulo de producción.

Este módulo es una estructura de fierro, posee un área de 1.44 m^2 ; 1.6 m de largo y 0.9 metros de ancho, con una altura de 1.5 m, posee una capacidad para 32 bandejas, por piso se coloca 8 bandejas, usando solo 3 pisos de la estructura.. El establecimiento de este módulo se realizó el día 31 de agosto 2015.



Fotografía 6. Modulo de produccion.

Fuente: Elaboración propia.

2.10.3. Preparación de soluciones nutritivas.

Solución nutritiva hidropónica La Molina.

Se empleó el método propuesto por UNALM (2013), para la preparación de esta solución se usó 5 ml de la solución A y 2 ml de la solución B; estas fueron mezcladas con 4 litros de agua, pudiendo así ser aplicado al forraje verde hidropónico. Esta solución fue preparada el 9 de septiembre del 2015.



Fotografía 7. Preparación solución nutritiva hidropónica la molina.

A: Materiales usados.

B: Solución A.

C: Solución B

D: 5 ml solución A, 2ml solución B.

E: Mezcla soluciones con agua.

Fuente: Elaboración propia.

Solución nutritiva a base de guano de cuy.

Se empleó el método propuesto por Candía Albornoz (2011) para la preparación de esta solución se usó guano de cuy semi compostado; este guano proviene de cuyes alimentados únicamente con alfalfa; se usó 1kg de guano de cuy el cual fue combinado con 5 litros de agua, esta solución se dejó reposando por 15 horas; esta actividad se realizó el 8 de septiembre del 2015; pasando este tiempo la solución es filtrada 2 veces

para poder desechar el material no deseado. Después de esto se diluyo 10 ml de la solución preparada en 1 litro de agua, pudiendo así ser aplicado al forraje verde hidropónico, esta solución se preparó el 9 de septiembre del 2015.



Fotografía 8. Preparación solución nutritiva a base de guano de cuy.

A: Materiales usados para preparar solución de guano de cuy

B: Guano semi compostado, guano combinado con agua, solución a base de guano.

C: Materiales usados para preparar solución nutritiva a base de guano de cuy.

D: Mezcla de agua con solución de guano de cuy.

Fuente: Elaboración propia.

Fertiplant NPK 20-20-20.

Se empleó el método propuesto por ITAAGRO (s.f.) para su preparación se disolvió 5 ml de FERTIPLANT NPK 20 -20 – 20 en 1 litro de agua, después de esto se pudo aplicar al forraje verde hidropónico, esta solución fue preparada 9 de septiembre del 2015.



Fotografía 9. Preparación FERTIPLANT NPK 20-20-20.

A: Materiales usados para preparar FERTIPLANT NPK 20-20-20.

B: Solución FERTIPLANT NPK 20-20-20, mezcla solución con agua.

Fuente: Elaboración propia.

2.10.4. Labores agronómicas.

Limpieza, desinfección y oreo de la semilla.

Se usó 24 kg de semilla, la cual fue previamente limpiada retirando material inerte. La semilla fue colocada en un cilindro de plástico al cual se le agregó agua, de este modo la semilla fue lavada 3 veces. Después de esto el cilindro de plástico fue llenado con 32 litros de agua, a la cual se le aplicó 350 ml de cloro y los 24 kg de semilla, esto se dejó reposar por 2 horas, al cumplirse este tiempo el agua con cloro fue retirada del cilindro, y la semilla fue enjuagada 3 veces. Esta actividad fue realizada el 2 de septiembre del 2015.

Finalizando el enjuagado, el cilindro de plástico con las semillas en su interior, fue llenado con 32 litros de agua y se dejó remojando por un periodo de 24 horas. Pasando este periodo la semilla fue colocada en 4 pozos de oreo, cada pozo fue cubierto con plástico negro, la semilla se dejó aquí por un periodo de 24 horas. Esta actividad se realizó el 3 de septiembre del 2015.



Fotografía 10. Limpieza, desinfección y oreo de semilla de cebada.

A: Semilla de cebada, limpieza de semilla, cloro usado para desinfección.

B: Aplicación de cloro a la semilla, enjuagado de semilla, semilla enjuagada.

C: Llenado de cilindro con 32 L de agua, semilla después de 24 horas, semillas colocadas en pozos de oreo.

D: Pozos de oreo cubiertos con plástico negro, pozos de oreo cerrados

Fuente: Elaboración propia.

Desinfección de bandejas.

Se desinfecto 24 bandejas, para esto se usó 1.5 litros de cloro, combinado con 60 litros de agua, las bandejas se dejaron remojando por 24 horas. Esta actividad se realizó el 3 de septiembre del 2015.



Fotografía 11. Desinfección de bandejas.

A: Agua con cloro para 24 bandejas.

B: Bandeja desinfectada.

Fuente: Elaboración propia.

Siembra.

La siembra se efectuó el 4 de septiembre del 2015; por bandeja se usó 1 kilo de semilla germinada, la semilla fue distribuida en toda la bandeja, teniendo como altura de siembra 1 cm de alto. Posteriormente las 24 bandejas fueron llevadas al área de germinación, en donde se ubicaron 4 bandejas por piso, usando 6 pisos de la estructura. A los 6 dds, las bandejas fueron trasladadas al área de producción, en esta área se colocó 8 bandejas por piso, usando 3 pisos de las estructuras. A partir de este día se comenzó a aplicar las soluciones nutritivas.



Fotografía 12. Siembra semilla de cebada forrajera.

A: Se destapo pozos de oreo, semilla después de desinfección.

B: Pesado de semilla (1kg), siembra de semilla en bandejas.

C: Traslado de bandejas a zona de germinación, zona de germinación cerrada.

Fuente: Elaboración propia.

RIEGO

Riego área de germinación.

El riego en esta área se realizó del día 4 al 8 de septiembre del 2015 usando de microaspersores, en esta área se regó 3 veces al día por un periodo de 3 minutos, este riego se efectuó desde la siembra hasta el día 5 dds.



Fotografía 13. Riego área de germinación.

Fuente: Elaboración propia.

Para esta área se usó un cilindro de 50 litros para almacenar el agua, además de una electrobomba.



Fotografía 14. Cilindro con electrobomba

Fuente: Elaboración propia.

Riego área de producción.

Este riego se empezó a realizar el 9 de septiembre del 2015; el día 6 dds, las bandejas fueron trasladadas del área de germinación al área de producción; en esta área se realizó un riego manual usando una regadera, se regó 3 veces al día, por un periodo de 5 minutos por piso, 30 minutos después de los dos últimos riegos se aplicó las soluciones nutritivas.



Fotografía 15. Riego área de producción.

Fuente: Elaboración propia.

Traslado de bandejas a área de producción.

Las bandejas fueron trasladadas al área de producción el día 6 dds, por piso se colocaron 8 bandejas (perteneciente a los 8 tratamientos). Ese día se comenzó a aplicar las soluciones nutritivas.



Fotografía 16. Traslado de bandejas a área de producción.

Fuente: Elaboración propia.

Aplicación de soluciones nutritivas.

Las soluciones nutritivas se empezaron a aplicar el día 9 de septiembre del 2015, estas fueron aplicadas 2 veces al día, después del segundo y tercer riego, por un periodo de 2 minutos por bandeja. Para su aplicación se utilizó 3 fumigadoras manuales. Dos días antes de la cosecha se suspendió la aplicación de las soluciones nutritivas.



Fotografía 17. Aplicación de soluciones nutritivas.

A: Soluciones nutritivas.

B: Aplicación de soluciones nutritivas.

Fuente: Elaboración propia

Cosecha.

La primera cosecha fue realizada a los 12 dds y la segunda se realizó a los 18 dds, de cada bandeja se extrajo 100 gr, obteniendo por tratamiento 300 gr de muestra, la cual fue enviada a laboratorio para realizar análisis bromatológico.



Fotografía 18. Cosecha, toma de muestra a los 12 dds.

Fuente: Elaboración propia.



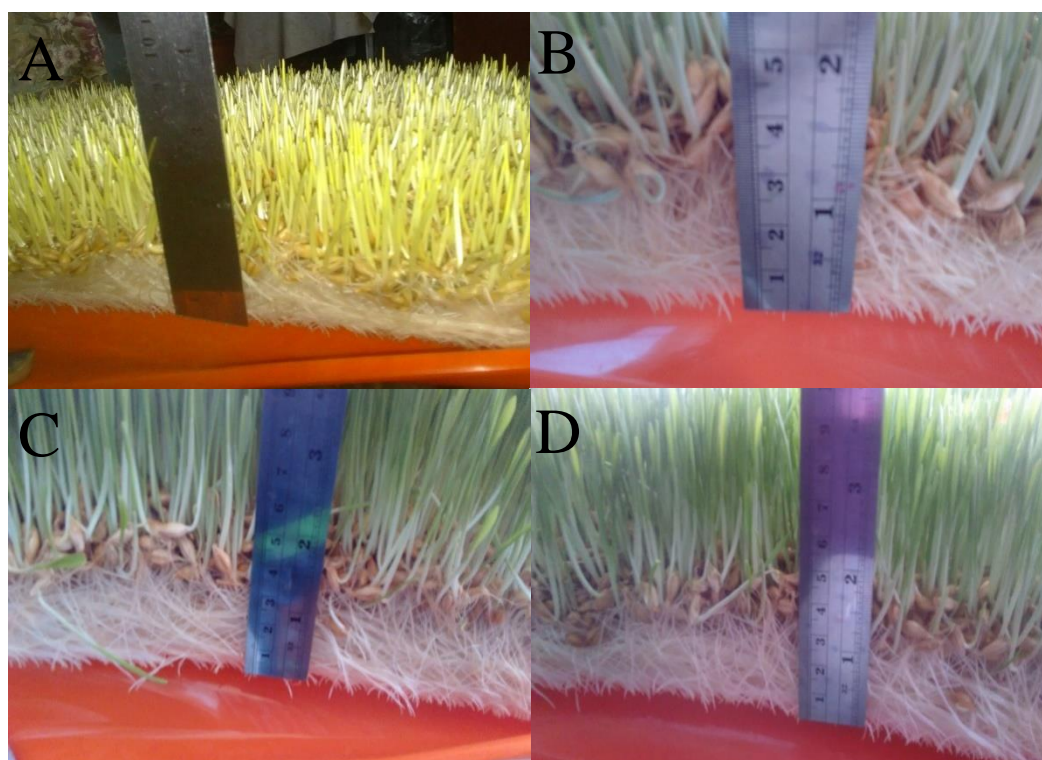
Fotografía 19. Cosecha, toma de muestra a los 18dds.

Fuente: Elaboración propia.

EVALUACIONES REALIZADAS.

2.10.5. Medición del colchón de raíz.

Para realizar esta medición se usó una regla graduada de 30 cm, la medición se realizó desde la base del colchón de raíz hasta el área en donde se observa la semilla, en cada bandeja se tomaron 4 puntos de referencia los cuales se ubicaron en las partes laterales de las bandejas; la primera medición se realizó el día 6 dds, la segunda medición el día 8 dds, la tercera el día 10 dds, la cuarta medición el día 12 dds (primera cosecha); la quinta medición el día 14 dds, la sexta medición el día 16 dds y la octava el día 18 dds (segunda cosecha).

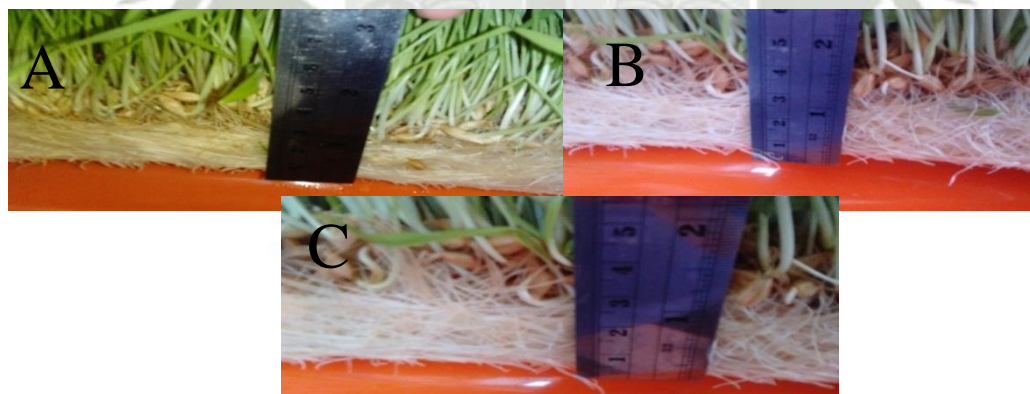


Fotografía 20. Medición colchón de raíces.

A: Medición 6 dds T_1R_1 . B: Medición 8 dds T_1R_1 .

C: Medición 10 dds T_5R_1 . D: Medición 12 dds T_3R_1 .

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 21. Medición colchón de raíces.

A: Medición 14 dds T_2R_3 .

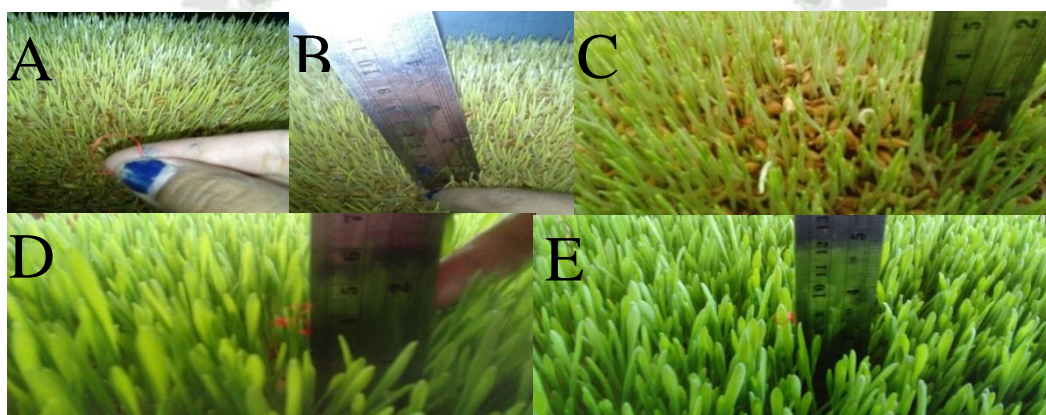
B: Medición 16 dds T_2R_3 .

C: Medición 18 dds T_2R_3 .

Fuente: Elaboración propia.

2.10.6. Longitud de la parte aérea.

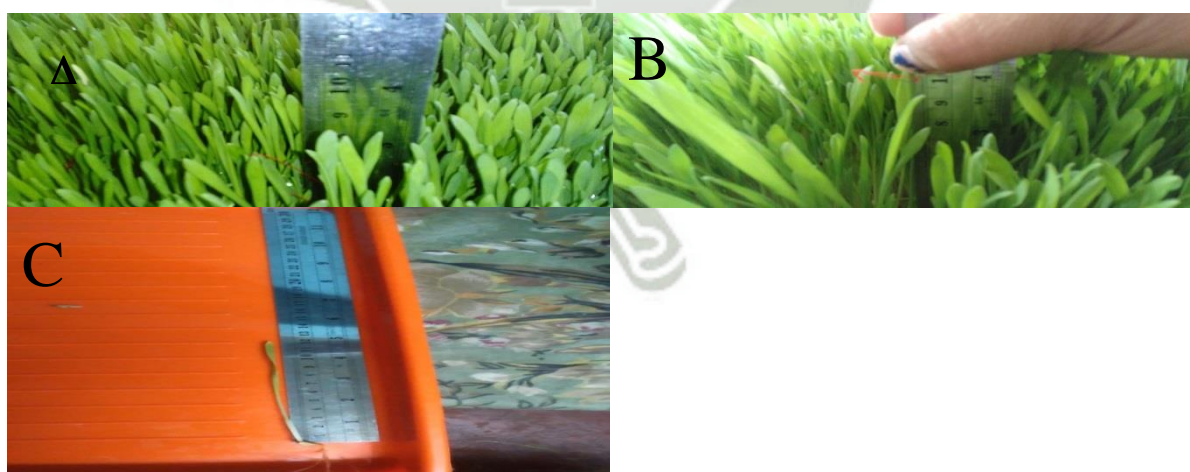
Esta medición se realizó usando una regla graduada de 30 cm, se tomó aleatoriamente 10 plantas de la zona central de la bandeja, las plantas seleccionadas fueron marcadas con un aro pequeño de color rojo. Las plantas fueron medidas desde la región basal del hipocotilo hasta la punta de la hoja apical. La primera medición se realizó el día 6 dds, la segunda medición el día 8 dds, la tercera el día 10 dds, la cuarta medición el día 12 dds (primera cosecha); , la quinta medición el día 14 dds, la sexta medición el día 16 dds y la octava el día 18 dds (segunda cosecha).



Fotografía 22. Medición longitud de parte aérea.

A: Plantas marcadas con aro de color rojo. B: Medición 6 dds T₁R₃. C: Medición 8 dds T₁R₃. D: Medición 10 dds T₁R₃. E: Medición 12 dds T₁R₃.

Fuente: Elaboración propia.



Fotografía 23. Medición longitud de parte aérea.

A: Medición 14 dds T₄R₃. B: Medición 16 dds T₄R₃. C: Medición 14 dds T₄R₂.

Fuente: Elaboración propia.

2.10.7. Conversión de semilla a biomasa.

Se realizó una relación de conversión, se tomó el peso de la semilla al momento de la siembra; para todos los tratamientos fue 1 kg; luego al momento de la cosecha se pesó cada tratamiento para saber la cantidad de biomasa que hay en cada bandeja (previamente se le descontó el peso de la bandeja vacía).



Fotografía 24. Conversión semilla a biomasa.

A: Pesado de la bandeja.

B: Momento de la cosecha a los 12 dds, pesado de forraje.

C: Momento de la cosecha a los 18 dds, pesado de forraje.

Fuente: Elaboración propia.

2.10.8. Análisis bromatológico y materia seca.

Para estas evaluaciones se mandó 8 muestras (pertenecientes a los 8 tratamientos) a un laboratorio privado para que se realice el análisis nutricional básico además de la materia seca. Las muestras fueron enviadas al momento de la cosecha (12 y 18 dds). Por cada bandeja se extrajo una muestra de 100 gr, teniendo por tratamiento 300 gr de muestra de forraje verde hidropónico, esto fue realizado al momento de la cosecha, luego de que el material fuera pesado se colocó en una bolsa plástica además de ser rotulado luego se llevó al laboratorio.

- **Análisis bromatológico**

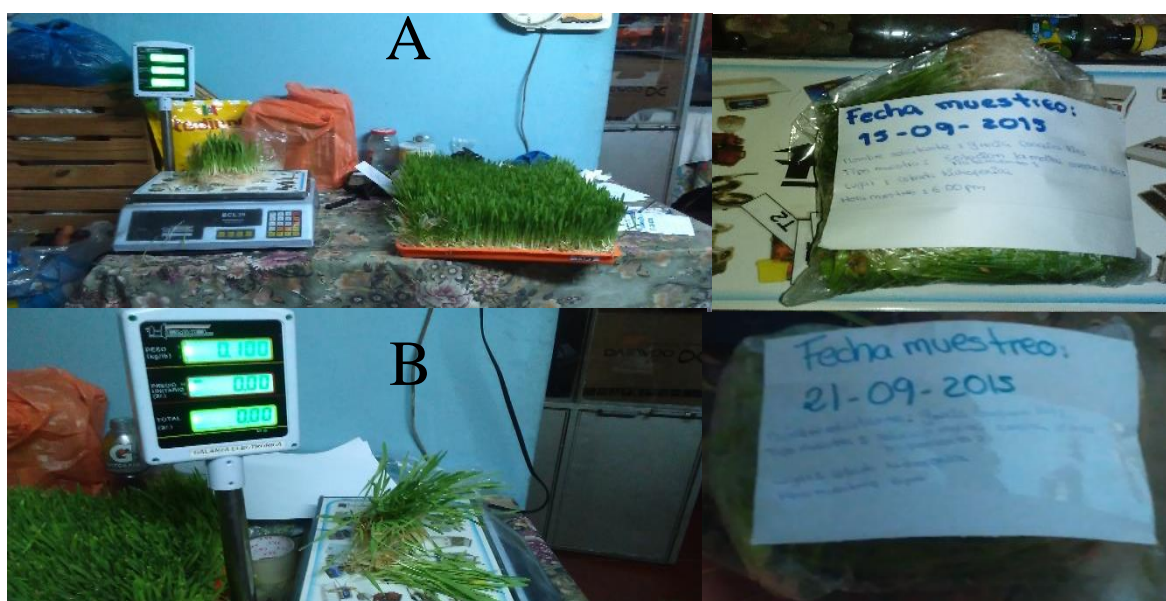
% Proteína: Método Kjeldahl

% Grasa: Método Soxhlet

% Fibra: Método ataque con ácido Neutralización con base

% Carbohidratos: Por diferencia

Materia seca



Fotografía 25. Toma de muestra para realizar análisis bromatológico.

A: Toma de muestra T₁.

B: Toma de muestra T₂.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. MEDICIÓN DEL COLCHÓN DE RAICES

3.1.1. Medición del colchón de raíces 6 DDS.

En el Cuadro 16 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la medición del colchón de raíces realizada a los 6 DDS.

Cuadro 16. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 6 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.004	0.002	0.400	3.740	0.05	0.681	NS
Tratamientos	7	0.025	0.004	0.710	2.760	0.05	0.669	NS
A	3	0.013	0.004	0.870	3.340	0.05	0.479	NS
B	1	0.006	0.006	1.140	4.600	0.05	0.304	NS
A*B	3	0.006	0.002	0.390	3.340	0.05	0.759	NS
E	14	0.070	0.005					
TOTAL	23	0.09	R²:		0.29	CV:		3.3 %

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

El anva mostrado en el cuadro 16 indica que no existe significancia en ningún factor. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.1.2. Medición colchón de raíces 8 DDS.

En el Cuadro 17 se puede observar el anva el cual corresponde a la medición del colchón de raíces realizada a los 8 DDS.

Cuadro 17. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 8 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.125	0.063	0.470	3.740	0.05	0.637	NS
Tratamientos	7	1.338	0.191	1.420	2.760	0.05	0.271	NS
A	3	0.438	0.146	1.090	3.340	0.05	0.386	NS
B	1	0.005	0.005	0.040	4.600	0.05	0.848	NS
A*B	3	0.894	0.298	2.220	3.340	0.05	0.131	NS
E	14	1.879	0.134					
TOTAL	23	3.341	R²:		0.43	CV:		14 %

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 17 podemos observar que no se encuentra significancia en ninguna fuente de variación. El coeficiente de determinación (R^2) nos indica que parte de la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.1.3. Medición colchón de raíces 10 DDS.

En el Cuadro 18 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la medición del colchón de raíces realizada a los 10 DDS

Cuadro 18. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 10 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.137	0.068	1.370	3.740	0.05	0.286	NS
Tratamientos	7	0.289	0.041	0.820	2.760	0.05	0.585	NS
A	3	0.032	0.011	0.060	3.340	0.05	0.979	NS
B	1	0.094	0.031	0.630	4.600	0.05	0.611	NS
A*B	3	0.170	0.056	1.130	3.340	0.05	0.369	NS
E	14	0.702	0.050					
TOTAL	23	1.27	R²:		0.3	CV:		7 %

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 18 podemos observar que no se encuentra significancia en ninguna fuente de variación. El coeficiente de determinación (R^2) nos indica que parte de la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.1.4. Medición colchón de raíces 12 DDS.

En el Cuadro 19 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la medición del colchón de raíces realizada a los 12 DDS

Cuadro 19. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 12 dds.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.068	0.034	0.580	3.740	0.05	0.574	NS
Tratamientos	7	0.419	0.059	1.020	2.760	0.05	0.457	NS
A	3	0.079	0.026	0.450	3.340	0.05	0.718	NS
B	1	0.139	0.139	2.380	4.600	0.05	0.144	NS
A*B	3	0.199	0.066	1.140	3.340	0.05	0.367	NS
E	14	0.819	0.058					
TOTAL	23	1.306	R²:		0.4	CV:		6.5 %

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 19 podemos observar que no se encuentra significancia en ninguna fuente de variación. El coeficiente de determinación (R^2) nos indica que parte de la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos

3.1.5. Medición colchón de raíces 14 DDS.

En el Cuadro 20 se puede observar el anva, el cual corresponde a la medición del colchón de raíces realizada a los 14 DDS.

Cuadro 20. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 14 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.0005	0.0002	0.010	3.740	0.05	0.984	NS
Tratamientos	7	0.005	0.002	0.080	2.760	0.05	0.971	NS
A	3	0.005	0.002	0.080	3.340	0.05	0.971	NS
E	14	0.132	0.022					
TOTAL	23	1.369	R²:	0.039	CV:	4 %		

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 20 podemos observar que no se encuentra significancia en ninguna fuente de variación. El coeficiente de determinación (R^2) nos indica que parte de la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.1.6. Medición colchón de raíces 16 DDS.

En el Cuadro 21 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la medición del colchón de raíces realizada a los 16 DDS.

Cuadro 21. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 16 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.002	0.0009	0.180	3.740	0.05	0.833	NS
Tratamientos	7	0.0004	0.0001	0.030	2.760	0.05	0.993	NS
A	3	0.0004	0.0001	0.030	3.340	0.05	0.993	NS
E	14	0.030	0.005					
Total	23	0.069	R²:	0.06	CV:	2 %		

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 21 podemos observar que no se encuentra significancia en ninguna fuente de variación. El coeficiente de determinación (R^2) nos indica que parte de la varianza se

debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.1.7. Medición colchón de raíces 18 DDS.

En el Cuadro 22 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la medición del colchón de raíces realizada a los 18 DDS.

Cuadro 22. Análisis de varianza, medición del colchón de raíces, 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.0002	0.00008	0.030	3.740	0.05	0.968	NS
Tratamientos	7	0.002	0.0006	0.260	2.760	0.05	0.854	NS
A	3	0.002	0.0006	0.260	3.340	0.05	0.854	NS
E	14	0.013	0.002					
TOTAL	23	0.016	R²:		0.12		CV:	1 %

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 22 podemos observar que no se encuentra significancia en ninguna fuente de variación. El coeficiente de determinación (R^2) nos indica que parte de la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.1.8. Comparación de la medición del colchón de raíces 12 - 18 DDS.

En el Cuadro 23 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la comparación de las mediciones del colchón de raíces realizadas a los 12 - 18 DDS.

Cuadro 23. Análisis de varianza, comparación medición del colchón de raíces, 12 dds - 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.028	0.014	0.630	3.740	0.05	0.544	NS
Tratamientos	7	0.702	0.100	4.610	2.760	0.05	0.007	*
A	3	0.103	0.034	1.580	3.340	0.05	0.239	NS
B	1	0.493	0.493	22.70	4.600	0.05	0.0003	*
A*B	3	0.105	0.035	1.63	3.340	0.05	0.228	NS
E	14	0.304	0.217					
TOTAL	23	1.03	R²:	0.7	CV:	4		

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 23 podemos observar que se encuentra significancia tratamiento y factor B. El coeficiente de determinación (R^2) nos indica que parte de la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor B se procederá a realizar los efectos principales de este factor.

En el Cuadro 24 se presenta la prueba del efecto principal Factor B, para comparación medición de colchón de raíces 12 – 18 dds.

Cuadro 24. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, comparación medición del colchón de raíces, 12 - 18 dds.

Factor B	\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
b ₂	4.06	a
b ₁	3.77	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa diferencia significativa entre los niveles del factor B: b2 es estadísticamente superior a b1, en el Gráfico 3 se muestra los resultados de cada nivel del factor B para comparación medición del colchón de raíces, 12 - 18 dds.

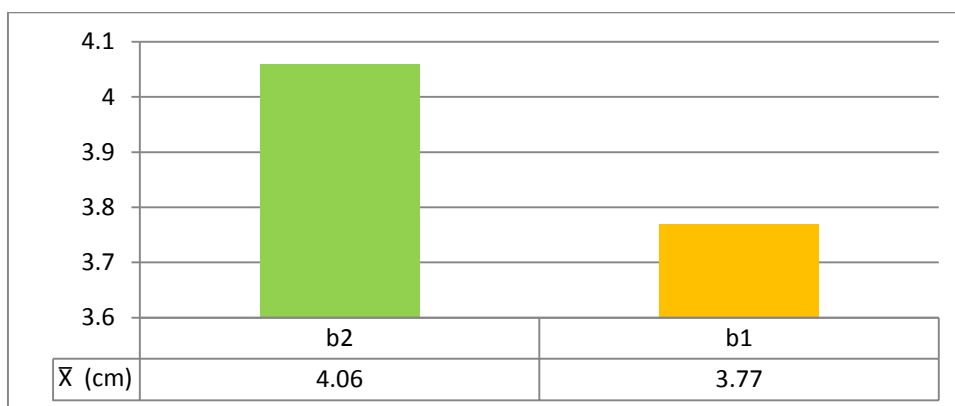


Gráfico 3. Nivel del factor B, comparación medición de colchón de raíces, 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 25 se presenta la prueba de los tratamientos para comparación medición del colchón de raíces 12 -18 dds.

Cuadro 25. Prueba de Duncan de los tratamientos, comparación medición de colchón de raíces 12 - 18 dds.

Tratamientos		\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
T ₂	a ₁ b ₂	4.08	a
T ₈	a ₄ b ₂	4.07	a
T ₆	a ₃ b ₂	4.05	a
T ₄	a ₂ b ₂	4.05	a
T ₅	a ₃ b ₁	3.90	a b
T ₁	a ₁ b ₁	3.89	a b
T ₃	a ₂ b ₁	3.74	b c
T ₇	a ₄ b ₁	3.57	c

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 25 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando a los tratamientos T5, T6, T1, T2, T3, T4 estadísticamente iguales; mientras que T₈, T₇ son estadísticamente iguales entre ellos pero inferior a los demás. En el Gráfico 4 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para la comparación de la medición colchón de raíz, 12-18dds.

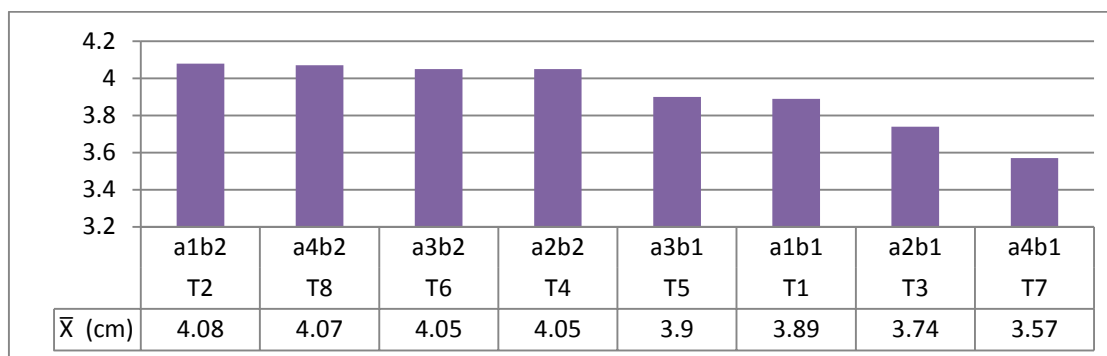


Gráfico 4. Tratamientos, comparación medición de colchón de raíz, 12 - 18dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.9. Cuadro resumen de los resultados: Medición colchón de raíces

En el Cuadro 26 se puede observar el resumen del ANVA, el cual corresponde a las mediciones del colchón de raíces tomadas en la investigación.

Cuadro 26. Cuadro resumen Análisis de varianza, medición del colchón de raíces.

FV	6 dds	8 dds	10 dds	12 dds	14 dds	16 dds	18 dds	12 – 18 dds
Bloques	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Tratamientos	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*
A	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
B	NS	NS	NS	NS	-	-	-	*
A*B	NS	NS	NS	NS	-	-	-	NS
R²	0.29	0.43	0.3	0.4	0.039	0.06	0.12	0.7
CV %	3.3	14	7	6.5	4	2	1	4

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 26 podemos observar que no se encuentra significancia en ninguna fuente de variación, en las evaluaciones tomadas los días 6, 8,10,12,14,16 y 18 dds.

En la comparación de 12 – 18 dds; podemos observar que se encuentra significancia en bloques, tratamiento y factor B.

Los coeficientes de determinación (R^2) nos indican que parte de la varianza se debe al modelo. Los coeficientes de variación (CV) se encuentran en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.2. LONGITUD DE PARTE AÉREA

3.2.1 Longitud parte aérea 6 DDS.

En el Cuadro 27 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la longitud de parte aérea realizada a los 6 dds.

Cuadro 27. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 6 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	3.108	1.554	9.370	3.740	0.05	0.002	*
Tratamientos	7	1.169	0.167	1.010	2.760	0.05	0.466	NS
A	3	0.286	0.095	0.580	3.340	0.05	0.640	NS
B	1	0.358	0.358	2.160	4.600	0.05	0.164	NS
A*B	3	0.524	0.174	1.050	3.340	0.05	0.399	NS
E	14	2.322	0.165					
TOTAL	23	6.599	R²:		0.6	CV:		14.4 %

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 27 podemos observar que solo se encuentra significancia en la fuente de variación bloques. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo que nos indica la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.2.2 Longitud parte aérea 8 DDS.

En el Cuadro 28 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la longitud de parte aérea realizada a los 8 dds.

Cuadro 28. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 8 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	12.613	6.306	17.460	3.740	0.05	0.0002	*
Tratamientos	7	1.115	0.159	0.440	2.760	0.05	0.860	NS
A	3	0.659	0.220	0.610	3.340	0.05	0.621	NS
B	1	0.103	0.103	0.280	4.600	0.05	0.602	NS
A*B	3	0.353	0.118	0.330	3.340	0.05	0.807	NS
E	14	5.058	0.361					
TOTAL	23	18.786	R²:		0.7		CV:	14.7 %

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 28 podemos observar que se encuentra significancia en la fuente de variación bloques. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo que nos indica la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.2.3 Longitud parte aérea 10 DDS.

En el Cuadro 29 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la longitud de parte aérea realizada a los 10 dds.

Cuadro 29. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 10 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.289	0.145	6.050	3.740	0.05	0.0128	*
Tratamientos	7	8.258	1.179	49.370	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	7.999	2.666	111.590	3.340	0.05	<.0001	*
B	1	0.085	0.0852	3.570	4.600	0.05	0.0799	NS
A*B	3	0.174	0.058	2.430	3.340	0.05	0.1086	NS
E	14	0.335	0.0234					
Total	23	8.882	R²:		0.9	CV:		2.60 %

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 29 podemos observar que se encuentra significancia en las fuente de variación; bloques, tratamientos y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo que nos indica la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón que se ha encontrado significancia en el facto A, se procederá a realizar el efecto principal de este factor.

En el Cuadro 30 se presenta la prueba principal del Factor A, para longitud parte aérea 10 dds.

Cuadro 30. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 10 dds.

Factor A	\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
a ₃	6.34	a
a ₁	6.30	a
a ₂	6.18	a
a ₄	4.94	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A: a₃, a₁, a₂ son estadísticamente iguales entre ellos y superiores al factor a₄. En el Gráfico 5 se muestra los resultados de cada nivel del factor A para longitud de parte aérea 10dds.

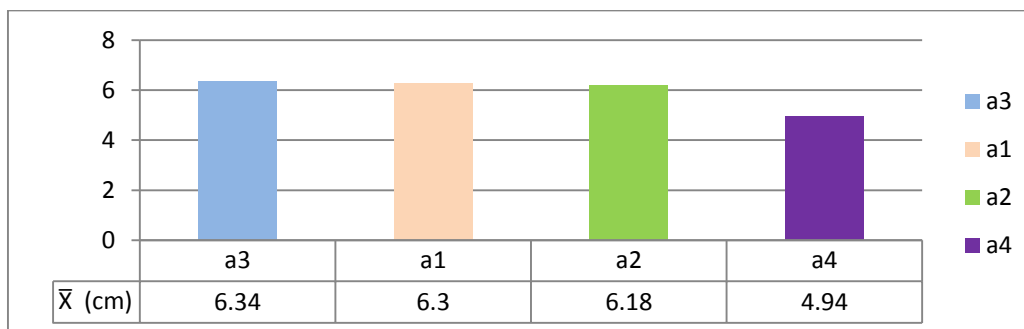


Gráfico 5. Nivel del factor A, longitud de parte aérea 10 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 31 se presenta la prueba de los tratamientos para longitud de parte aérea 10 dds.

Cuadro 31. Prueba de Duncan de los tratamientos, longitud de parte aérea, 10 dds.

Tratamientos		\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
T ₅	a ₃ b ₁	6.43	a
T ₆	a ₃ b ₂	6.30	a
T ₁	a ₁ b ₁	6.30	a
T ₂	a ₁ b ₂	6.24	a
T ₃	a ₂ b ₁	6.21	a
T ₄	a ₂ b ₂	6.13	a
T ₈	a ₄ b ₂	5.12	b
T ₇	a ₄ b ₁	4.76	c

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 31 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando a los tratamientos T5, T6, T1, T2, T3, T4 estadísticamente iguales; mientras que los tratamientos T8, T7 son estadísticamente iguales entre ellos pero inferior a los demás. En el Gráfico 6 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para longitud de parte aérea, 10dds.

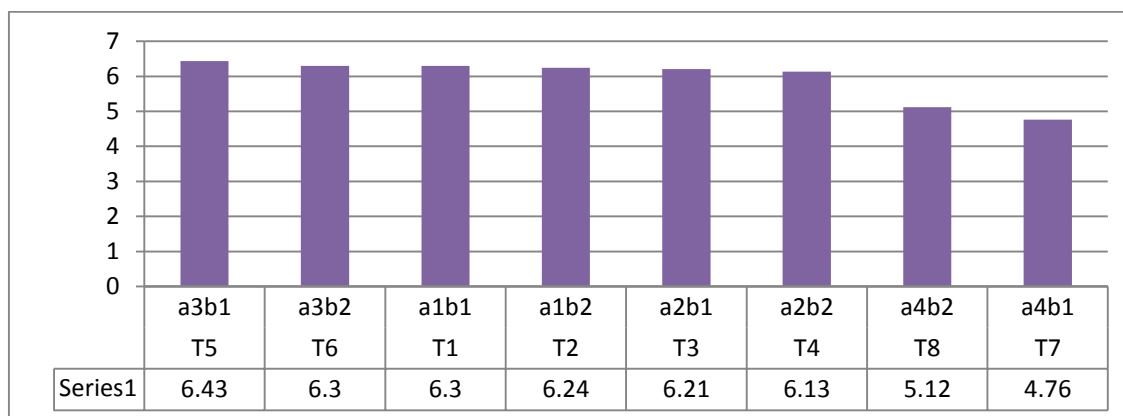


Gráfico 6. Tratamientos, longitud de parte aérea, 10dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Longitud parte aérea 12 DDS.

En el Cuadro 32 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la longitud de parte aérea realizada a los 12 dds.

Cuadro 32. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 12 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.407	0.204	13.590	3.740	0.05	0.0005	*
Tratamientos	7	9.014	1.287	85.900	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	8.894	2.965	197.760	3.340	0.05	<.0001	*
B	1	0.018	0.018	1.210	4.600	0.05	0.289	NS
A*B	3	0.102	0.034	2.270	3.340	0.05	0.125	NS
E	14	0.209	0.015					
TOTAL	23	9.632	R²:		0.9	CV:		1.25

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

El ANVA mostrado en el cuadro 32 nos muestra que existe significancia la fuente de variación bloques, efecto principal del factor A y tratamiento. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico, el coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se encontró significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de este factor.

En el Cuadro 33 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, para longitud parte aérea 12 dds.

Cuadro 33. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea, 12 dds.

Factor A	\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
a ₃	10.20	a
a ₁	10.07	a
a ₂	10.05	a
a ₄	8.71	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 33 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A: a₃, a₁ y a₂ son estadísticamente iguales, mientras que a₄ es inferior a los anteriores.

En el Gráfico 7 se muestra los resultados de cada nivel del factor A para longitud de parte aérea 12dds.

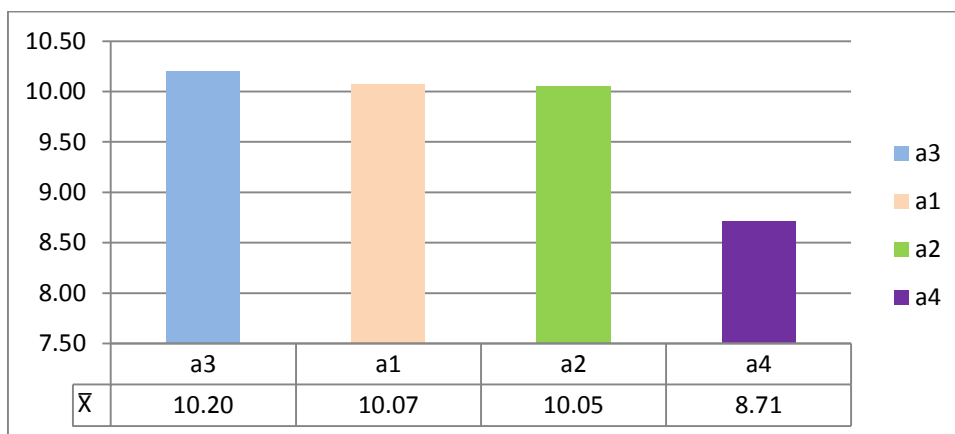


Gráfico 7. Nivel del factor A, longitud de parte aérea 12 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 34 se presenta la prueba de los tratamientos para longitud de parte aérea 12 dds.

Cuadro 34. Prueba de Duncan de los tratamientos, longitud de parte aérea, 12 dds.

Tratamientos		\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
T ₅	a ₃ b ₁	10.22	a
T ₆	a ₃ b ₂	10.18	a
T ₁	a ₁ b ₁	10.08	a
T ₂	a ₁ b ₂	10.07	a
T ₃	a ₂ b ₁	10.06	a
T ₄	a ₂ b ₂	10.05	a
T ₈	a ₄ b ₂	8.85	b
T ₇	a ₄ b ₁	8.57	c

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 34 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando a los tratamientos T₅, T₆, T₁, T₂, T₃ estadísticamente iguales; mientras que los tratamientos T₈ y T₇ son inferiores a los demás y estadísticamente diferentes entre ellos.

En el Gráfico 8 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para longitud de parte aérea, 12 dds.

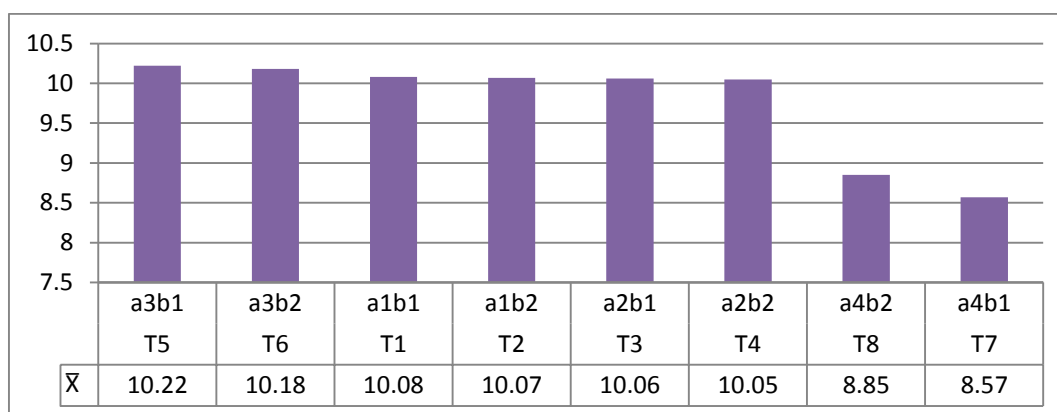


Gráfico 8. Tratamientos, longitud de parte aérea, 12dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5. Longitud parte aérea 14 DDS.

En el Cuadro 35 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la longitud de parte aérea realizada a los 14 dds.

Cuadro 35. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 14 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.327	0.164	11.210	5.140	0.05	0.0094	*
Tratamientos	3	6.756	2.252	154.340	4.760	0.05	<.0001	*
A	3	6.756	2.252	154.340	4.760	0.05	<.0001	*
E	6	0.087	0.014					
Total	11	7.170	R²:		0.9	CV:		1 %

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 35 podemos observar que se encuentra significancia en Lafuente de variación, bloques, tratamientos y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1 lo que nos indica que la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A se procederá a realizar los efectos principales de este factor. En el Cuadro 36 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 14 dds.

Cuadro 36. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 14 dds..

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₃	11.49	a
a ₂	11.39	a
a ₁	11.38	a
a ₄	9.69	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 36 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A: a₃, a₂, a₁ son estadísticamente iguales y superior que a₄. En el Gráfico 9 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, longitud de parte aérea 14dds.

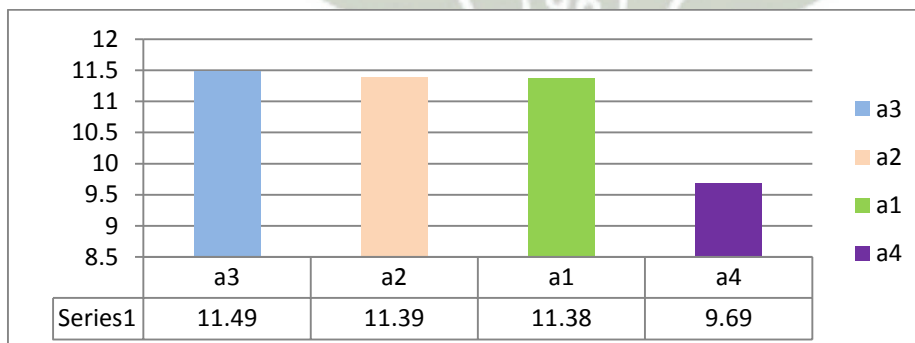


Gráfico 9. Nivel del factor A, longitud de parte aérea 14dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 37 se presenta la prueba de los tratamientos para longitud de parte aérea 14 dds.

Cuadro 37. Prueba de Duncan de los tratamientos, longitud de parte aérea, 14 dds.

Tratamientos		\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
T ₆	a ₃ b ₂	11.49	a
T ₄	a ₂ b ₂	11.39	a
T ₂	a ₁ b ₂	11.38	a
T ₈	a ₄ b ₂	9.69	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 37 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando a los tratamientos T₆, T₄, T₂ estadísticamente iguales. Mientras que el tratamiento T₈ es inferior a los demás. En el Gráfico 10 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para longitud de parte aérea, 14 dds.

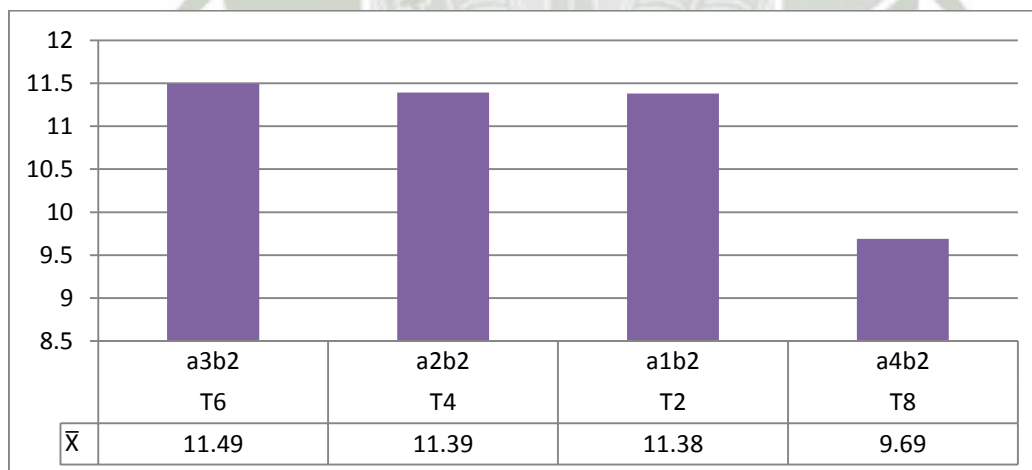


Gráfico 10. Tratamientos, longitud de parte aérea, 14 dds .

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6. Longitud parte aérea 16 DDS.

En el Cuadro 38 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la longitud de parte aérea realizada a los 16 dds.

Cuadro 38. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 16 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.105	0.052	18.460	5.140	0.05	0.0027	*
Tratamientos	3	5.849	1.949	688.120	41.430	0.05	<.0001	*
A	3	5.849	1.949	688.120	4.760	0.05	<.0001	*
E	6	0.017	0.003					
TOTAL	11	5.970	R²:		0.9	CV:		0.3%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 38 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamientos, factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1 lo que nos indica que la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de este factor. En el Cuadro 39 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 16 dds.

Cuadro 39. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 16 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₃	14.69	a
a ₂	14.61	a
a ₁	14.59	a
a ₄	13.02	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 39 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A: a_3 , a_2 , a_1 son estadísticamente iguales y superior mientras que a_4 es diferente estadísticamente he inferiores a los demás.

En el Gráfico 11 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, longitud de parte aérea 16 dds.

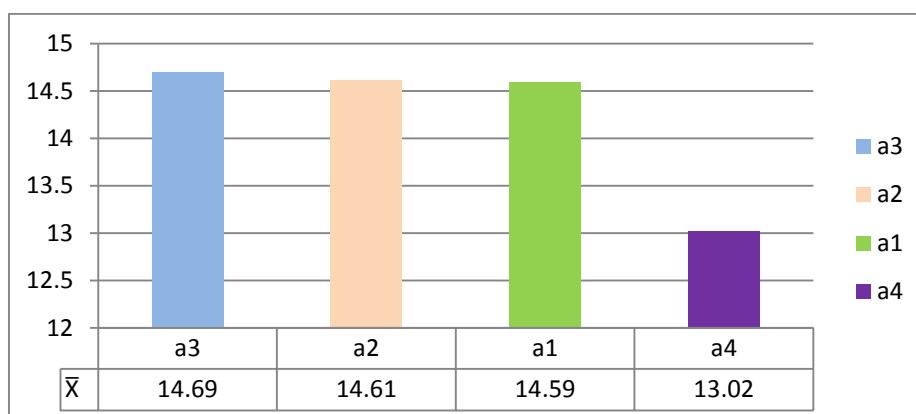


Gráfico 11. Nivel del factor A, longitud de parte aérea 16 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 40 se presenta la prueba de los tratamientos para longitud de parte aérea 16 dds.

Cuadro 40. Prueba de Duncan de los tratamientos, longitud de parte aérea, 16 dds.

Tratamientos		\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
T ₆	a ₃ b ₂	14.69	a
T ₄	a ₂ b ₂	14.61	a
T ₂	a ₁ b ₂	14.45	a
T ₈	a ₄ b ₂	13.02	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 40 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando a los tratamientos T_6 , T_4 , T_2 estadísticamente iguales y superiores, mientras que el tratamiento T_8 , es estadísticamente diferentes he inferior a los demás.

En el Gráfico 12 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para longitud de parte aérea, 16 dds.



Gráfico 12. Tratamientos, longitud de parte aérea, 16 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.7. Longitud parte aérea 18 DDS.

En el Cuadro 41 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la longitud de parte aérea realizada a los 18 dds.

Cuadro 41. Análisis de varianza, longitud de parte aérea, 18 dds.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.189	0.094	4.590	5.140	0.05	0.0618	NS
Tratamientos	3	7.645	2.548	123.860	4.760	0.05	<.0001	*
A	3	7.645	2.548	123.860	4.760	0.05	<.0001	*
E	6	0.123	0.020					
TOTAL	11	7.957	R²:		0.9	CV:		0.9%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 41 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación tratamiento y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1 lo que nos indica que la varianza se debe al modelo. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón que se ha encontrado significancia en el factor A se procederá a realizar el efecto principal de este factor. En el Cuadro 42 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 16 dds.

Cuadro 42. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, longitud de parte aérea 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₃	15.34	a
a ₁	15.22	a
a ₂	15.15	a
a ₄	13.40	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 42 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A: a₃, a₂, a₁ son estadísticamente iguales y superior que a₄. En el Gráfico 13 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, longitud de parte aérea 18 dds.

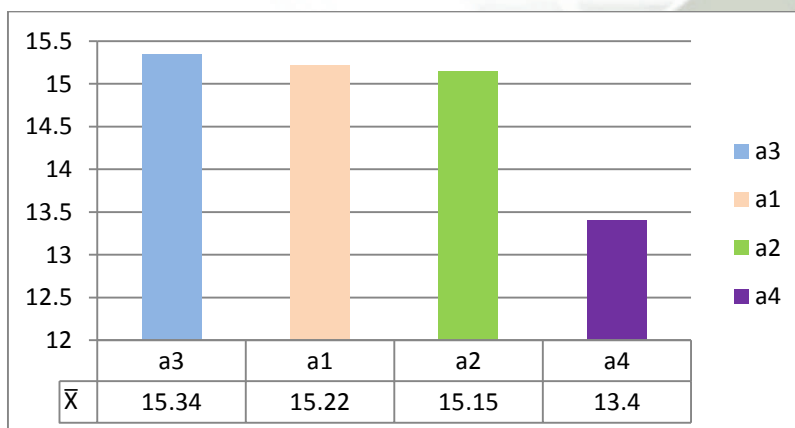


Gráfico 13. Nivel del factor A, longitud de parte aérea 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 43 se presenta la prueba de los tratamientos para longitud de parte aérea 18 dds.

Cuadro 43. Prueba de Duncan de los tratamientos, longitud de parte aérea, 18 dds.

Tratamientos		\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
T ₆	a ₃ b ₂	15.34	a
T ₂	a ₁ b ₂	15.22	a
T ₄	a ₂ b ₂	15.15	a
T ₈	a ₄ b ₂	13.40	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia significativa estadísticamente.

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 43 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando a los tratamientos T₆, T₂, T₄ como los mejores, siendo estadísticamente iguales. Mientras que el tratamiento T₈, es diferente estadísticamente inferior a los demás. En el Gráfico 14 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para longitud de parte aérea, 18 dds.

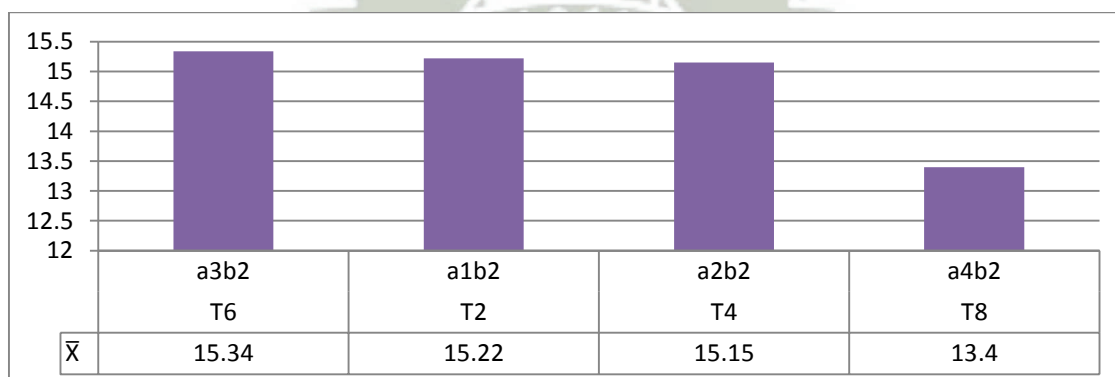


Gráfico 14. Tratamientos, longitud de parte aérea, 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.8. Comparación de la longitud parte aérea 12 - 18 DDS.

En el Cuadro 44 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a comparación longitud de parte aérea realizada a los 12 - 18 dds.

Cuadro 44. Análisis de varianza, comparación longitud parte aérea, 12 dds - 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.423	0.211	10.630	3.740	0.05	0.0016	*
Tratamientos	7	165.808	23.686	1188.910	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	13.002	4.334	217.540	3.340	0.05	<.0001	*
B	1	152.712	152.712	7665.040	4.600	0.05	<.0001	*
A*B	3	0.094	0.031	1.580	3.340	0.05	0.239	NS
E	14	0.278	0.019					
TOTAL	23	166.511	R²:		0.9	CV:		1.1

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia

El ANVA mostrado en el cuadro 44 nos muestra que existe significancia en las fuentes de variación bloques, tratamientos, factor A y B. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en los factores A y B, se procederá a realizar los efectos principales de cada factor.

En el Cuadro 45 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, para comparación de longitud de parte aérea realizada a los 12 - 18 dds.

Cuadro 45. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, comparación longitud de parte aérea, comparación 12 dds - 18 dds.

Factor A	\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
a ₃	12.78	a
a ₁	12.65	a
a ₂	12.60	a
a ₄	10.98	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia significativa estadísticamente.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 45 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A: a₃, a₁, a₂ son estadísticamente iguales y superiores, a₄ es estadísticamente diferente he inferior a los demás, en el Gráfico 15 se muestra los resultados de cada nivel del factor A para la comparación de longitud de parte aérea realizada a los 12 - 18 dds.

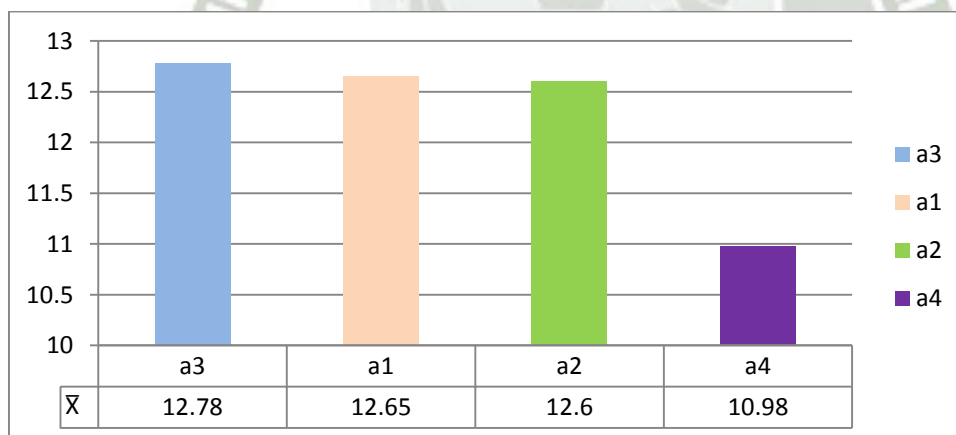


Gráfico 15. Nivel del factor A, comparación longitud de parte aérea 12- 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 46 se presenta la prueba del efecto principal del Factor B, para comparación longitud parte aérea 12 – 18 dds.

Cuadro 46. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, comparación longitud de parte aérea, 12 - 18 dds.

Factor B	\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
b ₂	14.77	a
b ₁	9.73	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 46 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor B: b₂ es estadísticamente diferente y superior a b₁, en el Gráfico 16 se muestra los resultados de cada nivel del factor B para comparación longitud de parte aérea, 12 - 18 dds.

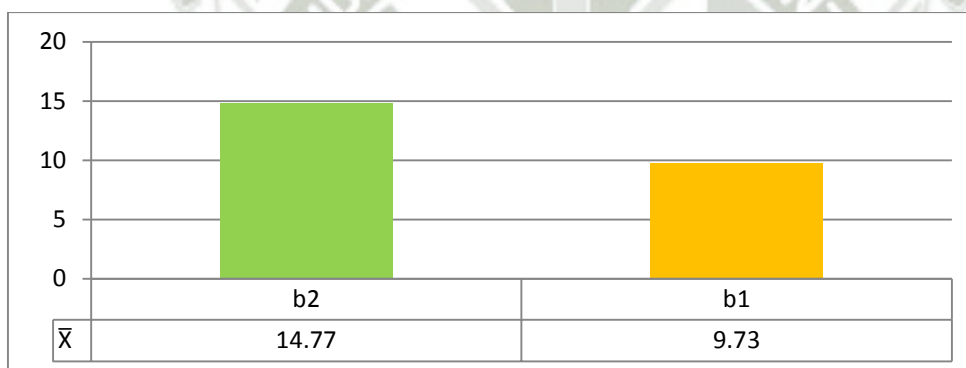


Gráfico 16. Nivel del factor B, comparación longitud de parte aérea, 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 47 se presenta la prueba de los tratamientos para comparación longitud de parte aérea 12 – 18 dds.

Cuadro 47. Prueba de Duncan de los tratamientos, comparación longitud de parte aérea, 12 y 18 dds.

Tratamientos		\bar{X} (cm)	SIG ⁽¹⁾
T ₆	a ₃ b ₂	15.34	a
T ₂	a ₁ b ₂	15.22	a
T ₄	a ₂ b ₂	15.15	a
T ₈	a ₄ b ₂	13.40	b
T ₅	a ₃ b ₁	10.22	c
T ₁	a ₁ b ₁	10.08	c
T ₃	a ₂ b ₁	10.06	c
T ₇	a ₄ b ₁	8.57	d

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia significativa estadísticamente.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 47 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando al tratamiento T₆, T₂, T₄, estadísticamente iguales y superiores que los demás. Mientras que T₇ es estadísticamente diferente he inferior a los demás. En el Gráfico 17 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para longitud de parte aérea, 12 - 18 dds.

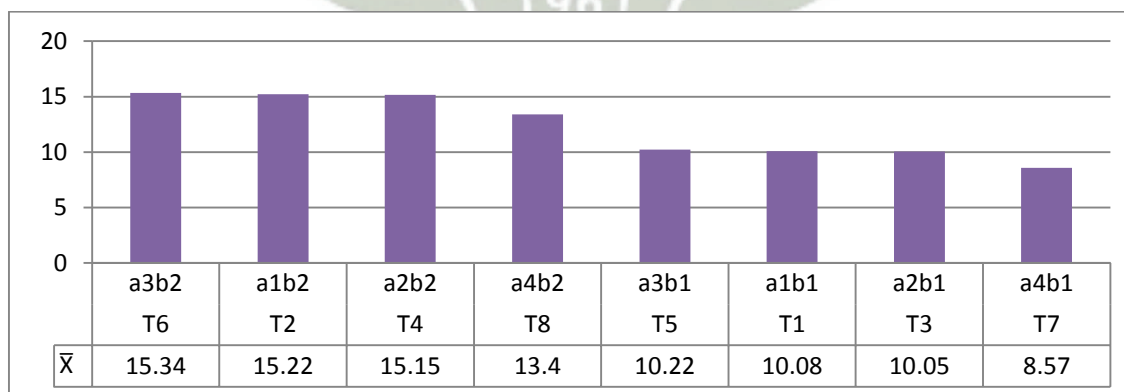


Gráfico 17. Tratamientos, comparación longitud de parte aérea, 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.9. Cuadro resumen de los resultados: Longitud de parte aérea

En el Cuadro 48 se puede observar el resumen del ANVA, el cual corresponde a las mediciones de longitud de parte aérea tomadas en la investigación.

Cuadro 48. Cuadro resumen Análisis de varianza, medición de longitud parte aérea.

FV	6 dds	8 dds	10 dds	12 dds	14 dds	16 dds	18 dds	12 – 18 dds
Bloques	*	*	*	*	*	*	NS	*
Tratamientos	NS	NS	*	*	*	*	*	*
A	NS	NS	*	*	*	*	*	*
B	NS	NS	NS	NS	-	-	-	*
A*B	NS	NS	NS	NS	-	-	-	NS
R²	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
CV %	14.4	14.7	2.60	1.25	1	0.3	0.9	1.1

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 48 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamientos, factor A; a partir del día 10 dds.

En la comparación de 12 – 18 dds; podemos observar que se encuentra significancia en bloques, tratamiento además de factores A y B.

Los coeficientes de determinación (R^2) nos indican que parte de la varianza se debe al modelo. Los coeficientes de variación (CV) se encuentran en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.3. CONVERSION SEMILLA A BIOMASA

3.3.1. Conversión semilla a biomasa 12 DDS.

En el Cuadro 49 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la conversión semilla a biomasa a los 12 dds.

Cuadro 49. Análisis de varianza, conversión semilla a biomasa, 12 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.850	0.425	10.32	3.740	0.05	0.0114	*
Tratamientos	7	2.05	0.68	16.60	2.760	0.05	0.0026	*
A	3	2.05	0.68	4.49	3.340	0.05	0.03	*
E	14	1.09	1.137					
TOTAL	11	3.151	R²:		0.6	CV:		9.4%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A,B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 49 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamiento y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de cada factor.

En el cuadro 50 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, conversión semilla a biomasa 12 dds.

Cuadro 50. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, conversión semilla a biomasa 12 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₁	4.30	a
a ₃	4.13	a
a ₂	4.11	a
a ₄	3.24	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 50 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A: a₁, a₃, a₂ son estadísticamente iguales y superior que a₄. En el Gráfico 18 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, conversión semilla a biomasa 12 dds.

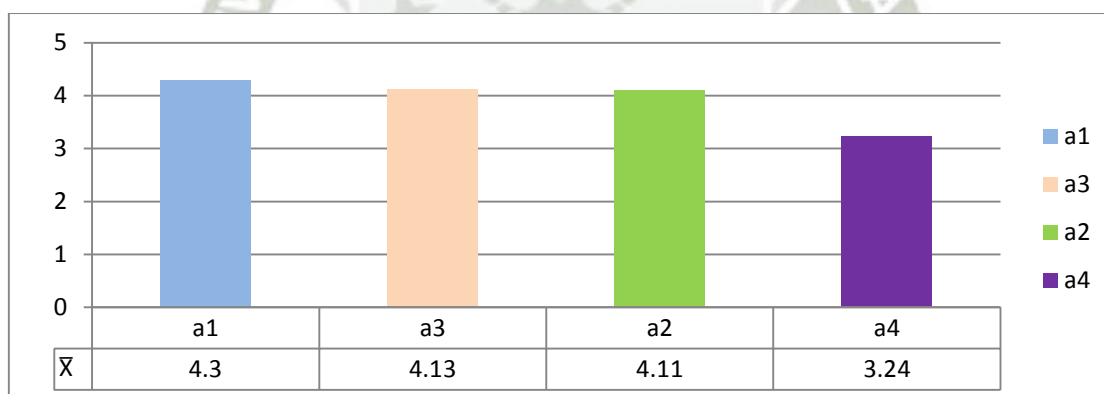


Gráfico 18. Nivel del factor A, conversión semilla a biomasa 12dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 51 se presenta la prueba Duncan de los tratamientos para conversión de semilla a biomasa 12 dds.

Cuadro 51. Prueba de Duncan de los tratamientos, conversión de semilla a biomasa, 12 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₁	a ₁ b ₁	4.30	a
T ₅	a ₃ b ₁	4.13	a
T ₃	a ₂ b ₁	4.11	a
T ₇	a ₄ b ₁	3.24	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 51 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando a los tratamientos T₁, T₅, T₃ como los mejores, siendo estadísticamente iguales. Mientras que el tratamiento T₇, es diferente estadísticamente inferior a los demás.

En el Gráfico 19 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para conversión de semilla a biomasa, 12 dds.



Gráfico 19. Tratamientos, conversión semilla a biomasa, 12 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Conversión semilla a biomasa 18 DDS.

En el Cuadro 52 se puede observar el ANVA, el cual corresponde a la conversión semilla a biomasa a los 18 dds.

Cuadro 52. Análisis de varianza, conversión semilla a biomasa, 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.429	0.215	7.53	3.740	0.05	0.023	*
Tratamientos	7	2.748	0.916	32.15	2.760	0.05	0.0004	*
A	3	2.748	0.916	12.21	3.340	0.05	0.0023	*
E	14	0.60	0.075					
TOTAL	11	3.348	R²:		0.8	CV:		5.6%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A,B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 52 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamiento y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de cada factor.

En el cuadro 53 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, conversión semilla a biomasa 12 dds.

Cuadro 53. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, conversión semilla a biomasa 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₁	5.23	a
a ₂	5.15	a
a ₃	5.10	a
a ₄	4.06	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 53 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A: a₁, a₂, a₃ son estadísticamente iguales y superior que a₄. En el Gráfico 20 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, conversión semilla a biomasa 18 dds.

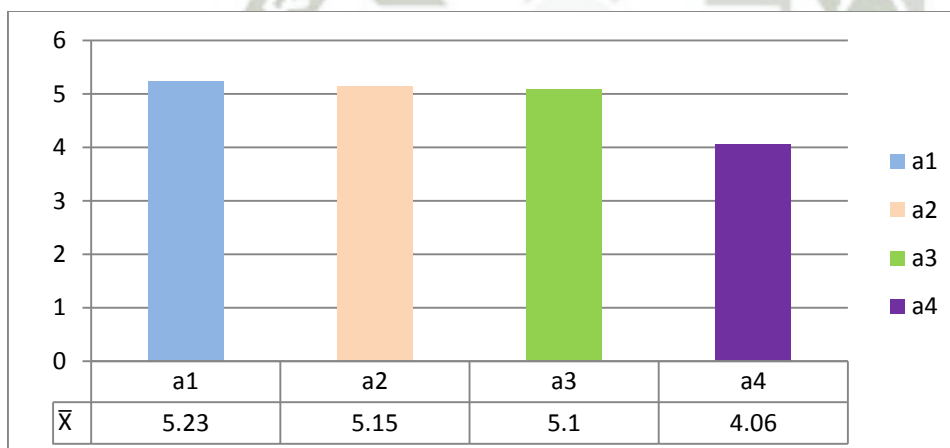


Gráfico 20. Nivel del factor A, conversión semilla a biomasa 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 54 se presenta la prueba de los tratamientos para conversión de semilla a biomasa 18 dds.

Cuadro 54. Prueba de Duncan de los tratamientos, conversión de semilla a biomasa, 18 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₂	a ₁ b ₂	5.23	a
T ₄	a ₂ b ₂	5.15	a
T ₆	a ₃ b ₂	5.10	a
T ₈	a ₄ b ₂	4.06	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 54 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando a los tratamientos T₂, T₄, T₆ como los mejores, siendo estadísticamente iguales. Mientras que el tratamiento T₈, es diferente estadísticamente he inferior a los demás.

En el Gráfico 21 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para conversión de semilla a biomasa, 18 dds.

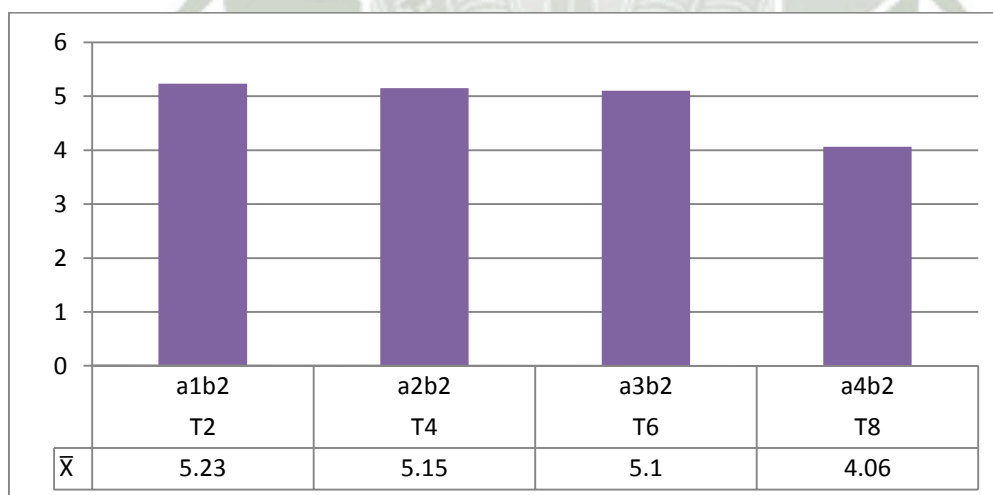


Gráfico 21. Tratamientos, conversión semilla a biomasa, 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Conversión semilla a biomasa comparación 12 – 18 DDS.

En el Cuadro 55 se puede observar el ANVA, el cual corresponde comparación conversión de semilla a biomasa, 12 - 18 dds.

Cuadro 55. Análisis de varianza, comparación conversión de semilla a biomasa, 12 - 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	1.226	0.613	18.190	3.740	0.05	0.0001	*
Tratamientos	7	10.103	1.443	42.810	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	4.763	1.588	47.100	3.340	0.05	<.0001	*
B	1	5.301	5.301	157.260	4.600	0.05	<.0001	*
A*B	3	0.038	0.0127	0.38	3.340	0.05	0.771	NS
E	14	0.472	0.033					
Total	23	11.801		R²:	0.9		CV:	4.2%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

El ANVA mostrado en el cuadro 55 nos muestra que existe significancia en las fuentes de variación bloques, tratamientos y en los factores A y B. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en los factores A y B, se procederá a realizar los efectos principales de cada factor.

En el Cuadro 56 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, para comparación de conversión semilla a biomasa realizada a los 12 - 18 dds.

Cuadro 56. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, comparación de conversión semilla a biomasa, 12 dds - 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₁	4.77	a
a ₂	4.63	a
a ₃	4.61	a
a ₄	3.65	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 56 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A: a₁, a₂, a₃ son estadísticamente iguales y superiores, mientras que a₄ es estadísticamente diferente he inferior a los demás.

En el Gráfico 22 se muestra los resultados de cada nivel del factor A para longitud de parte aérea realizada a los 12 - 18 dds.

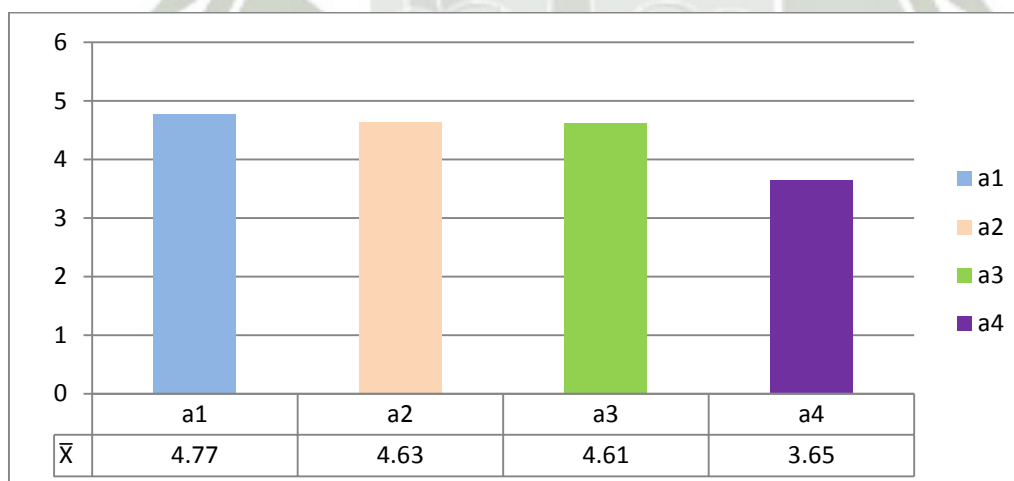


Gráfico 22. Nivel del factor A, comparación de conversión semilla a biomasa 12-18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 57 se presenta la prueba del efecto principal del Factor B, comparación de conversión semilla a biomasa 12 – 18 dds.

Cuadro 57. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, comparación conversión de semilla a biomasa, 12 - 18 dds. .

Factor B	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
b ₂	4.88	a
b ₁	3.94	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 57 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor B: b₂ es estadísticamente superior a b₁.

En el Gráfico 23 se muestra los resultados de cada nivel del factor B para comparación de conversión de semilla a biomasa, 12 - 18 dds.

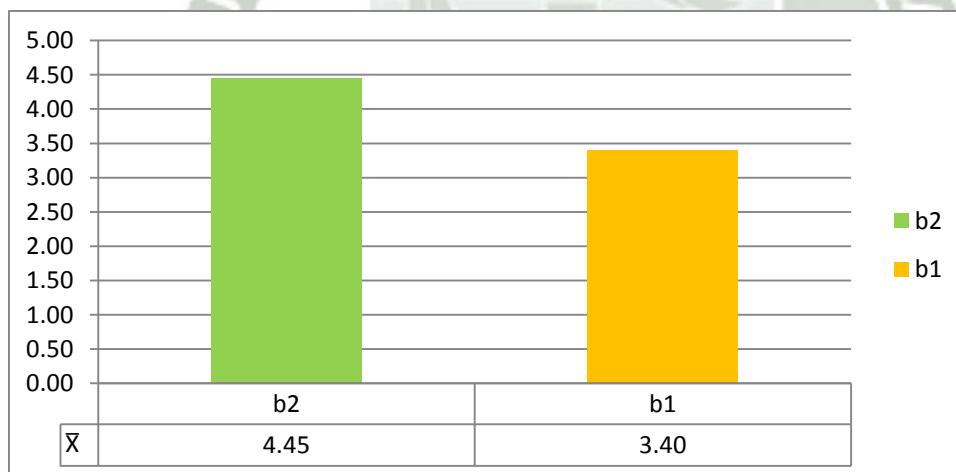


Gráfico 23. Nivel del factor B, comparación conversión semilla a biomasa, 12 – 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 58 se presenta la prueba de los tratamientos para comparación de conversión semilla a biomasa 12 – 18 dds.

Cuadro 58. Prueba de Duncan de los tratamientos, comparación conversión de semilla a biomasa, 12 y 18 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₂	a ₁ b ₂	5.23	a
T ₄	a ₂ b ₂	5.15	a
T ₆	a ₃ b ₂	5.10	a
T ₁	a ₁ b ₁	4.30	a
T ₅	a ₃ b ₁	4.13	b
T ₃	a ₂ b ₁	4.11	b
T ₈	a ₄ b ₂	4.06	b
T ₇	a ₄ b ₁	3.24	c

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 58 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando al tratamiento T₂, T₄, T₆, T₁ estadísticamente iguales entre ellos y como los mejores tratamientos, mientras que los tratamientos T₅, T₃, T₈ son inferiores a los demás y estadísticamente iguales entre ellos, el tratamiento T₇ es estadísticamente diferente y inferior a los demás tratamientos. En el Gráfico 24 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para comparación de conversión semilla a biomasa, 12 - 18 dds.

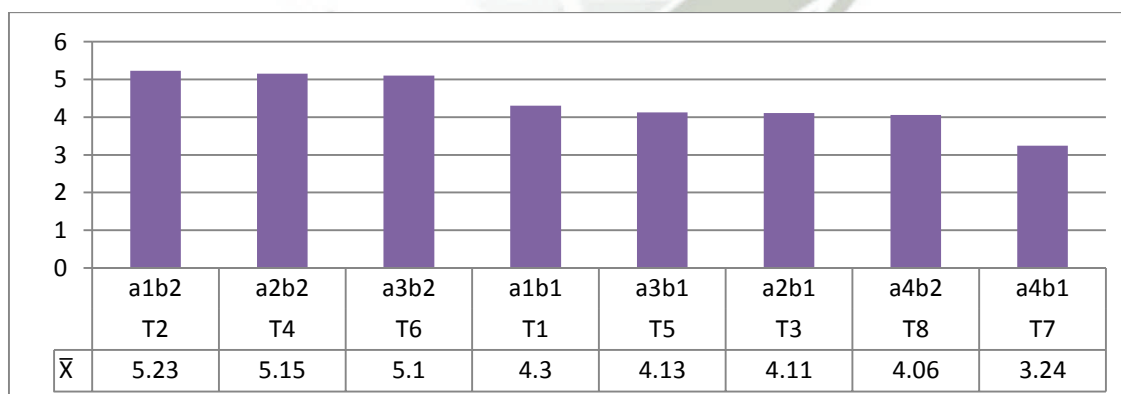


Gráfico 24. Tratamientos, comparación conversión semilla a biomasa, 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. Cuadro resumen de los resultados: Conversión semilla a biomasa

En el Cuadro 59 se puede observar el resumen del ANVA, el cual corresponde a la conversión de semilla a biomasa tomadas en la investigación.

Cuadro 59. Cuadro resumen Análisis de varianza, conversión de semilla a biomasa.

FV	12 dds	18 dds	12 – 18 dds
Bloques	*	*	*
Tratamientos	*	*	*
A	*	*	*
B	-	-	*
A*B	-	-	NS
R²	0.6	0.8	0.9
CV %	9.4	5.6	4.2

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 59 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamientos, factor A.

En la comparación de 12 – 18 dds; podemos observar que se encuentra significancia en bloques, tratamiento y factores A y B. Los coeficientes de determinación (R^2) se encuentran cercanos a 1 lo que nos indican que parte de la varianza se debe al modelo. Los coeficientes de variación (CV) se encuentran en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos

3.4. ANALISIS BROMATOLÓGICO

3.4.4. Carbohidratos.

3.4.4.1. Análisis bromatológico - Carbohidratos 12 DDS.

En el Cuadro 60 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico, carbohidratos 12 dds.

Cuadro 60. Análisis de varianza, análisis bromatológico - carbohidratos, 12 dds.

FV	GL	SC	CM	F _C	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.006	0.003	19.11	3.740	0.05	0.0025	*
Tratamientos	7	14.357	4.785	30225	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	14.357	4.785	5469.34	3.340	0.05	<.0001	*
E	14	0.007	0.0009					
TOTAL	11	14.36	R²:		0.9		CV:	0.4%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 60 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamiento y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de cada factor.

En el cuadro 61 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico - carbohidratos 12 dds.

Cuadro 61. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – carbohidratos 12 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₁	9.08	a
a ₃	8.25	b
a ₂	6.98	c
a ₄	6.26	d

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 61 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, presentándose diferencia estadística significativa en todos los niveles, mostrando al nivel a₁ estadísticamente superior y diferente a los demás y mientras que a₄ es el nivel que menor promedio alcanzo siendo estadísticamente inferior y diferente a los demás. En el Gráfico 25 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico de carbohidratos 12 dds.

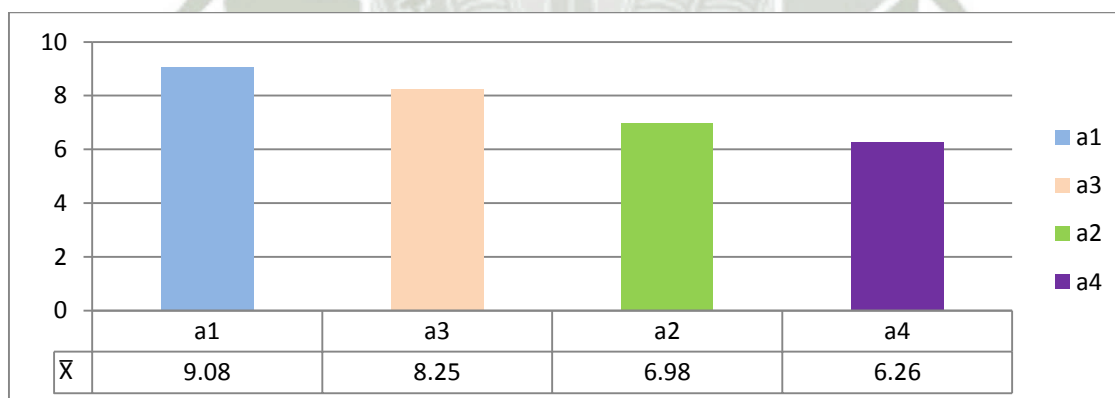


Gráfico 25. Nivel del factor A, análisis bromatológico - carbohidratos 12dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 62 se presenta la prueba de los tratamientos de análisis bromatológico – carbohidratos 12 dds.

Cuadro 62. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico-carbohidratos, 12 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₃	a ₂ b ₁	9.08	a
T ₇	a ₄ b ₁	8.25	b
T ₁	a ₁ b ₁	6.98	c
T ₅	a ₃ b ₁	6.26	d

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 62 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando diferencia estadística significativa entre todos los tratamientos, presentando al tratamiento T₃ como el mejor, siendo estadísticamente superior y diferente a los demás. Mientras que el tratamiento que menor promedio obtuvo fue T₇, siendo estadísticamente inferior y diferente que los demás tratamientos.

En el Gráfico 26 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico - carbohidratos, 12 dds.

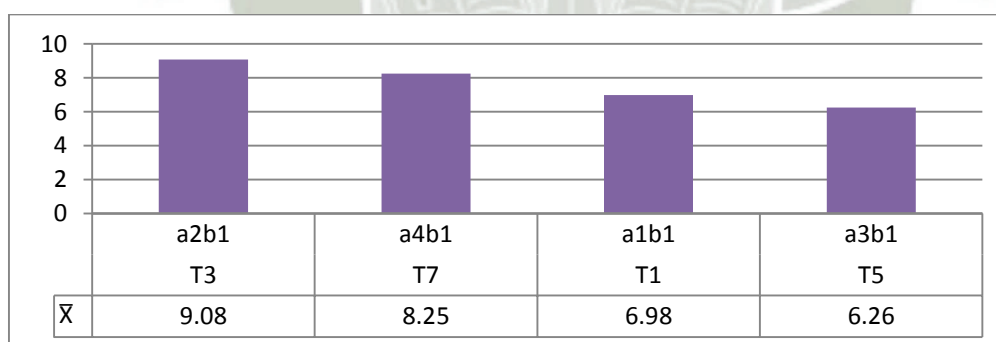


Gráfico 26. Tratamientos, análisis bromatológico - carbohidratos, 12 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.2 Análisis bromatológico - Carbohidratos 18 DDS.

En el Cuadro 63 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico, carbohidratos 18 dds.

Cuadro 63. Análisis de varianza, análisis bromatológico – carbohidratos, 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.0018	0.0009	27.00	3.740	0.05	0.0010	*
Tratamientos	7	1.671	0.557	16713.0	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	1.671	0.557	2228.40	3.340	0.05	<.0001	*
E	14	0.002	0.0002					
TOTAL	11	1.67	R²:		0.9		CV:	0.3%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A,B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 63 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamiento y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de cada factor. En el cuadro 64 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico - carbohidratos 18 dds.

Cuadro 64. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – carbohidratos 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₄	6.63	a
a ₁	6.09	b
a ₃	5.89	c
a ₂	5.61	d

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 64 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, presentándose diferencia estadística significativa en todos los niveles, mostrando al nivel a₄ estadísticamente superior y diferente a los demás y mientras que a₂ es el nivel que menor promedio alcanzo siendo estadísticamente inferior y diferente a los demás. En el Gráfico 27 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico de carbohidratos 18 dds.

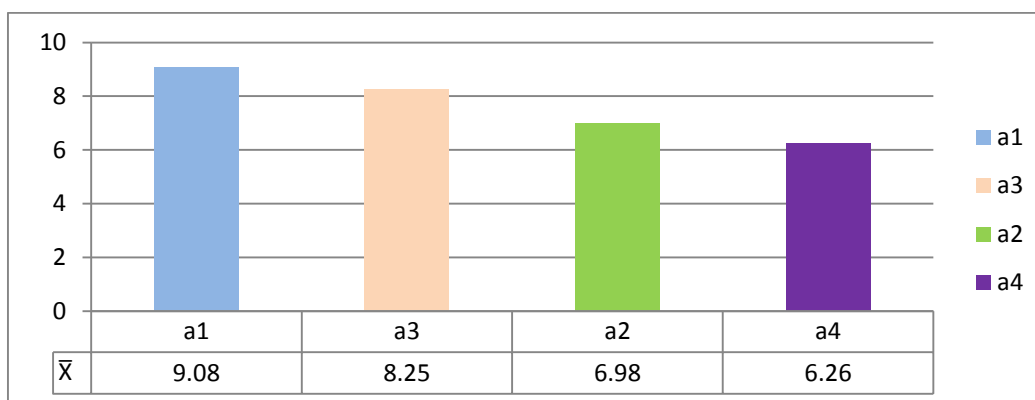


Gráfico 27. Nivel del factor A, análisis bromatológico - carbohidratos 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 65 se presenta la prueba de los tratamientos de análisis bromatológico – carbohidratos 18 dds.

Cuadro 65. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico-carbohidratos, 18 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₈	a ₄ b ₂	6.63	a
T ₂	a ₁ b ₂	6.09	b
T ₆	a ₃ b ₂	5.89	c
T ₄	a ₂ b ₂	5.61	d

$\alpha = 0.05$

⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 65 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando diferencia estadística significativa entre todos los tratamientos, presentando al tratamiento T₈ como el mejor, siendo estadísticamente superior y diferente a los demás. Mientras que el tratamiento que menor promedio obtuvo fue T₄, siendo estadísticamente inferior y diferente que los demás tratamientos. En el Gráfico 28 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico - carbohidratos, 18 dds.

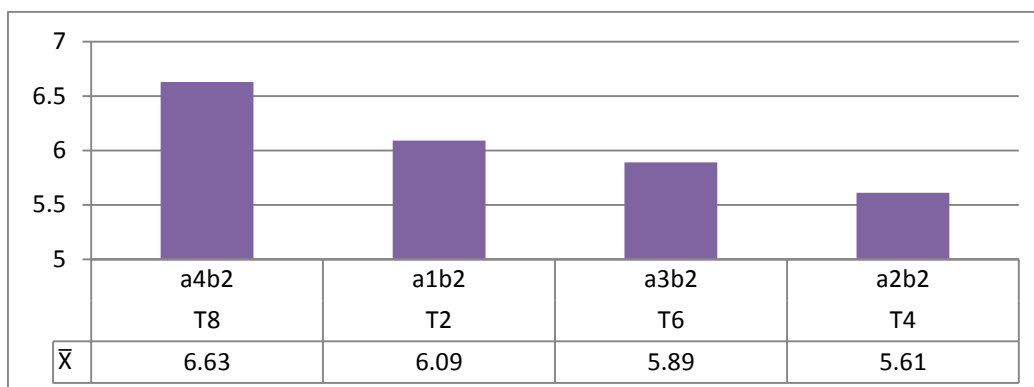


Gráfico 28. Tratamientos, análisis bromatológico - carbohidratos, 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.1.3. Comparación carbohidratos 12 - 18 DDS.

En el Cuadro 66 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico, carbohidratos correspondientes 12 - 18 dd

Cuadro 66. Análisis de varianza, análisis bromatológico – carbohidratos, 12 - 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.007	0.004	28.490	3.740	0.05	<.0001	*
Tratamientos	7	31.149	4.449	35097.8	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	7.758	2.586	20396.1	3.340	0.05	<.0001	*
B	1	15.121	15.121	119264	4.600	0.05	<.0001	*
A*B	3	8.271	2.757	21744.1	3.340	0.05	<.0001	*
E	14	0.002	0.0001					
Total	23	31.158	R²:		0.9	CV:		0.2%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

El ANVA mostrado en el cuadro 66 nos muestra que existe significancia en bloques, tratamientos y en los factores A y B, además en la interacción entre factores A*B. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de los resultados obtenidos en el análisis de varianza mostrado, analizaremos los efectos principales de los factores A y B, además de los efectos simples de la interacción entre los factores. En el Cuadro 67 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, para análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 67. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – carbohidratos, 12 - 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₄	7.44	a
a ₂	7.35	b
a ₁	6.54	c
a ₃	6.08	d

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 67 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, presentándose diferencia estadística significativa en todos los niveles, mostrando al nivel a₄ estadísticamente superior y diferente a los demás y mientras que a₃ es el nivel que menor promedio alcanzo siendo estadísticamente inferior y diferente a los demás. En el Gráfico 29 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico de carbohidratos comparación 12 - 18 dds.

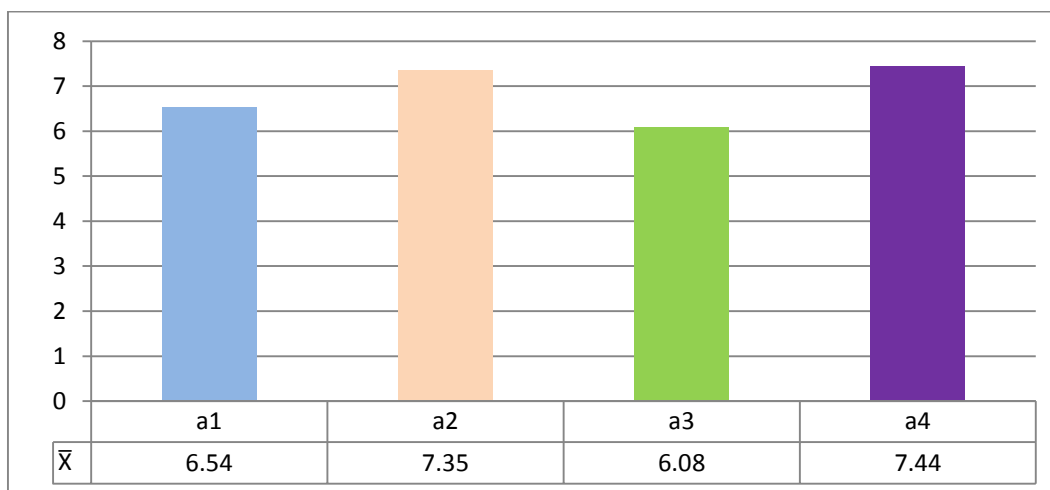


Gráfico 29: Nivel del factor A, análisis bromatológico – carbohidrato, comparación 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 68 se presenta la prueba del efecto principal del Factor B, para análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 68. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.

Factor B	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
b ₁	7.64	a
b ₂	6.06	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 68 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor B, presentándose diferencia estadística, mostrando a b₁ estadísticamente superior y diferente a b₂ siendo este el que menor promedio alcanza. En el Gráfico 30 se muestra los resultados de cada nivel del factor B, análisis bromatológico de carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.

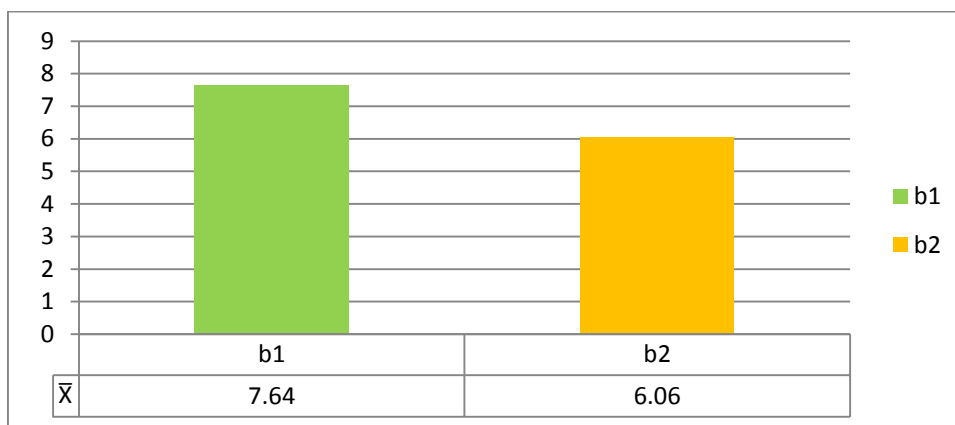


Gráfico 30: Nivel del factor B, análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 69 se observa el análisis de varianza para el efecto simple de la interacción entre factores A*B, para análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 – 18 dds.

Cuadro 69. Análisis de varianza efectos simples para análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	A	Pr	SIG
B en a ₁	1	1.188	1.188	9371.32	4.60	0.05	<.0001	*
B en a ₂	1	18.061	18.061	142456	4.60	0.05	<.0001	*
B en a ₃	1	0.205	0.205	1619.66	4.60	0.05	<.0001	*
B en a ₄	1	3.937	3.937	31049.2	4.60	0.05	<.0001	*
A en b ₁	3	14.357	4.786	37746.2	3.34	0.05	<.0001	*
A en b ₂	3	1.671	0.557	4394.03	3.34	0.05	<.0001	*

Fuente: Elaboración propia.

El ANVA mostrado en el cuadro 69 nos indica que existe significancia en los niveles del factor B dentro de a₁ a₂ a₃ a₄ y del factor A dentro de b₁ b₂.

En el cuadro 70 se muestra las pruebas de Duncan efectos simples para análisis bromatológico - carbohidrato, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 70. Prueba de Duncan de los efectos simples para análisis bromatológico - carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.

B en A		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾	A en B		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₁	b ₁	6.98	a	b ₁	a ₂	9.08	a
	b ₂	6.09	b		a ₄	8.25	b
a ₂	b ₁	9.08	a		a ₁	6.98	c
	b ₂	5.61	b		a ₃	6.26	d
a ₃	b ₁	6.26	a	b ₂	a ₄	6.63	a
	b ₂	5.89	b		a ₁	6.09	b
a ₄	b ₁	8.25	a		a ₃	5.89	c
	b ₂	6.63	b		a ₂	5.61	d

$\alpha = 0.05$ (1) Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia.

Para los efectos simples de niveles del Factor B dentro de cada nivel del Factor A:

- a₁: b₁, b₂ son estadísticamente diferente siendo b₁ superior que b₂.
- a₂: b₁, b₂ son estadísticamente diferentes siendo b₁ superior que b₂.
- a₃: b₁, b₂ son estadísticamente diferentes siendo b₁ superior que b₂.
- a₄: b₁, b₂ son estadísticamente diferentes siendo b₁ superior que b₂.

En el Gráfico 31 se puede observar los resultados de los efectos simples de niveles del Factor B dentro de cada nivel del Factor A para análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 – 18 dds.



Gráfico 31: Efectos simples de niveles del factor B dentro de cada nivel del factor A, para análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 – 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

Para los efectos simples de niveles del Factor A dentro de cada nivel del Factor B:

- b1: observamos que son estadísticamente diferentes a2 es superior a los demás, mientras que a3 es inferior.
- b2: observamos que a4, es superior a los demás mientras que a2 es inferior.

En el Gráfico 32 se puede observar los resultados de los efectos simples de niveles del Factor A dentro de cada nivel del Factor B para análisis bromatológico - carbohidratos, comparación 12 – 18 dds.

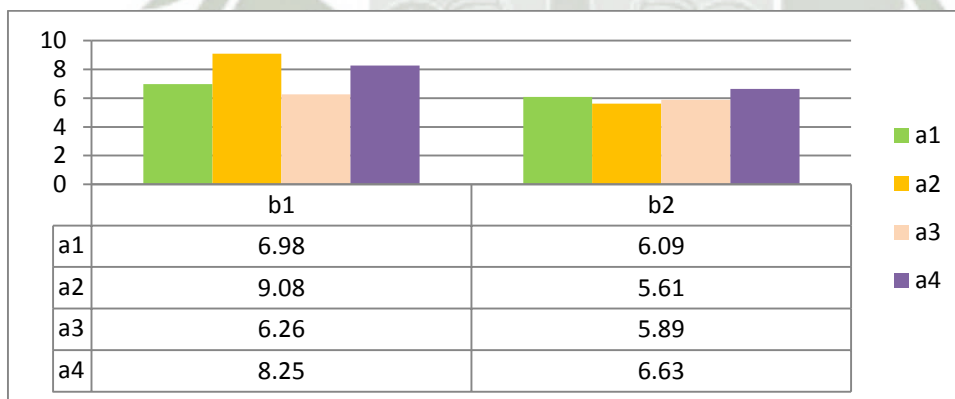


Gráfico 32: Efectos simples de niveles del factor A dentro de cada nivel del factor B, para análisis bromatológico – carbohidrato, comparación 12 – 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 71 se presenta la prueba de los tratamientos para análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 71. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₃	a ₂ b ₁	9.08	a
T ₇	a ₄ b ₁	8.25	b
T ₁	a ₁ b ₁	6.98	c
T ₈	a ₄ b ₂	6.63	d
T ₅	a ₃ b ₁	6.26	e
T ₂	a ₁ b ₂	6.09	f
T ₆	a ₃ b ₂	5.89	g
T ₄	a ₂ b ₂	5.61	h

$\alpha = 0.05$

⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa
Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 71 se observó que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente: Mostrando al tratamiento T₃ como el mejor tratamiento además de ser estadísticamente diferente a los demás. Mientras que el tratamiento T₄ es inferior y estadísticamente diferente a los demás tratamientos. En el Gráfico 33 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds, donde se observa que el tratamiento T3 es el mejor. Mientras que el tratamiento T4 es inferior a los demás.

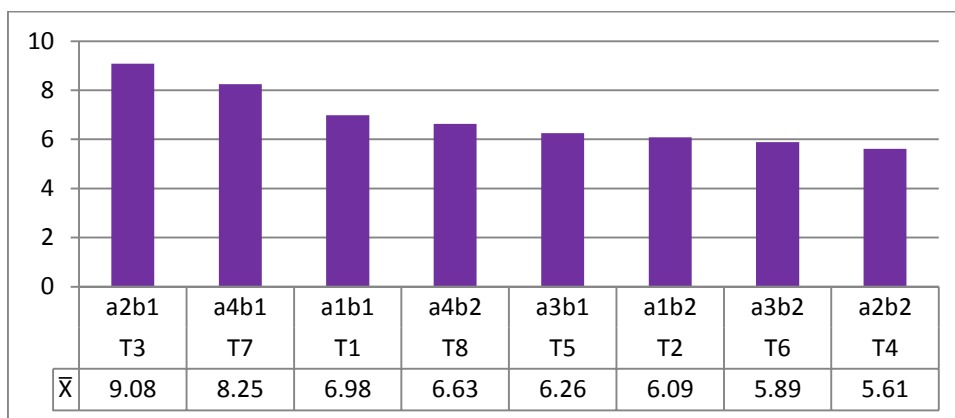


Gráfico 33: Tratamientos, análisis bromatológico – carbohidratos, comparación 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia

3.4.1.4. Cuadro resumen de los resultados: Análisis bromatológico - carbohidratos

En el Cuadro 72 se puede observar el resumen del ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico - carbohidratos.

Cuadro 72. Cuadro resumen Análisis de varianza, análisis bromatológico - carbohidratos.

FV	12 dds	18 dds	12 – 18 dds
Bloques	*	*	*
Tratamientos	*	*	*
A	*	*	*
B	-	-	*
A*B	-	-	*
R²	0.9	0.9	0.9
CV %	0.4	0.3	0.2

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 72 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamientos, factor A. En la comparación de 12 – 18 dds; podemos observar que se encuentra significancia en bloques, tratamiento y factores A y B.

Los coeficientes de determinación (R^2) se encuentran cercanos a 1 lo que nos indican que parte de la varianza se debe al modelo. Los coeficientes de variación (CV) se encuentran en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.5. FIBRA CRUDA.

3.5.1. Análisis bromatológico – Fibra cruda 12 DDS.

En el Cuadro 73 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico, fibra cruda 12 dds.

Cuadro 73. Análisis de varianza, análisis bromatológico - fibra cruda, 12 dds.

FV	GL	SC	CM	F _C	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.006	0.003	19.110	3.740	0.05	0.0025	*
Tratamientos	7	0.0008	0.0003	1.740	2.760	0.05	0.2585	NS
A	3	0.0008	0.0003	0.310	3.340	0.05	0.8149	NS
E	14	0.007	0.0008					
Total	11	0.007	R²:		0.1	CV:		27%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A,B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 73 podemos observar que solo se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.5.2. Análisis bromatológico – Fibra cruda 18 DDS.

En el Cuadro 74 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico, fibra cruda 18 dds

Cuadro 74. Análisis de varianza, análisis bromatológico – fibra cruda, 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _C	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.0018	0.0009	27.00	3.740	0.05	0.0010	*
Tratamientos	7	0.0006	0.0002	6.00	2.760	0.05	0.0308	*
A	3	0.0006	0.0002	0.80	3.340	0.05	0.5279	NS
E	14	0.002	0.0002					
TOTAL	11	0.003	R²:		0.2	CV:		14%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 74 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques y tratamiento. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En el Cuadro 75 se presenta la prueba de los tratamientos de análisis bromatológico – fibra cruda 18 dds.

Cuadro 75. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- fibra cruda, 18 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₂	a ₁ b ₂	0.12	a
T ₈	a ₄ b ₂	0.11	a b
T ₆	a ₃ b ₂	0.11	a b
T ₄	a ₂ b ₂	0.10	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 75 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando que T₂ es superior y estadísticamente igual a T₈ y T₆. Mientras que T₄ es el que menor promedio obtuvo y es estadísticamente igual a T₈ y T₆. En el Gráfico 34 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico – fibra cruda, 18 dds.

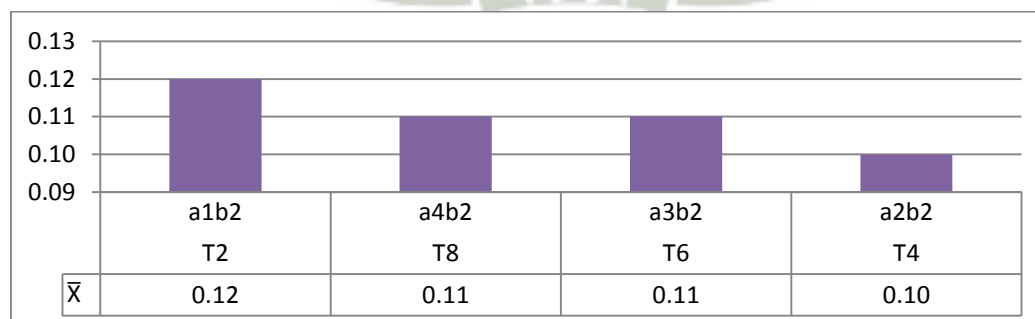


Gráfico 34: Tratamientos, análisis bromatológico – fibra cruda, 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. Análisis bromatológico – Fibra cruda comparación 12 - 18 DDS.

En el Cuadro 76 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico, fibra cruda correspondiente comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 76. Análisis de varianza, análisis bromatológico – fibra cruda, comparación 12 - 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _C	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.007	0.004	28.490	3.740	0.05	<.0001	*
Tratamientos	7	0.001	0.0002	1.650	2.760	0.05	0.20	NS
A	3	0.0007	0.0002	1.870	3.340	0.05	0.18	NS
B	1	0.00003	0.00003	0.300	4.600	0.05	0.59	NS
A*B	3	0.0007	0.0002	1.870	3.340	0.05	0.18	NS
E	14	0.002	0.0001					
Total	23	0.010	R²:		0.8	CV:		10.4%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

El ANVA mostrado en el cuadro 76 nos muestra que solo se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, mas no en las otras fuentes de variación. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.5.4. Cuadro resumen de los resultados: Análisis bromatológico – Fibra cruda.

En el Cuadro 77 se puede observar el resumen del ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico – fibra cruda, tomadas en la investigación.

Cuadro 77. Cuadro resumen Análisis de varianza, análisis bromatológico – fibra cruda.

FV	12 dds	18 dds	12 – 18 dds
Bloques	*	*	*
Tratamientos	NS	*	NS
A	NS	NS	NS
B	-	-	NS
A*B	-	-	NS
R²	0.1	0.2	0.8
CV %	27	14	10.4

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 77 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques. En la evaluación realizada a los 12 dds, y en la comparación de 12 – 18 dds; no se encontró diferencia en ninguna otra fuente de variación. Mientras que en la evaluación realizada el día 18 dds, se encontró diferencia estadística significativa en la fuente de variación tratamiento. Los coeficientes de determinación (R^2) se encuentran cercanos a 1 lo que nos indican que parte de la varianza se debe al modelo. Los coeficientes de variación (CV) se encuentran en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.6. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO – GRASA.

3.6.1. Análisis bromatológico - Grasa 12 DDS.

En el Cuadro 78 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico, grasa 12 dds.

Cuadro 78. Análisis de varianza, análisis bromatológico - grasa, 12 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.007	0.004	30.210	3.740	0.05	0.0007	*
Tratamientos	7	0.011	0.004	31.70	2.760	0.05	0.0004	*
A	3	0.011	0.004	3.820	3.340	0.05	0.0576	NS
E	14	0.007	0.0009					
Total	11	0.019	R²:		0.6	CV:		12%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A,B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 78 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques y tratamiento. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En el Cuadro 79 se presenta la prueba de los tratamientos de análisis bromatológico – grasa 12 dds

Cuadro 79. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- grasa, 12 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₁	a ₁ b ₁	0.30	a
T ₇	a ₄ b ₁	0.29	a
T ₅	a ₃ b ₁	0.26	b
T ₃	a ₂ b ₁	0.22	c

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 79 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando a los tratamientos T₁ y T₇ estadísticamente iguales y superiores que los demás tratamientos diferencia. Mientras que el tratamiento que menor promedio obtuvo fue T₃, siendo estadísticamente inferior y diferente que los demás tratamientos.

En el Gráfico 35 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico - grasa, 12 dds.



Gráfico 35: Tratamientos, análisis bromatológico – grasa, 12 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.2. Análisis bromatológico - Grasa 18 DDS.

En el Cuadro 80 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico, grasa 18 dds.

Cuadro 80. Análisis de varianza, análisis bromatológico - grasa, 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.003	0.001	17.69	3.740	0.05	0.003	*
Tratamientos	7	0.008	0.003	36.790	2.760	0.05	0.0003	*
A	3	0.008	0.003	7.110	3.340	0.05	0.0120	*
E	14	0.003	0.0004					
Total	11	0.012	R²:		0.7	CV:		7.7%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A,B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 80 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamiento y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de este factor. En el cuadro 81 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico - grasa 18 dds.

Cuadro 81. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – grasa 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₃	0.30	a
a ₁	0.26	a
a ₄	0.26	a b
a ₂	0.22	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 81 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, presentándose diferencia estadística significativa, mostrando al nivel a₃ y a₁ estadísticamente iguales y superior, además de ser igual estadísticamente que a₄. Mientras que a₂ es el nivel que menor promedio alcanzo siendo estadísticamente inferior y diferente a los demás. En el Gráfico 36 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico de carbohidratos 18 dds.

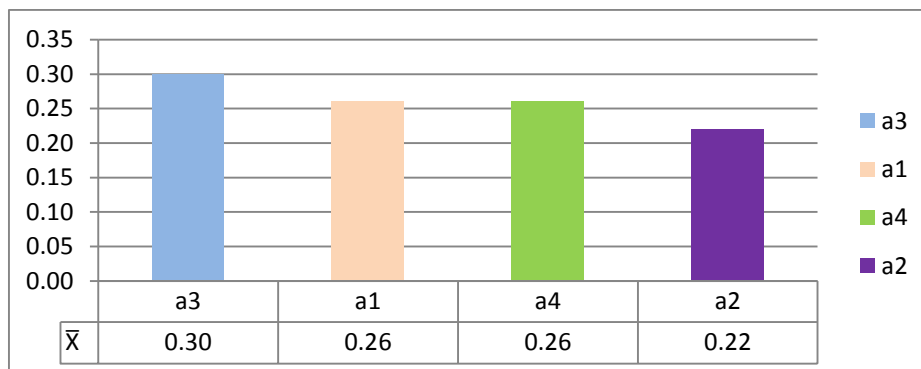


Gráfico 36: Nivel del factor A, análisis bromatológico - grasa 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 82 se presenta la prueba de los tratamientos de análisis bromatológico – grasa 18 dds.

Cuadro 82. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- grasa, 18 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₆	a ₃ b ₂	0.30	a
T ₂	a ₁ b ₂	0.26	b
T ₈	a ₄ b ₂	0.26	b
T ₄	a ₂ b ₂	0.22	c

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 82 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando diferencia estadística significativa, presentando al tratamiento T₆ como el mejor, siendo estadísticamente superior y diferente a los demás. Mientras que el tratamiento que menor promedio obtuvo fue T₄, siendo estadísticamente inferior y diferente que los demás tratamientos. En el Gráfico 37 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico - grasa, 18 dds.

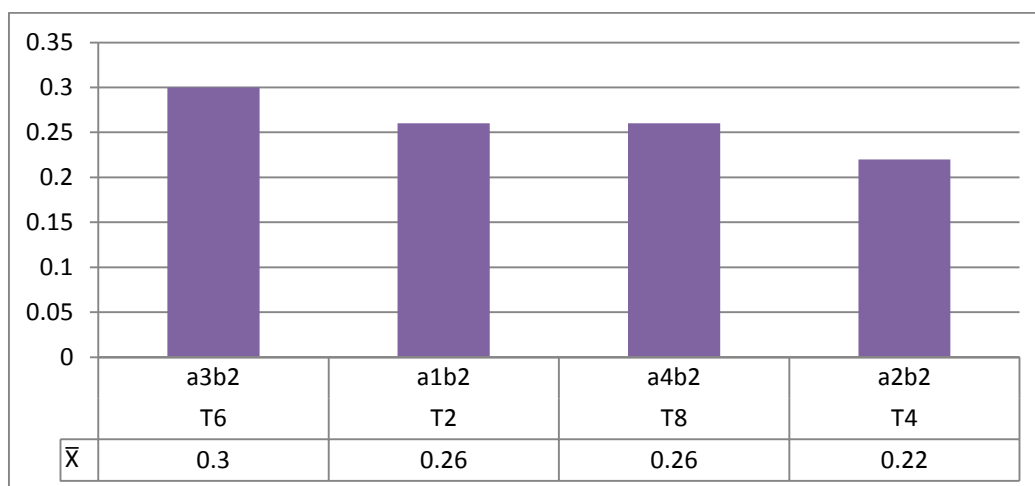


Gráfico 37: Tratamientos, análisis bromatológico - grasa, 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3. Análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 DDS.

En el Cuadro 83 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 83. Análisis de varianza, análisis bromatológico – grasa, 12 - 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.009	0.004	39.170	3.740	0.05	<.0001	*
Tratamientos	7	0.021	0.003	24.020	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	0.018	0.005	40.290	3.340	0.05	<.0001	*
B	1	0.0003	0.0003	2.190	4.600	0.05	0.1615	NS
A*B	3	0.006	0.002	15.020	3.340	0.05	0.0001	*
E	14	0.002	0.0001					
Total	23	0.032	R²:		0.9	CV:		4.2%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

El ANVA mostrado en el cuadro 83 nos muestra que existe significancia en bloques, tratamientos y en el factor A y en la interacción entre factores A*B. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de los resultados obtenidos en el análisis de varianza mostrado, analizaremos los efectos principales del factor A, además de los efectos simples de la interacción entre los factores. En el Cuadro 84 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, para análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 84. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₁	0.28	a
a ₃	0.28	a
a ₄	0.28	a
a ₂	0.22	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 84 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, presentándose diferencia estadística significativa en todos los niveles: a₁, a₃ y a₄ son estadísticamente iguales y superiores, mientras que a₂ es el nivel que menor promedio alcanzo siendo estadísticamente inferior y diferente a los demás. En el Gráfico 38 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.

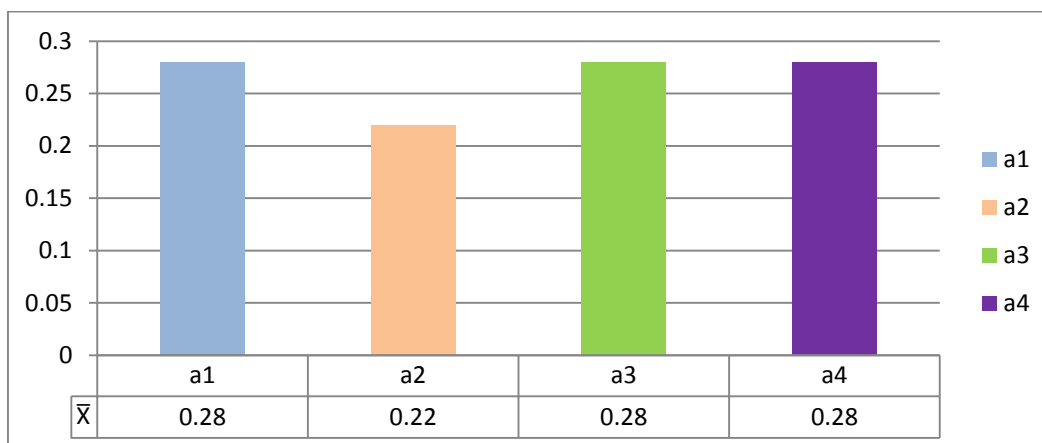


Gráfico 38: Nivel del factor A, análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 85 se observa el análisis de varianza para el efecto simple de la interacción entre factores A*B, para análisis bromatológico – grasa, comparación 12 – 18 dds.

Cuadro 85. Análisis de varianza efectos simples para análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	A	Pr	SIG
B en a ₁	1	0.002	0.002	16.530	4.600	0.05	0.001	*
B en a ₂	1	0	0	0.00	4.600	0.05	1.000	NS
B en a ₃	1	0.002	0.002	19.670	4.600	0.05	0.0006	*
B en a ₄	1	0.001	0.001	11.060	4.600	0.05	0.005	*
A en b ₁	3	0.011	0.004	31.030	3.340	0.05	<.0001	*
A en b ₂	3	0.009	0.009	0.003	24.290	0.05	<.0001	*

Fuente: Elaboración propia.

El ANVA mostrado en el cuadro 85 nos indica que existe significancia en los niveles del factor B dentro de a₁ a₃ a₄ y del factor A dentro de b₁ b₂.

En el cuadro 86 se muestra las pruebas de Duncan efectos simples para análisis bromatológico - grasa, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 86. Prueba de Duncan de los efectos simples para análisis bromatológico - grasa, comparación 12 - 18 dds.

B en A		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾	A en B		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾	
a ₁	b ₁	0.30	a	b ₁	a ₁	0.30	a	
	b ₂	0.26	b		a ₄	0.29	a	
a ₂	b ₁	0.22	a		a ₃	0.26	a b	
	b ₂	0.22	a		a ₂	0.22	b	
a ₃	b ₂	0.30	a		b ₂	a ₃	0.30	a
	b ₁	0.26	b			a ₄	0.26	b
a ₄	b ₁	0.29	a	a ₁		0.26	b	
	b ₂	0.26	b	a ₂		0.22	c	

$\alpha = 0.05$ (1) Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia.

Para los efectos simples de niveles del Factor B dentro de cada nivel del Factor A:

- a₁: b₁, b₂ son estadísticamente diferente siendo b₁ superior que b₂.
- a₂: b₁, b₂ son estadísticamente iguales.
- a₃: b₁, b₂ son estadísticamente diferentes siendo b₂ superior que b₁.
- a₄: b₁, b₂ son estadísticamente diferentes siendo b₁ superior que b₂.

En el Gráfico 39 se puede observar los resultados de los efectos simples de niveles del Factor B dentro de cada nivel del Factor A para análisis bromatológico - grasa, comparación 12 – 18 dds

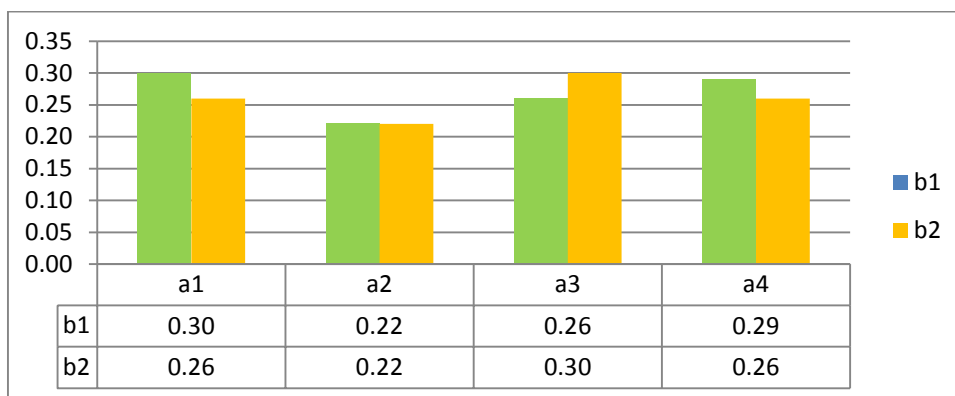


Gráfico 39: Efectos simples de niveles del factor B dentro de cada nivel del factor A, para análisis bromatológico – grasa, comparación 12 – 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

Para los efectos simples de niveles del Factor A dentro de cada nivel del Factor B:

- b1: observamos que son estadísticamente diferentes a1, a4 son estadísticamente iguales y superiores a los demás, mientras que a2 es inferior.
- b2: observamos que a3, es superior a los demás mientras que a2 es inferior.

En el Gráfico 40 se puede observar los resultados de los efectos simples de niveles del Factor A dentro de cada nivel del Factor B para análisis bromatológico - grasa, comparación 12 – 18 dds.

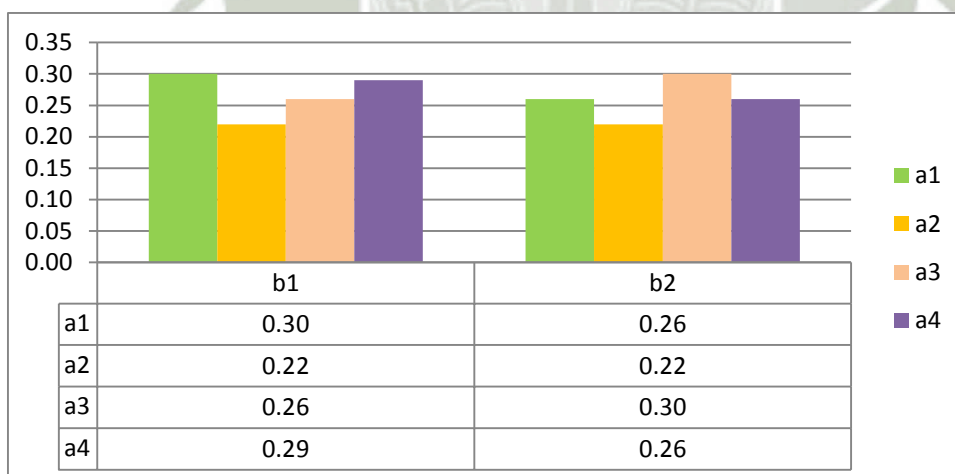


Gráfico 40: Efectos simples de niveles del factor A dentro de cada nivel del factor B, para análisis bromatológico – grasa, comparación 12 – 18 dds. .

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 87 se presenta la prueba de los tratamientos para análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 87. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₁	a ₁ b ₁	0.30	a
T ₆	a ₃ b ₂	0.30	a
T ₇	a ₄ b ₁	0.29	a
T ₈	a ₄ b ₂	0.26	b
T ₅	a ₃ b ₁	0.26	b
T ₂	a ₁ b ₂	0.26	b
T ₄	a ₂ b ₂	0.22	c
T ₃	a ₂ b ₁	0.22	c

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 87 se observó que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente: Mostrando a los tratamientos T₁, T₆ y T₇ como los mejor tratamientos además de ser estadísticamente iguales entre ellos. Mientras que los tratamientos T₄ y T₃ son inferiores y estadísticamente iguales entre ellos. En el Gráfico 41 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.

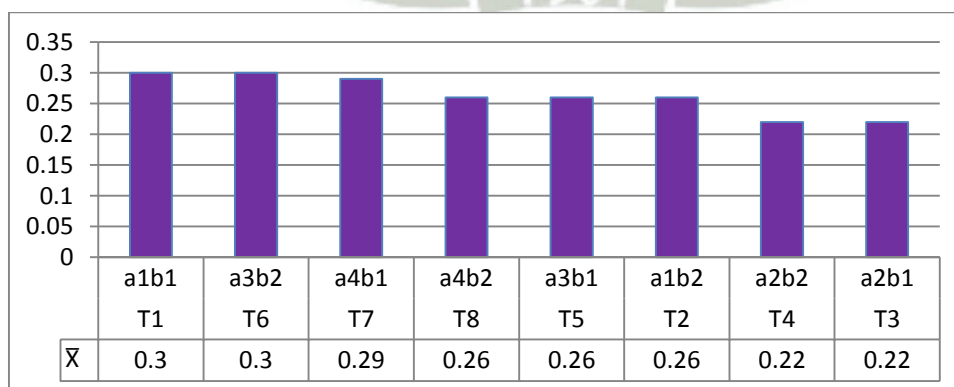


Gráfico 41: Tratamientos, análisis bromatológico – grasa, comparación 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia

3.6.4. Cuadro resumen de los resultados: Análisis bromatológico – grasa.

En el Cuadro 88 se puede observar el resumen del ANVA, el cual corresponde a la conversión de semilla a biomasa tomadas en la investigación.

Cuadro 88. Cuadro resumen Análisis de varianza, medición del colchón de raíces.

FV	12 dds	18 dds	12 – 18 dds
Bloques	*	*	*
Tratamientos	*	*	*
A	NS	*	*
B	-	-	NS
A*B	-	-	*
R²	0.6	0.7	0.9
CV %	12	7.7	4.2

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 88 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamientos, factor A. En la evaluación realizada a los 12 dds no se encontró diferencia significativa en el factor A, mientras que en las evaluaciones tomas el día 18 dds podemos observar que se encuentra diferencia en las fuentes de variación bloques tratamientos y factor A. En la evaluación comparación de 12 – 18 dds encontramos significancia en las fuentes de variación bloques, tratamientos, factor A y A*B.

Los coeficientes de determinación (R^2) se encuentran cercanos a 1 lo que nos indican que parte de la varianza se debe al modelo. Los coeficientes de variación (CV) se encuentran en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.7. PROTEÍNA.

3.7.1. Análisis bromatológico - Proteína 12 DDS.

En el Cuadro 89 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico- proteína, 12 dds.

Cuadro 89. Análisis de varianza, análisis bromatológico - proteína, 12 dds.

FV	GL	SC	CM	F _C	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.006	0.003	19.11	3.740	0.05	0.0025	*
Tratamientos	7	1.660	0.553	3495.16	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	1.660	0.553	632.46	3.340	0.05	<.0001	*
E	14	0.007	0.0009					
Total	11	1.67	R²:		0.9		CV:	0.6%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 89 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamiento y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de cada factor. En el cuadro 90 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – proteína 12 dds.

Cuadro 90. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, analisis bromatológico – proteína 12 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₁	5.29	a
a ₂	5.06	b
a ₄	4.96	c
a ₃	4.29	d

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 90 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, presentándose diferencia estadística significativa en todos los niveles, mostrando al nivel a₁ estadísticamente superior y diferente a los demás y mientras que a₃ es el nivel que menor promedio alcanzo siendo estadísticamente inferior y diferente a los demás. En el Gráfico 42 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico – proteína, 12 dds.

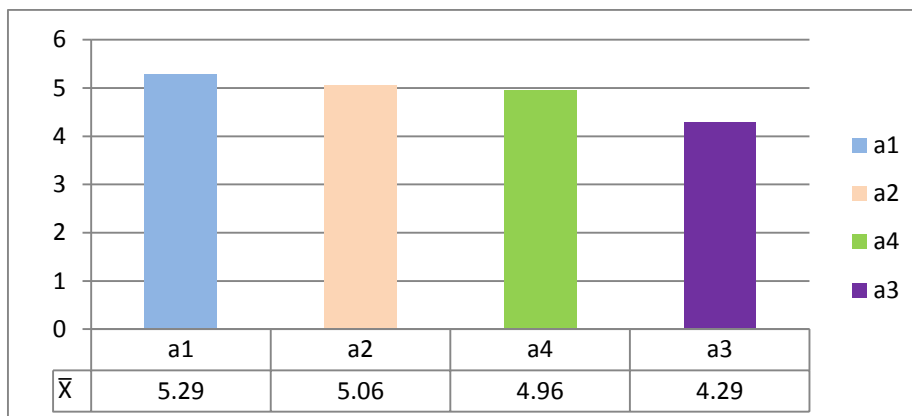


Gráfico 42: Nivel del factor A, análisis bromatológico – proteína, 12dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 91 se presenta la prueba de los tratamientos de análisis bromatológico – proteína, 12 dds.

Cuadro 91. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- proteína, 12 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₁	a ₁ b ₁	5.29	a
T ₃	a ₂ b ₁	5.06	b
T ₇	a ₄ b ₁	4.96	c
T ₅	a ₃ b ₁	4.29	d

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 91 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando diferencia estadística significativa entre todos los tratamientos, presentando al tratamiento T₁ como el mejor, siendo estadísticamente superior y diferente a los demás. Mientras que el tratamiento que menor promedio obtuvo fue T₅, siendo estadísticamente inferior y diferente que los demás tratamientos. En el Gráfico 43 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico - proteína, 12 dds.

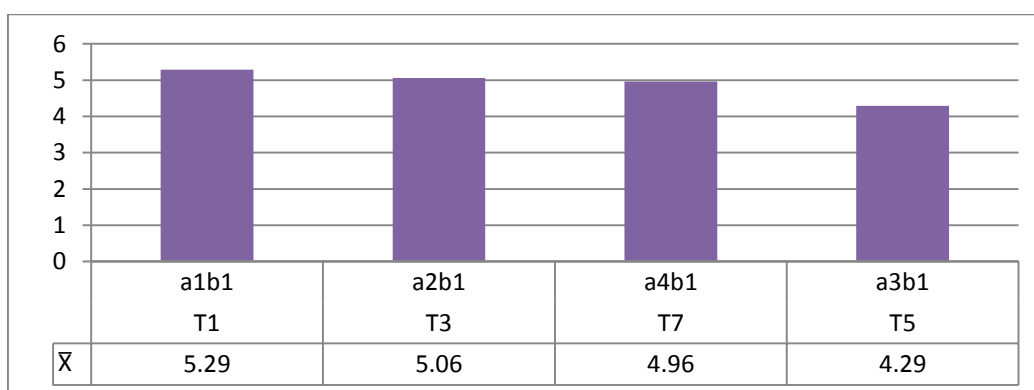


Gráfico 43: Tratamientos, análisis bromatológico - proteína, 12 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.2. Análisis bromatológico - Proteína 18 DDS.

En el Cuadro 92 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico – proteína, 18 dds.

Cuadro 92. Análisis de varianza, análisis bromatológico – proteína, 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.0018	0.0009	27.00	3.740	0.05	0.0010	*
Tratamientos	7	0.218	0.073	2180.25	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	0.218	0.073	290.70	3.340	0.05	<.0001	*
E	14	0.002	0.0002					
Total	11	0.220	R²:		0.9	CV:		0.5%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 92 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamiento y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de cada factor. En el cuadro 93 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – proteína, 18 dds.

Cuadro 93. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – proteína, 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₁	3.70	a
a ₄	3.47	b
a ₃	3.37	c
a ₂	3.37	c

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.
Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 93 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, mostrando al nivel a₁ estadísticamente superior y diferente a los demás y mientras que a₃ y a₂ son los niveles que menor promedio alcanzaron siendo estadísticamente inferiores y diferentes a los demás.

En el Gráfico 44 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico – proteína, 18 dds.

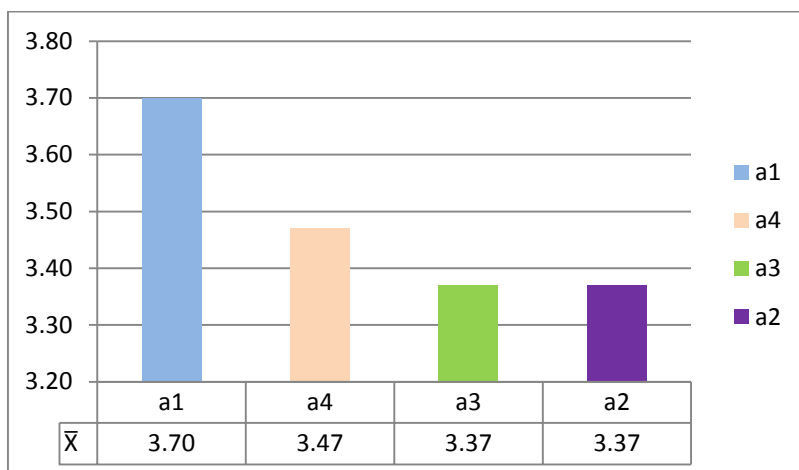


Gráfico 44: Nivel del factor A, análisis bromatológico – proteína, 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 94 se presenta la prueba de los tratamientos de análisis bromatológico – proteína, 18 dds.

Cuadro 94. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- proteína, 18 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₂	a ₁ b ₂	3.70	a
T ₈	a ₄ b ₂	3.47	b
T ₆	a ₃ b ₂	3.37	c
T ₄	a ₂ b ₂	3.37	c

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 94 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Presentando al tratamiento T₂ como el mejor, siendo estadísticamente superior y diferente a los demás. Mientras que los tratamientos que menor promedio obtuvieron fueron T₆ y T₄, siendo estadísticamente iguales he inferiores que los demás tratamientos.

En el Gráfico 45 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico - proteína, 18 dds.

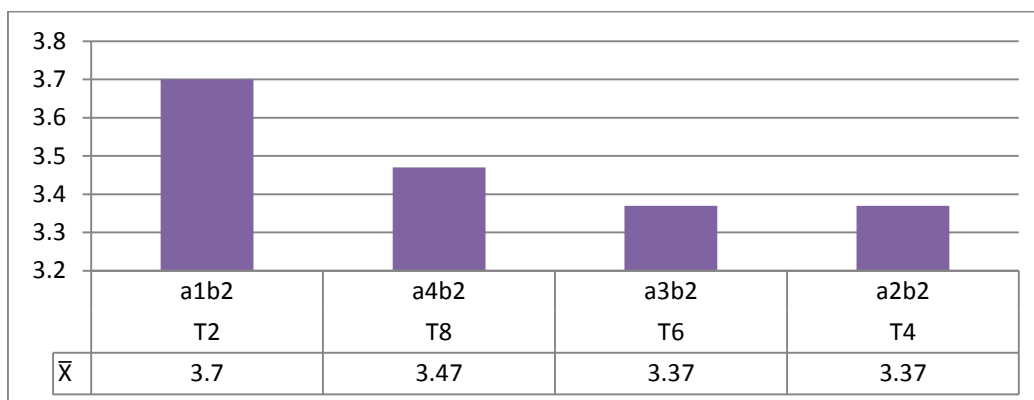


Gráfico 45: Tratamientos, análisis bromatológico - proteína, 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.3. Análisis bromatológico - proteína, comparación 12 - 18 dds.

En el Cuadro 95 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 95. Análisis de varianza, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.007	0.004	28.490	3.740	0.05	<.0001	*
Tratamientos	7	14.019	2.003	15796.4	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	1.343	0.448	3531.45	3.340	0.05	<.0001	*
B	1	12.141	12.141	95760.3	4.600	0.05	<.0001	*
A*B	3	0.535	0.178	1406.61	3.340	0.05	<.0001	*
E	14	0.002	0.0001					
Total	23	14.028		R²:	0.9		CV:	0.3%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

El ANVA en el cuadro 95 nos muestra que existe significancia en bloques, tratamientos y en los factores A y B, además en la interacción entre factores A*B. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de los resultados

obtenidos en el análisis de varianza mostrado, analizaremos los efectos principales de los factores A y B, además de los efectos simples de la interacción entre los factores.

En el Cuadro 96 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 96. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₁	4.49	a
a ₂	4.22	b
a ₄	4.22	b
a ₃	3.83	c

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 96 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, mostrando al nivel a₁ estadísticamente superior y diferente a los demás, mientras que a₃ es el nivel que menor promedio alcanzo siendo estadísticamente inferior y diferente a los demás. En el Gráfico 46 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico proteína, comparación 12 - 18 dds.

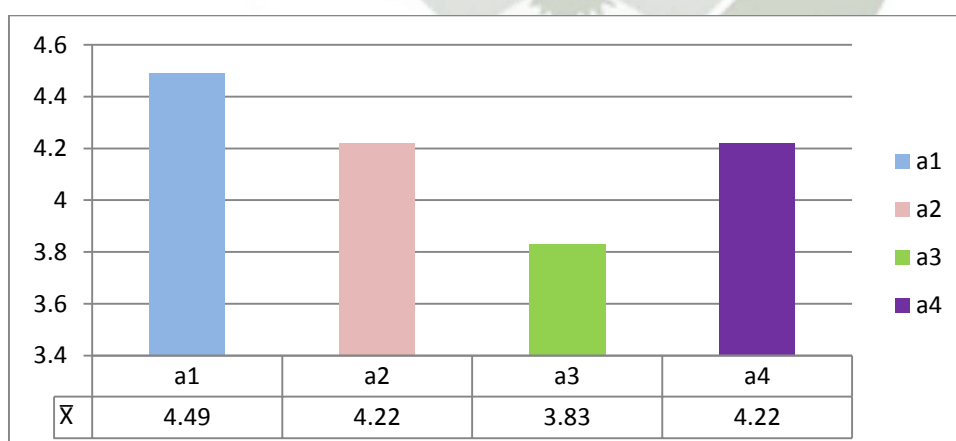


Gráfico 46: Nivel del factor A, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 97 se presenta la prueba del efecto principal del Factor B, para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 97. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

Factor B	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
b ₁	4.90	a
b ₂	3.48	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 97 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor B, mostrando al factor b₁ estadísticamente superior, mientras que b₂ presento menor promedio. En el Gráfico 47 se muestra los resultados de cada nivel del factor B para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

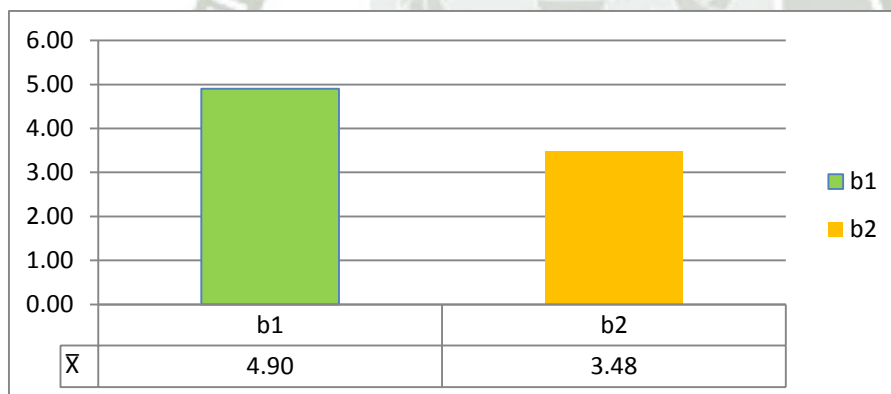


Gráfico 47: Nivel del factor B, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 98 se observa el efecto de la interacción entre factores A*B, se muestra el ANVA de los efectos simples de los factores para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 – 18 dds.

Cuadro 98. Análisis de varianza efectos simples para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds. .

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	A	Pr	SIG
B en a ₁	1	3.792	3.792	29909.9	4.600	0.05	<.0001	*
B en a ₂	1	4.284	4.284	33790.5	4.600	0.05	<.0001	*
B en a ₃	1	1.269	1.269	10013.7	4.600	0.05	<.0001	*
B en a ₄	1	3.330	3.330	26266.0	4.600	0.05	<.0001	*
A en b ₁	3	1.660	0.553	4364.85	3.340	0.05	<.0001	*
A en b ₂	3	0.218	0.073	573.210	3.340	0.05	<.0001	*

Fuente: Elaboración propia.

El ANVA mostrado en el cuadro 98 nos indica que existe significancia en los niveles del factor B dentro de a₁ a₂ a₃ a₄ y del factor A dentro de b₁ b₂.

En el cuadro 99 se muestra las pruebas de Duncan los efectos simples para análisis bromatológico - proteína, comparación 12 y 18 dds.

Cuadro 99. Prueba de Duncan de los efectos simples para análisis bromatológico - proteína, comparación 12 - 18 dds.

B en A		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾	A en B		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₁	b ₁	5.29	a	b ₁	a ₁	5.29	a
	b ₂	3.70	b		a ₂	5.06	b
a ₂	b ₁	5.06	a		a ₄	4.96	c
	b ₂	3.37	b		a ₃	4.29	d
a ₃	b ₁	4.29	a	b ₂	a ₁	3.70	a
	b ₂	3.37	b		a ₄	3.47	b
a ₄	b ₁	4.96	a		a ₃	3.37	c
	b ₂	3.47	b		a ₂	3.37	c

$\alpha = 0.05$ (1) Letras diferentes indican diferencia significativa estadísticamente.

Fuente: Elaboración propia.

Para los efectos simples de niveles del Factor B dentro de cada nivel del Factor A:

- a1: b1, b2 son estadísticamente diferentes siendo b1 superior que b2.
- a2: b1, b2 son estadísticamente diferentes siendo b1 superior que b2.
- a3: b1, b2 son estadísticamente diferentes siendo b1 superior que b2.
- a4: b1, b2 son estadísticamente diferentes siendo b1 superior que b2.

En el Gráfico 48 se puede observar los resultados de los efectos simples de niveles del Factor B dentro de cada nivel del Factor A para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 – 18 dds.

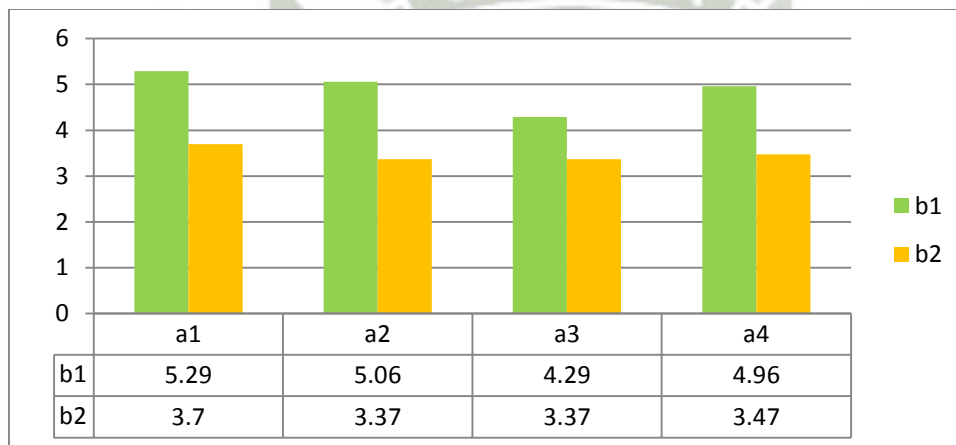


Gráfico 48: Efectos simples de niveles del factor B dentro de cada nivel del factor A, para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 – 18 dds

Fuente: Elaboración propia.

Para los efectos simples de niveles del Factor A dentro de cada nivel del Factor B:

- b1: observamos que son estadísticamente diferentes a1 es superior a los demás, mientras que a3 es inferior.
- b2: observamos que a1, es superior a los demás mientras que a3, a2 son estadísticamente iguales he inferiores.

En el Gráfico 49 se puede observar los resultados de los efectos simples de niveles del Factor A dentro de cada nivel del Factor B para análisis bromatológico - proteína, comparación 12 – 18 dds.



Gráfico 49: Efectos simples de niveles del factor A dentro de cada nivel del factor B, para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 – 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 100 se presenta la prueba de los tratamientos para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 100. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₁	a ₁ b ₁	5.29	a
T ₃	a ₂ b ₁	5.06	b
T ₇	a ₄ b ₁	4.96	c
T ₅	a ₃ b ₁	4.29	d
T ₂	a ₁ b ₂	3.70	e
T ₈	a ₄ b ₂	3.47	f
T ₆	a ₃ b ₂	3.37	g
T ₄	a ₂ b ₂	3.37	g

$\alpha = 0.05$

⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 100 se observó que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente: Mostrando al tratamiento T₁ como el mejor tratamiento y siendo estadísticamente diferente a los demás. Mientras que el tratamiento T₄ es inferior y estadísticamente diferente. En el Gráfico 50 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

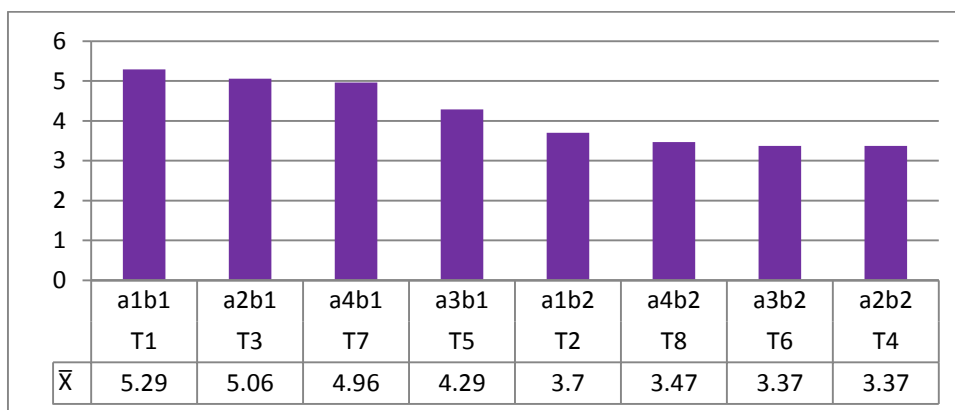


Gráfico 50: Tratamientos, análisis bromatológico – proteína, comparación 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.4. Cuadro resumen de los resultados: Análisis bromatológico – proteína.

En el Cuadro 101 se puede observar el resumen del ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico - proteína.

Cuadro 101. Cuadro resumen Análisis de varianza, análisis bromatológico - carbohidratos.

FV	12 dds	18 dds	12 – 18 dds
Bloques	*	*	*
Tratamientos	*	*	*
A	*	*	*
B	-	-	*
A*B	-	-	*
R²	0.9	0.9	0.9
CV %	0.6	0.5	0.3

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 101 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamientos, factor A, para las evaluaciones realizadas 12dds y 18 dds. En la comparación de 12 – 18 dds; podemos observar que se encuentra significancia en bloques, tratamiento y factores A y B, además del efecto simple de la interacción entre los factores. Los coeficientes de determinación (R^2) se encuentran cercanos a 1 lo que nos indican que parte de la varianza se debe al modelo. Los coeficientes de variación (CV) se encuentran en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.8. MATERIA SECA.

3.8.1. Análisis bromatológico – Materia seca 12 DDS.

En el Cuadro 102 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico- materia seca, 12 dds.

Cuadro 102. Análisis de varianza, análisis bromatológico – materia seca, 12 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.006	0.003	19.110	3.740	0.05	0.0025	*
Tratamientos	7	23.464	7.821	49398.8	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	23.464	7.821	8938.83	3.340	0.05	<.0001	*
E	14	0.007	0.0009					
Total	11	23.47	R²:		0.9		CV:	0.2%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 102 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamiento y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de cada factor.

En el cuadro 103 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – materia seca 12 dds.

Cuadro 103. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – materia seca 12 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₂	15.29	a
a ₄	14.23	b
a ₁	13.31	c
a ₃	11.41	d

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 103 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, presentándose diferencia estadística significativa en todos los niveles, mostrando al nivel a₂ estadísticamente superior y diferente a los demás, mientras que a₃ es el nivel que menor promedio alcanzo siendo estadísticamente inferior y diferente a los demás. En el Gráfico 51 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico – materia seca, 12 dds.

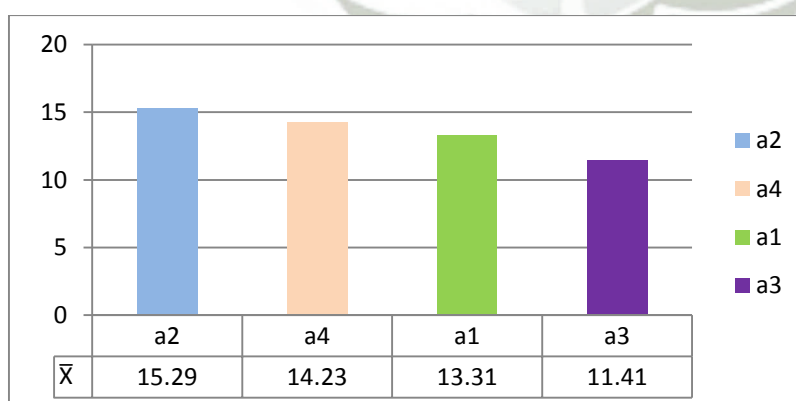


Gráfico 51: Nivel del factor A, análisis bromatológico – materia seca, 12dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 104 se presenta la prueba de los tratamientos de análisis bromatológico – materia seca, 12 dds.

Cuadro 104. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- materia seca, 12 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₃	a ₂ b ₁	15.20	a
T ₇	a ₄ b ₁	14.23	b
T ₁	a ₁ b ₁	13.31	c
T ₅	a ₃ b ₁	11.41	d

$\alpha = 0.05^{(1)}$ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 104 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Mostrando al tratamiento T₃ como el mejor, siendo estadísticamente superior y diferente a los demás. Mientras que el tratamiento que menor promedio obtuvo fue T₅, siendo estadísticamente inferior y diferente que los demás tratamientos.

En el Gráfico 52 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico – materia seca, 12 dds.

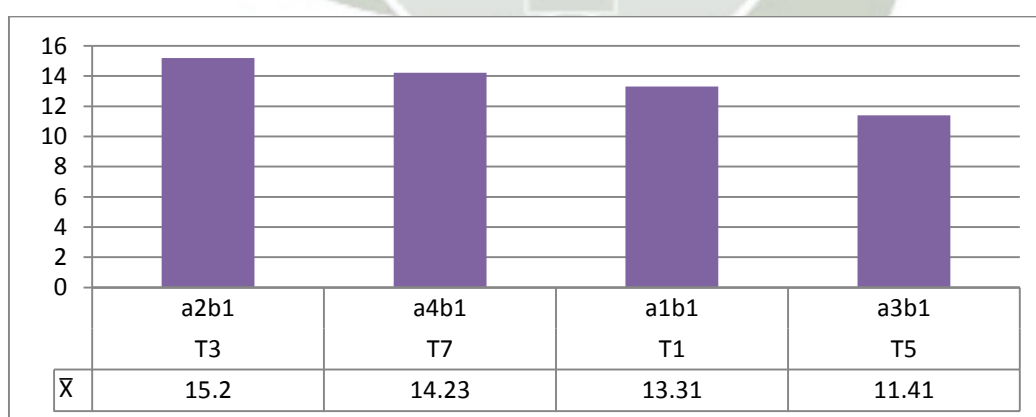


Gráfico 52: Tratamientos, análisis bromatológico – materia seca, 12 dds

Fuente: Elaboración propia.

3.8.2. Análisis bromatológico – Materia seca 18 DDS.

En el Cuadro 105 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.

Cuadro 105. Análisis de varianza, análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.002	0.0009	27.00	3.740	0.05	0.0010	*
Tratamientos	7	1.973	0.657	19737.0	2.760	0.05	<.0001	*
A	3	1.974	0.658	2631.60	3.340	0.05	<.0001	*
E	14	0.002	0.0002					
Total	11	1.975	R²:		0.9		CV:	0.2%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 105 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamiento y factor A. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de que se ha encontrado significancia en el factor A, se procederá a realizar los efectos principales de cada factor.

En el cuadro 106 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.

Cuadro 106. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₄	10.90	a
a ₁	10.78	b
a ₃	10.30	c
a ₂	9.88	d

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 106 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, mostrando al nivel a₄ estadísticamente superior y diferente a los demás y mientras que a₂ presenta un menor promedio siendo estadísticamente inferior y diferente a los demás.

En el Gráfico 53 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.

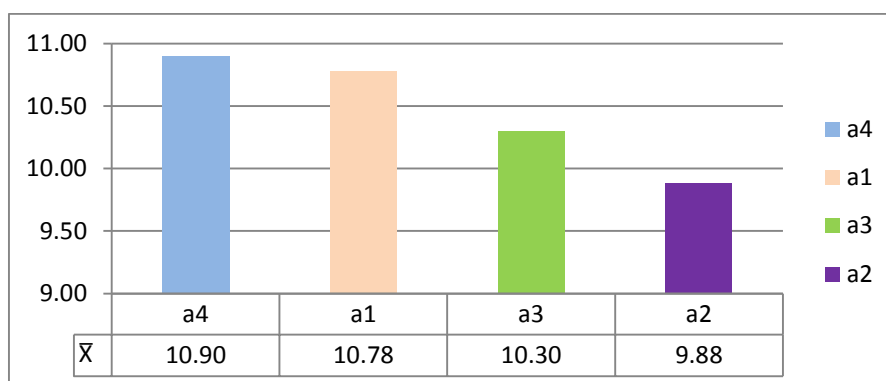


Gráfico 53: Nivel del factor A, análisis bromatológico – materia seca, 18 dds

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 107 se presenta la prueba de los tratamientos de análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.

Cuadro 107. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis bromatológico- materia seca, 18 dds.

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₈	a ₄ b ₂	10.90	a
T ₂	a ₁ b ₂	10.78	b
T ₆	a ₃ b ₂	10.30	c
T ₄	a ₂ b ₂	9.88	d

$\alpha = 0.05$

⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 107 se observó diferencia significativa entre tratamientos: Presentando al tratamiento T₈ como el mejor, siendo estadísticamente superior y diferente a los demás. Mientras que el tratamiento que menor promedio obtuvo fue T₄, siendo estadísticamente inferior que los demás tratamientos.

En el Gráfico 54 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.



Gráfico 54: Tratamientos, análisis bromatológico – materia seca, 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

3.8.3. Análisis bromatológico – materia seca, comparación 12 - 18 dds.

En el Cuadro 108 se puede observar el ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico - materia seca, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 108. Análisis de varianza, análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
Bloques	2	0.007	0.004	28.49	3.74	0.05	0.0001	*
Tratamientos	7	82.079	11.726	92484.1	2.76	0.05	0.0001	*
A	3	11.5432	3.847	30348.4	3.34	0.05	0.0001	*
B	1	56.642	56.642	446750	4.60	0.05	0.0001	*
A*B	3	13.895	4.632	36531.2	3.34	0.05	0.0001	*
E	14	0.002	0.0001					
Total	23	82.089	R²:		0.9	CV:		0.09%

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia

El ANVA en el cuadro 108 nos muestra que existe significancia en bloques, tratamientos y en los factores A y B, además en la interacción entre factores A*B. El coeficiente de determinación (R^2) se encuentra cercano a 1, lo cual nos indica que la varianza se debe al modelo estadístico. El coeficiente de variación (CV) se encuentra en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos. En razón de los resultados obtenidos en el análisis de varianza mostrado, analizaremos los efectos principales de los factores A y B, además de los efectos simples de la interacción entre los factores. En el Cuadro 109 se presenta la prueba del efecto principal del Factor A, para análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 109. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor A, análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.

Factor A	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
a ₄	12.57	a
a ₂	12.54	b
a ₁	12.05	c
a ₃	10.86	d

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 109 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor A, mostrando al nivel a₄ estadísticamente superior y diferente a los demás, mientras que a₃ es el nivel que menor promedio alcanzo siendo estadísticamente inferior y diferente a los demás. En el Gráfico 55 se muestra los resultados de cada nivel del factor A, análisis bromatológico - materia seca, comparación 12 - 18 dds.

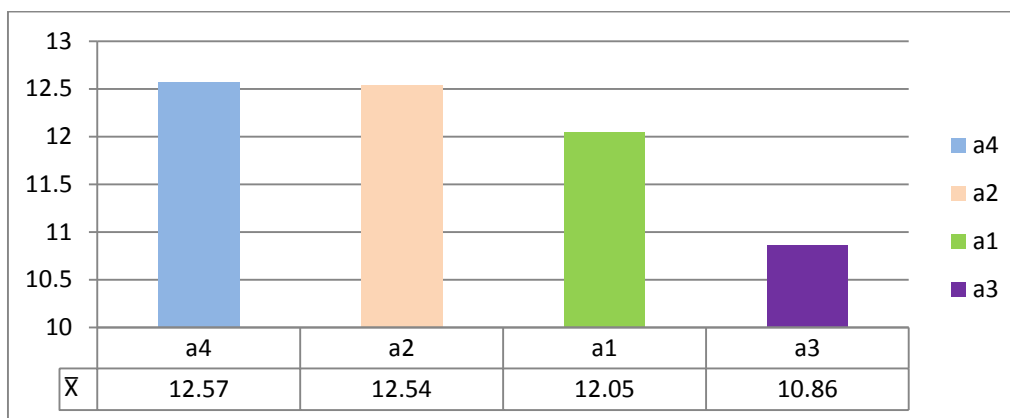


Gráfico 55: Nivel del factor A, análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 110 se presenta la prueba del efecto principal del Factor B, para análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 110. Prueba de Duncan del efecto principal del Factor B, análisis materia seca, comparación 12 y 18 dds.

Factor B	\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
b ₁	13.54	a
b ₂	10.47	b

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 110 se observa diferencia significativa entre los niveles del factor B, mostrando al factor b₁ estadísticamente superior, mientras que b₂ presento menor promedio.

En el Gráfico 56 se muestra los resultados de cada nivel del factor B para análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.

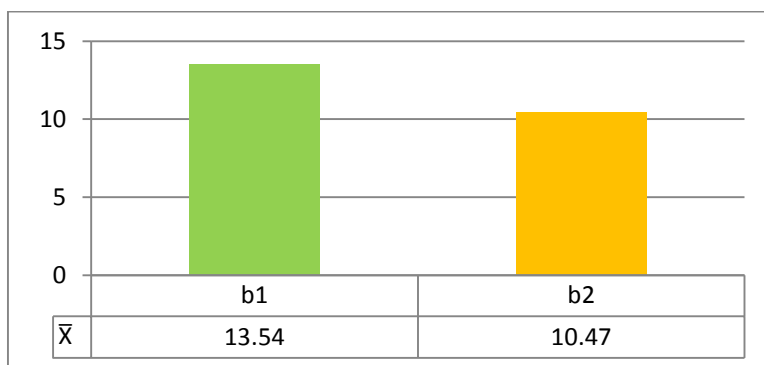


Gráfico 56: Nivel del factor B, análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds. .

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 111 se observa el efecto de la interacción entre factores A*B, se muestra el ANVA de los efectos simples de los factores para análisis materia seca, comparación 12 – 18 dds.

Cuadro 111. Análisis de varianza efectos simples para análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds. .

FV	GL	SC	CM	F _c	F _t	α	Pr	SIG
B en a ₁	1	9.601	9.601	75729.0	4.60	0.05	0.0001	*
B en a ₂	1	42.454	42.454	334845	4.60	0.05	0.0001	*
B en a ₃	1	1.848	1.848	14577.0	4.60	0.05	0.0001	*
B en a ₄	1	16.633	16.633	131193	4.60	0.05	0.0001	*
A en b ₁	3	23.464	7.821	61690.5	3.34	0.05	0.0001	*
A en b ₂	3	1.974	0.658	5189.07	3.34	0.05	0.0001	*

Fuente: Elaboración propia.

El ANVA mostrado en el cuadro 111 nos indica que existe significancia en los niveles del factor B dentro de a₁ a₂ a₃ a₄ y del factor A dentro de b₁ b₂.

En el siguiente cuadro 112 se muestra las pruebas de Duncan los efectos simples para análisis materia seca, comparación 12 - 18 dds.

Cuadro 112. Prueba de Duncan de los efectos simples para análisis bromatológico - materia seca, comparación 12 - 18 dds.

B en A		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾	A en B		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾	
a ₁	b ₁	13.31	a	b ₁	a ₂	15.20	a	
	b ₂	10.78	b		a ₄	14.23	b	
a ₂	b ₁	15.20	a		a ₁	13.31	c	
	b ₂	9.88	b		a ₃	11.41	d	
a ₃	b ₁	11.41	a		b ₂	a ₄	10.90	a
	b ₂	10.30	b			a ₁	10.78	b
a ₄	b ₁	14.23	a	a ₃		10.30	c	
	b ₂	10.90	b	a ₂		9.88	d	

$\alpha = 0.05$ (1) Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

Para los efectos simples de niveles del Factor B dentro de cada nivel del Factor A:

- a₁: b₁, b₂ son estadísticamente diferente siendo b₁ superior que b₂.
- a₂: b₁, b₂ son estadísticamente diferentes siendo b₁ superior que b₂.
- a₃: b₁, b₂ son estadísticamente diferentes siendo b₁ superior que b₂.
- a₄: b₁, b₂ son estadísticamente diferentes siendo b₁ superior que b₂.

En el Gráfico 57 se puede observar los resultados de los efectos simples de niveles del Factor B dentro de cada nivel del Factor A para análisis bromatológico – materia seca, comparación 12 – 18 dds.

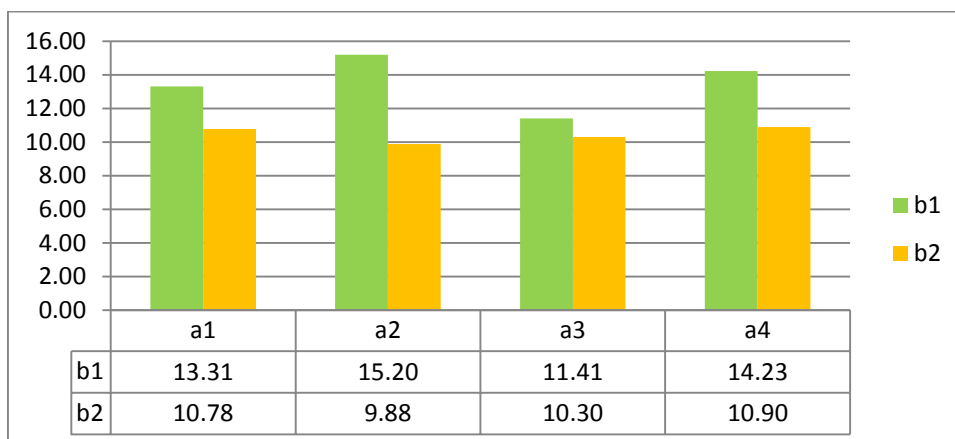


Gráfico 57: Efectos simples de niveles del factor B dentro de cada nivel del factor A, para análisis bromatológico materia seca, comparación 12 – 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

Para los efectos simples de niveles del Factor A dentro de cada nivel del Factor B:

- b1: observamos que son estadísticamente diferentes a2 es superior a los demás, mientras que a3 es inferior.
- b2: observamos que a4, es superior a los demás mientras que a2 es inferior.

En el Gráfico 58 se puede observar los resultados de los efectos simples de niveles del Factor A dentro de cada nivel del Factor B para análisis bromatológico materia seca, comparación 12 – 18 dds.

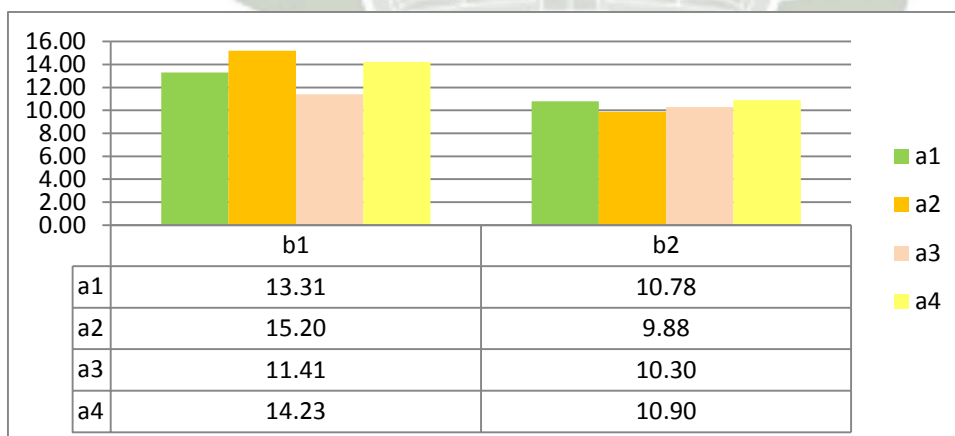


Gráfico 58: Efectos simples de niveles del factor A dentro de cada nivel del factor B, para análisis materia seca, comparación 12 – 18 dds.

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 113 se presenta la prueba de los tratamientos para análisis bromatológico materia seca, 12 - 18 dds.

Cuadro 113. Prueba de Duncan de los tratamientos, análisis materia seca, 12 y 18 dds. .

Tratamientos		\bar{X}	SIG ⁽¹⁾
T ₃	a ₂ b ₁	15.20	a
T ₇	a ₄ b ₁	14.23	b
T ₁	a ₁ b ₁	13.31	c
T ₅	a ₃ b ₁	11.41	d
T ₈	a ₄ b ₂	10.90	e
T ₂	a ₁ b ₂	10.78	f
T ₆	a ₃ b ₂	10.30	g
T ₄	a ₂ b ₂	9.88	h

$\alpha = 0.05$ ⁽¹⁾ Letras diferentes indican diferencia estadística significativa.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 113 se observó que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente: Mostrando al tratamiento T₃ como el mejor tratamiento y siendo estadísticamente diferente a los demás. Mientras que el tratamiento T₄ es inferior y estadísticamente diferente. En el Gráfico 59 se puede observar de manera comparativa los resultados de cada tratamiento para análisis bromatológico – materia seca, comparación 12 - 18 dds.

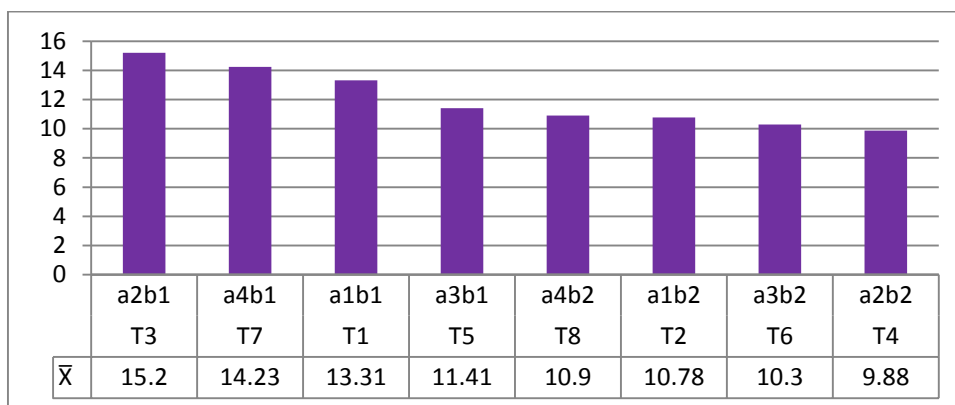


Gráfico 59: Tratamientos, análisis bromatológico materia seca, 12 - 18 dds.

Fuente: Elaboración propia

3.8.4. Cuadro resumen de los resultados: Análisis bromatológico – materia seca.

En el Cuadro 114 se puede observar el resumen del ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico – materia seca.

Cuadro 114. Cuadro resumen Análisis de varianza, análisis bromatológico – materia seca.

FV	12 dds	18 dds	12 – 18 dds
Bloques	*	*	*
Tratamientos	*	*	*
A	*	*	*
B	-	-	*
A*B	-	-	*
R²	0.9	0.9	0.9
CV %	0.2	0.5	0.09

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 114 podemos observar que se encuentra significancia en las fuentes de variación bloques, tratamientos, factor A, para las evaluaciones realizadas 12dds y 18 dds.

En la comparación de 12 – 18 dds; podemos observar que se encuentra significancia en bloques, tratamiento y factores A y B, además del efecto simple de la interacción entre los factores.

Los coeficientes de determinación (R^2) se encuentran cercanos a 1 lo que nos indican que parte de la varianza se debe al modelo. Los coeficientes de variación (CV) se encuentran en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos.

3.9. Cuadro resumen análisis bromatológico. 12- 18 DDS

En el Cuadro 115 se puede observar el resumen del ANVA, el cual corresponde al análisis bromatológico.

Cuadro 115. Cuadro resumen Análisis de varianza, análisis bromatológico.

FV	BLO.	TRAT.	A	B	A*B	R ²	CV%
Carbohidratos	*	*	*	*	*	0.9	0.2
Fibra Cruda	*	NS	NS	NS	NS	0.8	10.4
Grasa	*	*	*	NS	*	0.9	4.2
Proteína	*	*	*	*	*	0.9	0.3
Materia seca	*	*	*	*	*	0.9	0.09

FV: Fuente de variación, Tratamientos = A, B y A*B

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 115 podemos observar un cuadro resumen del análisis de varianza, del análisis bromatológico realizado; comparación 12 – 18; se puede observar que se presenta diferencia significativa en tratamientos factor A, B, además del efecto simple de la interacción entre los factores; en carbohidratos, proteínas y materia se. Mientras que para grasa no se presenta diferencia en el factor B y para fibra no se presenta diferencia en ninguna fuente de variación.

Los coeficientes de determinación (R^2) se encuentran cercanos a 1 lo que nos indican que parte de la varianza se debe al modelo. Los coeficientes de variación (CV) se encuentran en un rango aceptable; mostrándonos que los datos son homogéneos

En el cuadro 116 podemos ver el cuadro resumen del análisis bromatológico, en donde nos señala que para el factor A, el factor a2 se presenta como el mejor, además en

tratamientos el T3 se muestra como el mejor; en carbohidratos, grasa, materia seca. Mientras que para el factor B, el b1 se muestra como el mejor en todo el análisis bromatológico.

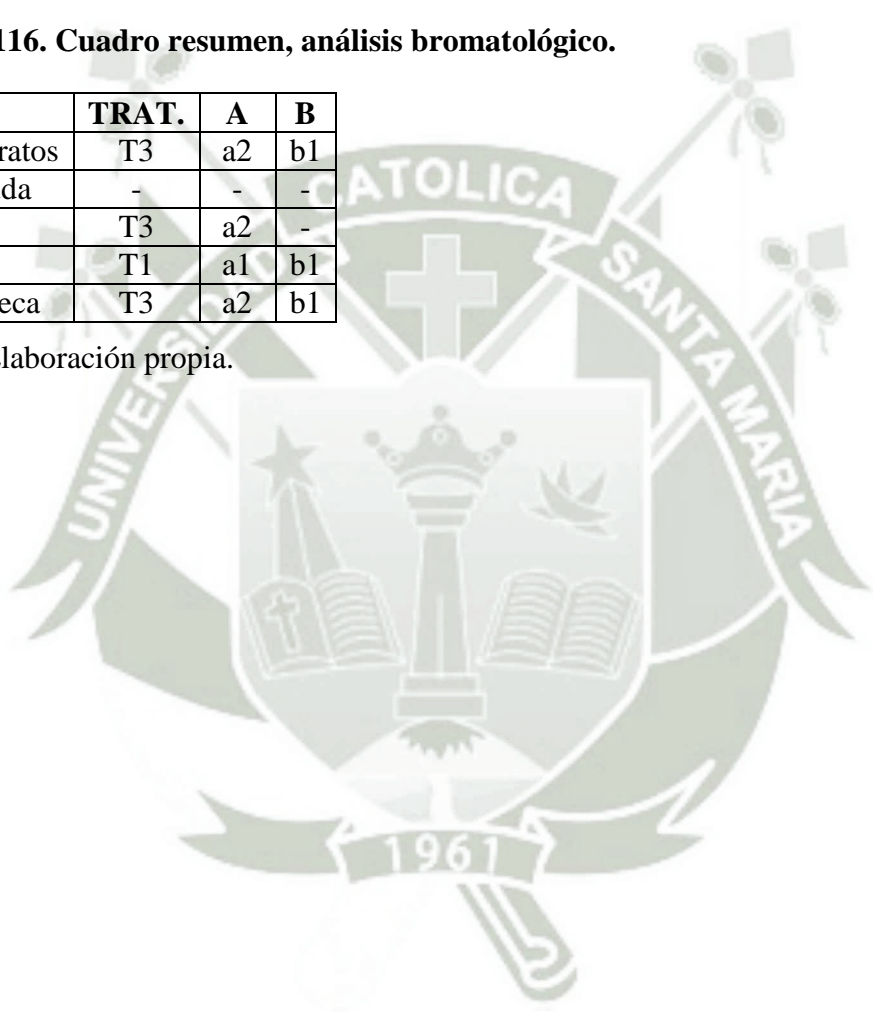
Para el análisis bromatológico-proteína podemos ver que a1 y T1 se muestran como los mejores seguidos por a2 y T3.

Para el factor A*B, podemos ver en los análisis de varianza que el factor b1 influye positivamente en todos los factores a; esto se puede ver en carbohidratos, grasa, materia seca.

Cuadro 116. Cuadro resumen, análisis bromatológico.

FV	TRAT.	A	B
Carbohidratos	T3	a2	b1
Fibra Cruda	-	-	-
Grasa	T3	a2	-
Proteína	T1	a1	b1
Materia seca	T3	a2	b1

Fuente: Elaboración propia.



CAPÍTULO IV:

DISCUSIÓN

4.1. CRECIMIENTO FVH

4.1.1. Medición del colchón de raíces.

En los resultados podemos observar que no se encuentra diferencia significativa en ningún periodo donde se realizaron las mediciones.

Candía (2011), aplicó 4 soluciones orgánicas: testigo; compost, guano de isla, guano de cuy y guano de cuy más guano de isla; se encontró un desarrollo radicular de 14.60; 14.80; 14,67; 16; 15.82 cm respectivamente. Mostrando que solución de guano de cuy presenta el mayor desarrollo.

Candía (2014), realizó otra investigación similar pero sólo en la cual solo aplicó distintas dosis de guano de cuy, solución la molina, se observó que los tratamientos a los cuales se les aplicó solución nutritiva a base de guano de cuy fueron estadísticamente iguales y superiores presentando una longitud de raíz promedio de 14 cm, mientras que solución la molina presentó un desarrollo de 12 cm.

Estos resultados difieren con los de la investigación ya que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos; además de obtener resultados inferiores a los de las investigaciones mencionadas; a los 12 dds se obtuvo un resultado de 3.70 cm, y a los 18 dds se obtuvo 4.07 cm. Estas diferencias se pueden producir debido a que la solución a base de guano de cuy empleada en la investigación es una solución semi dura por lo cual se dificulta la absorción de nutrientes.

Morgan (2012) indica que las plantas hidropónicas no necesitan gastar tanta energía en el crecimiento de las raíces, esto se debe que los nutrientes, el agua y oxígeno requeridos por la planta son suministrados a través de las soluciones nutritivas; lo que produce que el sistema radicular no tenga la necesidad de crecer ni expandirse ya que no requiere buscar recursos en gran profundidad.

4.1.2. Longitud de parte aérea.

Candia (2011) Aplicó 4 tratamientos S.O, y un testigo solo agua, cosechado 18 dds. Las 4 soluciones fueron estadísticamente iguales y superiores al testigo, obteniendo un promedio de 30 cm, mientras que testigo 25 cm. (obteniendo un 16% más de desarrollo). Estos resultados son similares a la investigación donde los tratamientos con soluciones nutritivas son estadísticamente iguales y superiores al tratamiento testigo; obtuvo una altura promedio de 15 cm, mientras el testigo obtuvo 13 cm de desarrollo (obteniendo un 13% más de desarrollo).

Candia (2014) Aplicó 3 tratamientos, 2 diferentes dosis de guano de cuy, y un tratamiento con S.M, cosecha 12 dds. El tratamiento al que se le aplicó mayor dosis de guano de cuy fue estadísticamente diferente y superior a los otros 2 tratamientos presentando un promedio de altura de parte aérea de 16 cm (obteniendo un 18% más de desarrollo que solución con menor dosis de guano de cuy), en la presente investigación a los 12 dds se obtuvo un desarrollo promedio de 10 cm.

García (2003) menciona que el suministro adecuado de nitrógeno es un factor que impacta en el desarrollo de la parte aérea. Candía (2014) indica que el mayor desarrollo de parte aérea es influenciado y favorecido al aplicar soluciones nutritivas, ya contienen mayor concentración de nutrientes, como el nitrógeno el cual favorece la producción de hormonas de crecimiento como las auxinas y síntesis de enzimas como la expansina, que aumenta la turgencia y la plasticidad de la pared celular produciendo el alargamiento del tallo y acelerando la velocidad de crecimiento.

Candía indica que las soluciones propuestas en sus investigaciones poseen un porcentaje de nitrógeno alto, mientras en esta investigación se encuentra en un rango medio – bajo (solución la molina y fertiplan), mientras que la solución de guano de cuy se encuentra en un rango alto pero al ser un agua de dureza media la absorción de nutrientes se dificulta.

En los resultados obtenidos por Candía (2014) nos muestra a la solución de guano de cuy con mayor dosis como la mejor, si bien en esta investigación todos los tratamientos con soluciones nutritivas son estadísticamente iguales, se puede observar que desde el día 10 dds hasta al día 18 dds, la solución de guano de cuy se posiciona como el tratamiento que mayor desarrollo de parte aérea obtuvo.

Suarez (2015) probó 3 soluciones nutritivas y un testigo al cual solo se le aplicó agua; a los 12 días, se encontró diferencia significativa con uno de los tratamientos; a partir de la fecha señalada los tratamientos a los cuales se les aplicó soluciones nutritivas fueron estadísticamente iguales y superiores que el tratamiento al que solo se le aplicó agua; presentando una longitud promedio de 26 cm a los 12 días y 27 cm a los 18 días, los resultados en esta investigación son similares a los obtenidos por Suarez ya que en ambas investigaciones no se presenta diferencia significativa entre tratamientos a los cuales se les aplicó soluciones nutritivas.

La altura obtenida en la investigación es menor, ya que en esta investigación se obtuvo una altura promedio, a los 16 días se obtuvo una altura de 14 cm mientras que a los 18 días se obtuvo una altura promedio de 15 cm.

Esto se puede deber a que Suarez utilizó semilla de maíz, además de tener una mayor densidad de siembra; se usó 3 kg /m²; Tarrillo (2008) indica que para maíz se considera una densidad óptima de 1kg/m²; Morales (2002) señala que a medida que se incrementa la densidad de siembra, la altura también se incrementa, siendo influenciado por la competencia entre plantas.

4.2. RENDIMIENTO FVH

4.2.1. Conversión semilla a biomasa.

En los resultados podemos observar que los datos son estadísticamente iguales en los tratamientos a los cuales se les aplicó soluciones nutritivas obteniendo un promedio de 4 kg a los 12 días y 5 kg a los 18 días; mientras que los tratamientos a los cuales se les aplicó agua son estadísticamente diferentes al resto además de presentar un menor peso de conversión semilla a biomasa, teniendo un peso promedio de 3.65 kg.

Valdivia, E (1997); señala que una conversión de semilla a biomasa de 1:4 es un buen logro, pero lo importante es alcanzar rendimientos de 1:5 ó 1:6. Considerando estos intervalos, los tratamientos a los cuales se les aplicó solución nutritiva se encuentran en un promedio de 4.67 kg; ubicándose en un rango bueno; mientras que los tratamientos a los que se les aplicó agua 3.65 kg encontrándose por debajo del promedio indicado en la investigación de Valdivia. Podemos observar también en los resultados, los tratamientos a los cuales se les aplicó soluciones nutritivas y cosecharon 18 días; presentan un mayor peso obteniendo un promedio de 5.16 kg considerándose rangos

altos; mientras que el tratamiento al que se le aplicó agua y cosecho 12 dds, tiene un peso de 4.06 kg siendo un rango bueno pero inferior al anterior. En los resultados se puede observar que factores a los cuales se les aplicó soluciones nutritivas obtuvieron 21% más de biomasa que el factor a4 al cual solo se le aplicó agua.

Maldonado R et al. (2013), Aplicó 5 tratamientos, 4 soluciones con método de Steiner a distintas dosis de nitrógeno (12%, 7%, 7.3%, 6%), un tratamiento con solución nutritiva FAO (3.2%), testigo agua, cosecha 15 dds. Los tratamientos propuestos por Steiner fueron estadísticamente iguales y superiores, presentando 5kg de biomasa. En la investigación se puede observar que FAO y el tratamiento testigos presentan menor porcentaje de nitrógeno, presentando un promedio de 4kg de biomasa.

Suarez (2015), Aplicó 3 tratamientos Hoagland, FAO, S.M, testigo agua. Tiempos cosecha 12, 15, 18 dds. Las soluciones propuestas se encuentran en un rango alto de nitrógeno (224 mg/L; 190 mg/L; 150 – 225 mg/L)

Se puede observar que en los tres tiempos donde se realizó la evolución de biomasa las 3 soluciones son estadísticamente iguales y superiores que el testigo al que solo se le aplicó agua; presentaron un peso promedio de 6.9 (12dds), 6.44(15dds), 6.33(18dds). Mientras que el tratamiento testigo presentó un peso 5.21, 5.3, 5.9 respectivamente. Los tratamientos a los que se les aplicó soluciones nutritivas, tuvieron un mayor peso que el testigo obteniendo: 14%, 17% y 6% más respectivamente.

Gonzales & García (2015) Tubo 4 tratamientos; 2 distintas dosis de NPK (12-30-10; 15-15-15), Uría y un tratamiento testigo. Tiempo de cosecha 12 dds. Las soluciones propuestas se encuentran en un rango alto de nitrógeno (1740 mg/L, 1750 mg/L). Los tres tratamientos a los que se les aplicó nutrientes fueron superiores y estadísticamente iguales. Presentando un peso promedio de 13 kg de biomasa, presentando un 30% más.

Podemos observar en las 3 investigaciones obtuvieron un mayor promedio de biomasa; esto se debe a que en estas el contenido de nitrógeno se encuentra en un rango alto, mientras que en la presente investigación el nitrógeno suministrado es medio a bajo. FAO, (2001) nos indica que la producción de biomasa en Forraje Verde Hidropónico, se favorece cuando el forraje es fertilizado con mayores cantidades de nitrógeno; ya que este se encarga del crecimiento y desarrollo foliar de la planta.

4.3. VALOR NUTRITIVO: ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

4.3.1. Carbohidratos.

En los resultados mostrados podemos ver que se encuentra diferencia para el factor a; mostrando que el factor a4 (agua) destaco sobre los otros factores. Además que el tratamiento T3 es superior en comparación con el resto.

Botánica Online (2013) indica que un alto nivel de potasio incrementa la formación y translocación de carbohidratos. En el análisis fisicoquímico podemos observar que la solución fertiplan y agua son los que mayor potasio total poseen favoreciendo la formación de carbohidratos.

Los resultados obtenidos difieren con la investigación Candia (2014), en su investigación nos indica que hay diferencia significativa en el análisis para carbohidratos; indicando un mayor resultado con la soluciones a base de guano de cuy; 7.15%; mientras que con solución molina se obtuvo un 5.02 (29% menos); esto es debido a que el análisis de la solución nos indica que agua blanda. El factor a3, el tratamiento T5 y T6, son inferiores al resto; en el análisis químico, la solución a base de guano de cuy posee mayor cantidad de potasio, pero al ser un agua semidura se dificulta el aprovechamiento de los nutrientes, además de disminuir la capacidad fotosintética (Sánchez, 2000).

En el factor B se muestra como mejor, el factor b1; obteniendo un 7.64% de carbohidratos un 20% mas que el factor b2; además podemos ver que este factor influye positivamente en todo el factor a, lo que quiere decir que aplicando cualquiera de las soluciones nutritivas empleadas en esta investigación y realizando la cosecha a los 12 dds se podría obtener el mayor porcentaje de carbohidratos. Estos resultados concuerdan con Gómez (2007), en su investigación se puede observar que el porcentaje de carbohidratos disminuye un 10% a los 15 dds (52%) mientras que a los 12 presenta un 58% de carbohidratos.

A los 18 dds se registra una menor concentración de carbohidratos esto se produce por que el valor nutritivo depende de la relación hoja/tallo, los tallos poseen mas fibra que las hojas siendo su digestibilidad 80.90% y del tallo 50.70%; esta relación disminuye con la edad; el efecto del proceso de maduración de la planta, lo cual implica un engrosamiento de la pared celular resultando en una disminución de los nutrientes disponibles (Minson, 1990).

4.3.2. Fibra cruda.

Los resultados difieren con los presentados por Ortega (2004); en su investigación probó dos tiempos de escurrimiento 24 y 12 horas (cosechado a los 15 dds); obtuvo un porcentaje de fibra 18,38 a 19,87%.

Herrera Torres et al. (2010), Evaluó 3 tiempos de cosecha en trigo; 8 -10-12 dds; quien nos indica que a los 12dds hay un incremento de fibra en comparación con los anteriores días de cosecha; se obtuvo 21,2 % mientras que a los 8 y 10 dds se obtuvo 11 y 15.2 respectivamente.

Mientras mayor sea la edad de cosecha mayor será el contenido de fibra, esto se debe al engrosamiento de la pared celular que provoca disminución de calidad nutricional. Herrera *et al.* (2007).

Rodríguez (1999), señala que a medida que el forraje madura aumenta el contenido de fibra, esta afirmación difiere con los resultados de la investigación ya que no se encuentra diferencia significativa en el tiempo de cosecha; a los 12 dds se obtuvo un 0.10% mientras que a los 18 dds un 0.12%.

En los resultados análisis bromatológicos - fibra cruda no se presentó diferencia significativa en ningún factor, ni tratamientos. (En tiempo de cosecha 12 dds ni comparación 12-18).

Podemos ver que el porcentaje de fibra es mayor en el tratamiento 2 (la molina), mientras que los tratamientos 8 y 6 son estadísticamente iguales; el tratamiento 4 se presenta como el que menor porcentaje de fibra presenta.

Herrera *et al.* (2007), indica que a mayor aplicación de nitrógeno se puede reducir el porcentaje de fibra; pudiendo viendo en los análisis, que el nitrógeno total de las soluciones nutritivas se encuentra en rangos medios a bajos; la solución molina, agua presentan niveles bajos de nitrógeno mientras que la solución guano de cuy presenta rangos altos pero al ser agua semi dura se dificulta la absorción de este; la solución 202020 presenta una cantidad media de nitrógeno; puede ser por esta razón que presenta menor porcentaje de fibra.

Londoño (1993) elaboró una escala de calificación para las comparaciones de resultados de análisis de fibra en los pastos y forrajes. Los resultados obtenidos en el presente estudio se pueden calificar excelentes con respecto a la clasificación de Revuelta, obteniendo un promedio de fibra cruda de 0.11%.

Cuadro 117. Clasificación de los henos de acuerdo con su contenido en fibra**Londoño F, 1993**

Escala	Fibra cruda %
Mediocre	33.5
Regular	26.0
Muy bueno	No >de 22
Excelente	No >de 19.5

Fuente. Londoño, F. 1993.

4.3.3. Grasa:

En los análisis bromatológicos en el anexo 07 y 08 podemos observar que el porcentaje de grasas se encuentra en un rango de 0.22 a 0.30. García A et al. (2003) indica que el contenido de grasa en cebada hidropónica se encuentra en 0.21 por ciento, a los 12 días de cosecha, esta investigación concuerda con estos datos.

En la investigación de Oyedeji *et al.* (2014) prueba aplicar compuesto NPK, y un compuesto orgánico guano de aves de corral en amaranto, observando que en el análisis bromatológico el contenido de grasa es menor aplicando NPK; estos resultados concuerdan con los obtenidos en la investigación donde podemos observar que a2 y los tratamientos T4 y T3 son inferiores a los demás; en investigación Oyedeji indica que esto puede ser posiblemente debido al equilibrado nutriente en el estiércol, a diferencia de NPK con contenido proporcional de N, P y K y el control con menor concentración de nutrientes.

Casazza A *et al.* (2009) indica que una disminución en un 75% de la concentración de nitrógeno, aumenta el porcentaje de grasa; esto concuerda con los resultados obtenidos donde podemos ver que a1, a3 y a4 son estadísticamente iguales y superiores a a2. En los análisis podemos observar que a1 y a4 poseen menor cantidad de nitrógeno y aunque a3 posee mayor cantidad de nitrógeno al ser agua semi dura se dificulta la absorción de nutrientes.

4.3.4 Proteína.

En los resultados se presenta diferencia significativa en el factor A; mostrándonos que el factor a1 se encuentra ubicado como el mejor, seguido por a2,a4 la solución y dejando a3 como la solución que presenta menor porcentaje de nitrógeno; FAO (2001) nos indica que una concentración excesiva de nitrógeno disminuye el aporte proteico en 13.6%, causado un posible efecto de toxicidad o desbalance con otros nutrientes, lo que a su vez, sería la causa de una menor producción de fitomasa; esta afirmación coincide con la presentada por FAO, en el anexo 01 podemos observar el análisis fisicoquímico en donde encontramos que la solución molina a1; posee menor cantidad de nitrógeno, mientras que la solución de guano de cuy presenta una cantidad de 64.40 mg/L; Herrera *et al.* (2010) nos indica también que una concentración mayor de 40 mg/L de nitrógeno no aumenta la concentración proteica, sino que lo disminuye.

Se observa una diferencia en el factor b, siendo b1 superior a b2; esto es debido a la disminución de proteína total en FVH esto se da por la maduración de la planta, ya que durante el desarrollo de órganos estructurales como tallos y pecíolos, el N se desplaza a las partes más jóvenes. Esto disminuye la fracción de biomasa activa y promueve una dilución del N en la planta. Los porcentajes de celulosa también aumentan ligeramente con el avance de los días de cosecha, por lo se sugieren que la cosecha del forraje hidropónico se debe realizar entre 8 a 12 días, para poder usar el contenido proteico sin reducirse la materia seca y su digestibilidad (Müller L *et al.*, 2006).

En los resultados podemos observar que el día 18 dds se pierde 30% de proteína total, esto concuerda con lo indicado por FAO (2001) donde se menciona que a partir del día 12 de producción se inicia un marcado descenso en el valor nutricional del FVH; los resultados obtenidos también concuerdan con los hallados por Moyano *et al.* (2012), observaron que el comportamiento de la proteína del Forraje Verde Hidropónico de maíz en función del tiempo de cosecha, presenta su pico máximo de contenido proteico en el día decimo, a partir del cual empieza a descender levemente hasta el día doce, de ahí en adelante presenta un descenso vertiginoso.

Bohnert *et al.* (2002), menciona que un forraje con un contenido de proteína mayor a 5%, es un forraje de buena calidad; en los resultados de análisis bromatológico presentado en el anexo 07 y 08; podemos observar que el porcentaje de proteína a los 12 dds está en un promedio de 5%; siendo esto un forraje de buena calidad; si comparamos

los resultados con la investigación de Amaya (1998), podemos ver que el mayor porcentaje de proteínas se obtiene a los 12 días de cosecha; siendo similar a esta investigación por otro lado en esta investigación se obtuvo 17.4% de proteína, observando que hay una gran diferencia con el porcentaje presentado en esta investigación esto puede ser debido a que en la investigación presentada por Amaya se usó forraje hidropónico de maíz.

4.3.5. Materia seca.

En los resultados podemos observar que se encuentra diferencia en tratamiento y factores; siendo el factor a4 el mejor seguido por el a2 y el que presenta menor % materia seca es el factor a3; en el factor b; el b1 es superior a b2, en tratamientos se presenta como mejor T3.

Los resultados de este estudio concuerdan con lo expresado por Tarrillo (2007) quien recopilando información de varios autores aduce que es posible obtener valores de MS entre 12 - 20% en sistema hidropónicos.

García A et al. 2003, mencionan que el suministro adecuado de nutrientes, especialmente nitrógeno (N), es un factor determinante que impacta la acumulación de materia seca en cultivos sometidos a altas densidades de siembra, como en el FVH. Esta afirmación coincide con los resultados de la investigación, podemos observar en los anexos 01 el análisis fisicoquímico donde la solución fertiplan posee mayor cantidad de nitrógeno que las otras soluciones; pudiendo ser por esto que en tratamientos y factor a poseer un mayor % de materia seca.

Candía, L 2014 aplicó dos dosis distintas de guano de cuy y un testigo solo agua, no se presentó diferencia significativa entre tratamientos para la variable %MS, presentando un 8%; el resultado de materia seca en esta investigación es de un 11% superior al resultado obtenido por Candía, esto puede ser a que en esta investigación se registró un mayor porcentaje de nitrógeno.

López, P et al. 2013 En su investigación el forraje fue cosechado a los 12 dds y se aplicó 3 soluciones: 15 15 15, 12 30 10, urea y un testigo agua; en sus resultados encontró que los tratamiento que mayor % de materia seca presentaban era el tratamiento al que le aplico 15 15 15 y el testigo al que solo le aplico agua; en esta investigación se obtuvo resultados similares en los que podemos ver que el testigo y la solución fertiplan 20 20 20 presenta el mayor porcentaje de materia seca.

Herrera, E et al. 2010 reportaron un incremento de la MS al aumentar los días a cosecha de FVH, indica que hay una relación directa en desarrollo de parte aérea y materia seca; Teixeira, V et al. 2009, concluyó que con la edad, o el estado de madurez de la planta, se incrementan la MS, estos resultados difieren con el presente estudio, ya que la materia seca disminuye el día 18 dds; en estas investigaciones se afirma que hay una relación en desarrollo de planta y % MS; podemos observar en los resultados desarrollo de parte aérea que el día 18 dds se registra el mayor desarrollo; lo que pudo ocurrir con los tratamientos que tuvieron mayor altura y menor porcentaje de materia seca fue un proceso de etiolación que produjo hojas delgadas debido a la competencia por luz (Maldonado T et al. 2013).

Perez L, 2014; nos indica que en las primeras etapas de desarrollo se presenta una mayor eficiencia en la actividad fotosintética, por lo tanto una producción de materia seca más alta, en los resultados obtenidos podemos ver que b1 es superior a b2 donde hay menor cantidad de materia seca.

FAO 2001, nos indica que la pérdida de materia seca es menor los primeros 11 días si se aplica nitrógeno, esta afirmación concuerda con los resultados, T3 se presenta como el mejor; posee mayor cantidad de nitrógeno y es cosechado a los 12 dds siendo considerado este un periodo de tiempo en el que la materia seca se pierde en menores proporciones. FAO 2001, también señala que a los 15 días la materia seca se reduce un 76%, guardando relación con esta investigación, T4 fertiplan 18dds fue el que produjo menor porcentaje de materia seca reduciéndose un 65%.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se efectuó la investigación, los resultados obtenidos y objetivos planteados, se llega a las siguientes conclusiones:

- La aplicación de soluciones nutritivas no influye en el desarrollo del colchón de raíz en forraje hidropónico; el tiempo de cosecha nos muestra a los 18 dds hay un desarrollo del 7% más que a los 12 dds.
- En la investigación no se ve diferencia entre soluciones nutritivas, para longitud de parte aérea y conversión de semilla a biomasa:
Lo que nos indica que las aplicación de soluciones con porcentaje altos medios de nitrógeno, aumenta el desarrollo folia un 13%r que solo aplicando agua. Además de mostrando un 21% más de conversión de semilla que con solo agua, alcanzando pesos de 4 – 5 kg de forraje por 1 kg de semilla.
- En el análisis bromatológico podemos observar que si se desea obtener valores nutritivos altos; la cosecha de debe dar a los 12 dds; ya que si se cosecha días posteriores empieza el proceso de maduración y engrosamiento en la pared celular disminuyendo el valor nutritivo; para carbohidratos a los 18 dds se pierde un 20%; para proteína a los 18 dds se pierde un 28%; mientras que para materia seca a los 18 dds se pierde un 22%.
Además se debe aplicar soluciones con nitrógenos altos- medios que no superen 40 mg/L ya que disminuyen el porcentaje de proteína; en esta investigación la solución fertiplan es la que obtiene mayores valores nutritivos; podemos observar que en carbohidratos esta solución presenta un 14% más; mientras que para fibra posee un 10% menos; para grasa posee un 21% menos, para proteína obtuvo un 9% más, para materia seca obtuvo un 8% más; en relación a las demás soluciones.

CAPÍTULO VI:

RECOMENDACIONES

- Enfocar más trabajos en producción de forraje hidropónico acorde a las necesidades del productor.
- Efectuar un manejo adecuado a todas las exigencias del cultivo tanto como temperatura, humedad y luminosidad.
- Para poder obtener resultados favorables en calidad nutricional de forraje hidropónico, se debe aplicar soluciones nutritivas, especialmente que sean altas en nitrógeno ya que este aumenta el porcentaje de proteína y disminuye el porcentaje de fibra.
- Se debe considerar el tiempo de cosecha en forraje verde hidropónico, ya que este factor está directamente relacionado con calidad nutricional; cosechas tempranas contienen mayor porcentaje de proteína, carbohidratos, y menor porcentaje de fibra, siendo de mayor digestibilidad para el ganado.

CAPÍTULO VII:

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alcasena Gurupegui, M. 2012. Estudio de la afección del nematodo de las agallas del cereal (*Anguina* sp), en cebada (*Hordeum vulgare* L). Tesis Ing Agr. Navarra, ES. Universidad Pública de Navarra. 58 p.
2. Álvarez, L. 2006. Eficacia de tres medios hidropónicos en la producción de forraje verde, en avena forrajera (*Avena sativa* L.). Tesis Ing. Agrop. Cuenca, EC .Universidad del Azuay.VIII, 61p.
3. Álvarez Vigoria, F. 2012. Producción de forraje verde hidropónico: una alternativa para alimentación de animales en periodos de carencia de pastos. Ed. P Forsyth. S.L. PE. Servicios generales. p. 13-19.
4. Amaya, C. 1998. Cultivos hidropónicos. Bogotá, Colombia. s.e.p.s.p.
5. Arrellano Aravena, VH. sf. Manual de la cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L). CL. Editorial Agro Inversiones. p. 10 -13.
6. Bohnert, D; Schauer, M. 2002. Influencia de la degradabilidad proteica del rumen y frecuencia de suplementación en los novillos que consumen forraje de baja calidad. Oregon, US. 6(80): 2967-2977.
7. Argote Quispe, G; Ruiz Chamorro, JA. 2011. Guía técnica curso taller: Manejo y conservación de avena forrajera. Puno, PE. s.e. p.7.
8. Botánica online. 2013. Propiedades de los nutrientes de las plantas (en línea). Consultado 5 abr. 2017 <http://www.botanical-online.com/propiedadesnutrientes.htm>
9. Bouzo C, et al. 2009. Caracterización y análisis técnico de los invernaderos en las provincias de Córdoba y Santa Fe. Cordoba, AR. s.e. 28(67): 24 – 36.
10. Calles Arias, DR. 2005. Evaluación de la producción y calidad de forraje verde hidropónico (F.V.H) de cebada (*Hordeum vulgare* L) con la utilización de diferentes niveles de azufre y su respuesta en ganado lechero. Tesis Ing. Zoot. Riobamba, EC. Escuela superior politécnica de Chimborazo. 128 p.
11. Candía Albornoz, LS. 2011. Evaluación de la calidad nutritiva y rendimiento del forraje verde hidropónico fertilizados con diferentes soluciones nutritivas orgánicas (en línea).

- Cajamarca, PE. Consultado 12 mayo 2015. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/76048775/1-evaluacion-de-la-calidad-nutritiva-y-rendimiento-del-forraje-verde-hidroponico-fertilizados-con-diferentes-soluciones-nutritivas-organicos>
12. Candía, L. 2014. Evaluación de la calidad Nutritiva de forraje verde de Cebada (*Hordeum vulgare L*) hidropónico, fertilizado con soluciones de guano de Cuy (*Cavia porcellus L.*) a dos concentraciones. Revista salud y tecnología veterinaria no.2: 55 -62.
 13. Casazza, A; Ortiz, E; Perego, P; Borghi, M. 2009. Efecto de la temperatura y la concentración de nitrógeno sobre el crecimiento y contenido lipídico de *Nannochloropsis oculata*. US. 48(6): 1146-1151p.
 14. Carballo, C. 2000. Manual de procedimientos para germinar granos para la alimentación animal. Culiacán, MX. sp.
 15. Espíritu Arias, RZ; Herrera Camasca, E.2012. Crianza de cuy (*Cavia porcellus L.*): manejo tecnificado. Lima, PE. s.e. p. 22 -42.
 16. Estrada Zuniga, R; Altamirano Vásquez, H. 2012. Cebada INIA 411 San Cristóbal. Cusco, PE. s.e. sp.
 17. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, CL). sf. Abonos organico (en línea). Consultado 20 junio 2015 <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s07.pdf>
 18. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, CL). 2001. Manual técnico forraje verde hidropónico: mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los Centros de Desarrollo Infantil del INNFA. Santiago, CL. s.e. 68 p.
 19. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, CL). 2013. Manual del compostaje del agricultor: Experiencia en América latina. Santiago de Chile, CL. s.e. 106 p.
 20. FENALCE. sf. Cebada: Historia de la cebada (en línea). Nariño, CO. Consultado 5 de junio 2015 <http://www.fenalce.org/nueva/pg.php?pa=76>
 21. García Esteva, A.; Kohashi Shibata, J.; Baca Castillo, G.; Escalante Estrada, J. 2003. Rendimiento y asignación de materia seca de una variedad de trigo en un sistema hidropónico y suelo. Chapingo, MX. Terra Latinoamericana 21(4): 471-480.

22. Gómez Hidalgo, M. 2007. Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L), con diferentes tiempo de cosecha y dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes (*Cavia porcellus* L.). Tesis Ing. Zoot. Riobamba, EC. Escuela superior politécnica de Chimborazo. IX, 76 p.
23. Gonzales Diaz, J; Garcia Reyes, M. 2015. Evaluación de tres tipos de fertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) en invernadero no convencional, La Trinidad, Estelí. Tesis Ing. agr. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. p 34.
24. Guzmán Díaz, G. 2004. Hidroponía en casa: Una actividad familiar. Ed. O Castillo. CR. s.e. 25 p.
25. Herrera, A.; Depablos, L.; López, R.; Benezra, M.; Ríos, L. 2007. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de Maíz (*Zea mays*), repuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. VE. Revista científica, 4(1): 8p.
26. Hydroenviroment. sf. Producción Intensiva de Forraje Verde a Través de la Hidroponía (en línea). Tlalnepantla, MX.12 mayo 2015. Disponible en http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=126
27. ICAR (Indian Council Agricultural Research, IN). 2011. Tecnología para producir forraje verde hidropónico. Old Goa, IN. s.e. s.p.
28. ITAAGRO (Industria tecnológica agrícola del Perú). sf. Ficha Fertiplan NPK 20-20-20 (en línea). Lima, PE. Consultado 24 de mayo 2015. <http://www.itagro.com.pe/bioestimulantes2/92-productos/fertilizantes-foliare-liquidados/124-fertiplan-npk>
29. INIA (Instituto nacional de estadística e informática). 2012. Resultados definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima, PE. s.e. 62p.
30. Londoño, F. 1993. Fundamentos de Alimentación Animal. Managua, Ni. 108-109 p.
31. López Pascua, P; Mcfield Garcia, S.2013. Efectos de tres tipos de fertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) variedad NB6, en un invernadero no tradicional. Tesis Ing. agr. Managua, NI. Universidad Nacional Agraria. p 34.
32. López Valoy, B.; Cisneros Lopez, M.; Valdivie Navarro, M.; Sotto Agüero, V.; Ramírez, J.; Savon, L.; Soza, W. 2012. Indicadores del valor nutritivo del Hidroforraje

- de Leucaena (leucocephala) para la alimentación de conejos. Málaga, ES. REDVET. 13(2). 1 - 12 p.
33. Maldonado, R; Álvarez, MA; Cristóbal, D; Ríos, E. 2013. Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. Chapingo, MX. Rev Chapingo Ser Hortic 19(2): 211-223.
34. Maldonado Torres, et al. 2013. Nutrición mineral de forraje verde hidropónico. Revista chapingo serie horticultura 19 (2): 211 -223.
35. Marschner, H. 2012. Nutrición Mineral de Plantas Superiores. Londres, GB. 3 ed. 889p.
36. Mayta Huiza, F. s.f. Cultivo y manejo de Pastos. Moquegua, PE. s.e. 104p.
37. Minson, D.J. 1990. Forraje en nutrición de rumiantes. San Diego, US. p. 125
38. Morales Gómez, J. 2002. Densidades de siembra y contenido nutrimental de forraje verde hidropónico y su efecto en la ganancia de peso en ganado ovino. Tesis Ing. agr. Chapingo, MX. Universidad Autónoma Chapingo. 52 p.
39. Morales Velazco et al. 2012. Identificación de cereales cebada (*Hordeum vulgare*). Chapingo, MX. 14p.
40. Morgan, L. 2012. Producción y nutrición de cebada forrajera en un sistema hidropónico (en línea).US. Consultado 7 ene. 2017 <http://maximumyield.com/blog/2013/08/01/the-restricted-section-root-restriction-in-hydroponics/>
41. Moyano Hernández, L; Sánchez Moreno, H.2012. Comportamiento de la proteína de forraje verde hidropónico en función del tiempo de cosecha. Meta, CO. Revista sistema de producción agroecológico 3(2): 36 -45p.
42. Müller, L., Manfron, P., Santos, O., Petter, S., Dourado, D., Morselli, T., Lopes, G.; Hedlund, A. 2006. Efecto de solución nutritiva en producción y calidad nutricional de forraje hidropónico de trigo (*Triticum aestivum* L.). BR. Zootecnia Tropical Brasil. 24 (2): 137-152 p.
43. Müller, L; Manfrin, PA; Bandeira, AH; Medeiros, SLP; Kruehl, IB. 2012. Efecto vermicompost en la producción y calidad nutricional de forraje hidroponía trigo (*Triticum aestivum* L.) en fechas de cosechas diferentes. Enciclopedia Biosfera 8(15): 1693 – 1700.
44. Navarrete Flores, RO. 2008. Estudio de la producción de dos gramíneas (*Hordeum vulgare* L y *Triticum aestivum* L.) y una leguminosa (*Vicia* sp.) para forraje verde

- hidropónico (FVH) con tres cortes sucesivos en la granja ECAA. Tesis Ing. Agrop. Ibarra, EC. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. VII, 98 p.
45. Perez, L. 2014. Efecto del sombreado y fertilización sobre el crecimiento y productividad del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) (en línea). MX. Consultado 15 jun. 2017 [repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1323/influencia%20del%20sombreado%20y%20la%20fertilizacion%20sobre%20el%20crecimiento%20y%20productividad%20del%20forraje%20verde%20hidroponico%20de%20maiz%20\(zea%20mays%20l.\)..pdf?sequence=1](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1323/influencia%20del%20sombreado%20y%20la%20fertilizacion%20sobre%20el%20crecimiento%20y%20productividad%20del%20forraje%20verde%20hidroponico%20de%20maiz%20(zea%20mays%20l.)..pdf?sequence=1)
46. Ortega, M. 2004. Evaluación de los intervalos de escurrimiento de semilla durante el periodo de remojo para producir forraje verde hidropónico y su evaluación en alimentación de vacas lecheras. Tesis agr. Riobamba, EC. Escuela superior Politécnica de Chimborazo. 160 p.
47. Oyedeji, S; Adedayo, D; Ajibola, A; Oladipo, O. 2014. Efecto de NPK y el estiércol avícola sobre el crecimiento, el rendimiento y la composición aproximada de tres amarantos. Ibadan, NG. Ashraf. Revista botánica. 6p.
48. Quiñones Ramirez, E. 2011. Produccion de forraje hidropico de cebada (*Hordeum vulgare L*), maíz (*Zea mays L.*) y arroz (*Oryza sativa L.*), utilizando microorganismos eficaces en el agua de riego. Tesis Ing Agr. Lambayeque, PE. 76p.
49. Rashtriya, KVY. s.f. Producción de forraje verde hidropónico, amigable con el ambiente y sustentable para la producción de leche (en línea). Goa, IN. Consultado 28 abr.2015. Disponible en http://rkvy.nic.in/download/RKVY_New_Success_Stories/goa/4.pdf.
50. Rodríguez, D. 1999. Caracterización de la Respuesta a la Fertilización y Calidad Forrajera en los Valles de Chiquinquirá y Simijaca. Bogotá, CO. 56 p.
51. Rodríguez Morales, HJ; Gómez Danés, AA; Juárez López, P; Loya Olgún, L; Ley de Coss, A. 2012. Forraje verde hidropónico de maíz amarillo (*Zea maíz L.*) con diferente concentración de solución nutritiva. Abanico veterinario 2(3): 20-28.
52. Ruano Paucar, EJ. Desarrollo integral agropecuario: Desarrollo fenológico de la cebada. Carchi, EC.22p.
53. Ruiz et al. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos (en línea). Jalisco, MX. p 108 – 100.


54. Sánchez, J. 2000. FERTIRRIGACION: Principios, Factores, Aplicaciones. Lima, PE. 26p.
55. Suarez Reyes, Y. 2015. “Efecto de soluciones nutritivas y tiempos de cosecha en el rendimiento y calidad nutricional del forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) en Santa Elena”. Tesis Ing. agr. La Libertad, EC. Universidad Estatal Península de Santa Elena. 60 p.
56. Tabaré, B. sf. Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes (en línea). Zamora, ES. Consultado 23 de mayo 2015. Disponible en <http://www.cerealesyforrajes.com.ar/TechNotes/PDF/TechNote03.PDF>
57. Tarrillo Olivares, H. 1999. Utilización del Forraje Verde Hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare L*), Alfalfa (*Medicago sativa L.*) en pellets y en heno, como forrajes en la alimentación de terneros Holstein en lactación. Tesis Ing Zoot. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria la Molina. 79 p.
58. Tarrillo Olivares, H. 2007. Forraje verde Hidropónico, forraje de alta calidad para la alimentación animal. (En línea). Arequipa, PE. Consultado 15 jul 2015. Disponible en <http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php>
59. Tarrillo Olivares, H. 2008. Forraje Verde Hidropónico: Manual de Producción. Lima, PE. Editorial Forraje Hidropónico E.I.R.L. 41 p.
60. Teixeira, C; Miranda, D; Coser, C; Martins, E . 2009. Producción de materia seca y valor nutritivo de pasto elefante bajo irrigación y fertilización nitrogenada. BR. Revista Brasil Zoo tecnológica. 38: 435-442.
61. Torres Herrera, E; Cerrillo Soto, MA; Juárez Reyes, AS; Murillo Ortiz, M; Rios Rincon, FG; Reyes Estrada, O; Barragan Bernal, H. 2010. Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo (*Triticum aestivum L.*). Revista de ciencia y tecnología de América 35(5): p 284 – 289.
62. Tubon Siza, MA. 2013. Utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad Ecuador. Tesis Dra. Zoot. Ambato, EC. Universidad técnica de Ambato. 67p.

63. UNALM (Universidad nacional Agraria la Molina). 2013. Soluciones hidropónicas la Molina (en línea). Lima, PE. Consultado 23 de mayo 2015. Disponible en <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/ciencias/hidroponia/solucion1.htm>
64. UNICEN (Universidad Nacional del centro de la provincia de Buenos Aires). 2011. Composición y valor nutritivo de los alimentos: Curso alimentos y alimentación (en línea). Buenos Aires, AR. Consultado 2 mayo 2015. Disponible en <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Alimentos%20y%20Alimentacion/Documentos/2011/alimentos%20caracter%C3%ADsticas.pdf>
65. USDA (Departamento de agricultura de Estados Unidos). 2014. Base de datos nacional de nutrientes de referencia estándar: Cebada (en línea). Washington D.C., US. Consultado 23 mayo. 2015. Disponible en <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6476?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=barley&ds=&qt=&qp=&qd=&qn=&q=&ing=>
66. Valdivia, E. 1997. Producción de forraje verde hidropónico. Conferencia Internacional de Hidroponía Comercial. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima, PE. p. 91-99.
67. Villota Camacho, GM. 2013. Efecto de dos soluciones nutritivas en la producción y calidad de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea maíz L.*), trigo (*Triticum aestivum L.*) y cebada (*Hordeum vulgare L.*) en el cantón mocha provincia de Tungurahua. Tesis Ing Agr. Santo domingo de los Tsáchilas, EC. Escuela Politécnica del Ejército. 108 p.

CAPÍTULO VIII:

ANEXOS

ANEXO 01. ANALISIS FISICOQUIMICO: NITRÓGENO AMONIACAL, NITRÓGENO ORGÁNICO, NITRÓGENO TOTAL, FOSFORO TOTAL, POTASIO TOTAL 11 DE SETIEMBRE DEL 2015. AGUA POTABLE, FERTIPLAN NPK 202020, SOLUCIÓN DE GUANO DE CUY Y SOLUCIÓN NUTRITIVA LA MOLINA.



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
 ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 014 – 09 - VAR. 2015

I.- INFORMACION PRELIMINAR

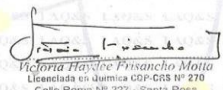
SOLICITANTE : GRECIA COAQUIRA RÍOS
DIRECCION : AV. AREQUIPA 1306. ALTO SELVA ALEGRE-AREQUIPA
SERVICIO SOLICITADO : ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO: Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Orgánico, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Potasio Total.
FECHA DE MUESTREO : 11 de Setiembre del 2015
N° DE MUESTRA Y COD. LABORATORIO : M-1 = 295 Agua Potable Hora 3:20 p.m.
 M-2 = 296 FERTIPLAN NPK 20-20-20 Hora 3:20 p.m.
 M-3 = 297 Solución Guano de Cuy Hora 3:20 p.m.
 M-4 = 298 Solución Nutritiva La Molina Hora 3:20 p.m.
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 botellas de plástico con 1,000 ml. de muestra aprox. c/li.
PERIODO DE CUSTODIA DE LA MUESTRA : 10 Días
FECHA DE RECEPCION : 11 de Setiembre del 2015
FECHA ENTREGA DE RESULTADOS : 21 de Setiembre del 2015

II.- RESULTADOS DEL ANALISIS FÍSICOQUÍMICO


DESCRIPCION	UNIDAD DE LOS RESULTADOS	RESULTADO			
		M-1 295	M-2 296	M-3 297	M-4 298
Nitrógeno Amoniacal N-NH ₃	mg/L	0.0	8.68	36.12	11.48
Nitrógeno Orgánico N _{org}	mg/L	0.0	32.2	28.28	3.64
Nitrógeno Total N _{total}	mg/L	0.0	40.88	64.40	15.12
Fósforo Total P _{total}	mg/L	0.0	14.2	2.84	7.02
Potasio Total K _{total}	mg/L	6,000	6,600	10,600	2,000

mg/L = miligramos por litro = partes por millón

METODOLOGIA
 Nitrógeno Amoniacal: Standard Methods 4500-NH₃B Preliminary Distillation Step
 Nitrógeno Amoniacal: Standard Methods 4500-N_{org}B Macro Kjeldahl Method
 Nitrógeno Total: Cálculo
 Fósforo Total: HACH Method 8190 Acid Persulfate Digestion Method
 Potasio Total: Fotometría de Emisión de Llama



Victoria Haydee Pizsancho Molina
 Licenciada en Química COP-CRS N° 270
 Calle Roma N° 227 - Santa Rosa
 M. Melgar - Arequipa



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
 EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 1 de 1

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab_laquis@hotmail.com
 PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
 www.laboratoriolaquis.com
 AREQUIPA - PERU

ANEXO 02: ANALISIS FISICOQUIMICO, AGUA DE RIEGO



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 089 – 09 – AG – 2015
ANÁLISIS DE AGUA

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : GRECIA COAQUIRA RÍOS
DIRECCIÓN : AV. AREQUIPA 1,306. ALTO SELVA ALEGRE
TIPO DE MUESTRA : AGUA PARA RIEGO
SERVICIO SOLICITADO : ANALISIS FÍSICOQUÍMICO
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M – 1 295
FECHA DE MUESTREO : 11 de Setiembre del 2015
PRESENTACION : 01 botella de plástico con 1.0 Litro de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCION : 11 de Setiembre del 2015
FECHA ENTREGA RESULTADOS : 21 de Setiembre del 2015

II. RESULTADO ANALISIS FISICO QUIMICO EN AGUA PARA RIEGO

Cod. Lab.	pH	C.E. mS/cm.	STD mg/L	Dureza Total ppm CaCO ₃	CATIONES meq/L				ANIONES meq/L				RAS	Clasif.
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻		
295	7.28	0.18	110	66.04	0.609	0.711	0.515	0.16	0.412	0.925	0.78	0.0	0.63	C ₁ S ₁

Abreviaturas
 C.E = Conductividad Eléctrica mS/cm = milisemens por cm meq/L = miliequivalentes por litro ppm CaCO₃ = partes por millón de Carbonato de Calcio
 RAS = Relación de Adsorción de Sodio STD = Sólidos Totales Disueltos mg/L = miligramos por litro Clasif.=clasificación

CLASIFICACION DE LAS AGUAS DE RIEGO
 Según el Diagrama para Clasificación de Agua para Riego (Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos Dpto. de Agricultura de EE.UU. tenemos que:
LA MUESTRA SE CLASIFICA EN C₁ S₁
Agua de Baja Salinidad C₁: Puede usarse para riego de la mayor parte de cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad
Agua Baja en Sodio S₁: Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

Criterios de Calidad para Aguas de Riego

1. Por los Sólidos Disueltos: La muestra se clasifica como **BAJO (64 – 160 mg/L) Clase I Aceptable** bajo casi toda condición. (hasta 700 mg/L de STD)
2. Rangos de Dureza: La muestra se clasifica como **AGUA DE DUREZA BLANDA (70 – 120 mg/L como Ca CO₃)**.
3. Rango de Evaluación de Cloruros: Los cultivos que se rieguen con estas aguas no tendrán problemas de absorción radicular (< 5 meq/L de Cl) ni de absorción foliar (< 3 meq/L de Cl).



Victoria Hayvce Frisancho Motta
 Licenciada en Química DGP-CES N° 270
 Calle Roma N° 227 - Santa Rosa
 M. Melgar - Arequipa




**PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA**

Pág. 1 de 2

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab_laquis@hotmail.com
 PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
 www.laboratoriolaquis.com
 AREQUIPA - PERU

**ANEXO 03: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO, SOLUCIÓN NUTRITIVA LA
MOLINA**



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 097 – 10 – AG – 2015
ANÁLISIS DE AGUA

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : GRECIA COAQUIRA RÍOS
DIRECCIÓN : AV. AREQUIPA 1,306. ALTO SELVA ALEGRE
TIPO DE MUESTRA : SOLUCION NUTRITIVA LA MOLINA
SERVICIO SOLICITADO : ANALISIS FÍSICOQUÍMICO
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M – 1 298
FECHA DE MUESTREO : 11 de Setiembre del 2015
PRESENTACION : 01 botella de plástico con 1.0 Litro de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCION : 11 de Setiembre del 2015
FECHA ENTREGA RESULTADOS : 02 de Octubre del 2015


II. RESULTADO ANALISIS FISICO QUIMICO EN AGUA PARA RIEGO

Cod. Lab.	pH	C.E. mS/cm.	STD mg/L	Dureza Total ppm CaCO ₃	CATIONES meq/L				ANIONES meq/L				RAS	Clasif.
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻		
298	7.19	0.57	360	96.52	0.91	1.02	0.87	2.56	1.12	0.92	0.52	0.0	0.89	C ₂ S ₁


Abreviaturas
C.E = Conductividad Eléctrica mS/cm = milisiemens por cm meq/L = miliequivalentes por litro ppm CaCO₃ = partes por millón de Carbonato de Calcio
RAS = Relación de Adsorción de Sodio STD = Sólidos Totales Disueltos mg/L = miligramos por litro Clasif.=clasificación

CLASIFICACION DE LAS AGUAS DE RIEGO
Según el Diagrama para Clasificación de Agua para Riego (Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos Dpto. de Agricultura de EE.UU. tenemos que:
LA MUESTRA SE CLASIFICA EN C₂ S₁
Agua de Baja Salinidad C₂: Puede usarse siempre y cuando hay un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de salinidad, se puede producir las plantas moderadamente tolerables a las sales.
Agua Baja en Sodio S₁: Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

Criterios de Calidad para Aguas de Riego
1. Por los Sólidos Disueltos: La muestra se clasifica como **MEDIO (160 - 480 mg/L) Clase I** Aceptable bajo casi toda condición. (hasta 700 mg/L de STD)
2. Rangos de Dureza: La muestra se clasifica como **AGUA DE DUREZA BLANDA (70 – 120 mg/L como Ca CO₃).**
3. Rango de Evaluación de Cloruros: Los cultivos que se rieguen con estas aguas no tendrán problemas de absorción radicular (< 5 meq/L de Cl⁻) ni de absorción foliar (< a 3 meq/L de Cl⁻).



J. C. C. C.
Licenciada en Química (E.I.R.L.)
Calle Roma, N° 227 - Santa Rosa
M. Margat - Arequipa



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 1 de 2

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab_laquis@hotmail.com
PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
www.laboratoriolaquis.com
AREQUIPA - PERU

ANEXO 04: ANALISIS FISICOQUIMICO, FERTIPLAN 20-20-20



LABORATORIO DE ANALISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
 ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

LAQ&S

INFORME DE ENSAYO N° 095 – 10 – AG – 2015
ANÁLISIS DE AGUA

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : GRECIA COAQUIRA RÍOS
DIRECCIÓN : AV. AREQUIPA 1,306. ALTO SELVA ALEGRE
TIPO DE MUESTRA : FERTIPLAN 20-20-20
SERVICIO SOLICITADO : ANALISIS FÍSICOQUÍMICO
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M – 1 296
FECHA DE MUESTREO : 11 de Setiembre del 2015
PRESENTACION : 01 botella de plástico con 1.0 Litro de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCION : 11 de Setiembre del 2015
FECHA ENTREGA RESULTADOS : 02 de Octubre del 2015

II. RESULTADO ANALISIS FISICO QUIMICO EN AGUA PARA RIEGO

Cod. Lab.	pH	C.E. mS/cm.	STD mg/L	Dureza Total ppm CaCO ₃	CATIONES meq/L				ANIONES meq/L				RAS	Clasif.
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼		
296	7.61	1.52	970	71.12	0.61	0.81	0.43	11.25	0.16	1.57	6.25	0.0	0.51	C ₃ S ₁

Abreviaturas
 C.E = Conductividad Eléctrica mS/cm = milisiemens por cm meq/L = miliequivalentes por litro ppm CaCO₃ = partes por millón de Carbonato de Calcio
 RAS = Relación de Adsorción de Sodio STD = Sólidos Totales Disueltos mg/L = miligramos por litro Clasif.=clasificación

CLASIFICACION DE LAS AGUAS DE RIEGO
 Según el Diagrama para Clasificación de Agua para Riego (Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos Dpto. de Agricultura de EE.UU. tenemos que:
LA MUESTRA SE CLASIFICA EN C₃S₁
Agua de Baja Salinidad C₃: No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se puede necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por tanto seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales.
Agua Baja en Sodio S₁: Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

Criterios de Calidad para Aguas de Riego
 1. Por los Sólidos Disueltos: La muestra se clasifica como ALTO (750-2,250 mg/L) Clase II Aceptable de acuerdo al tipo de cosecha, suelo, clima, etc. (700-2,100 de STD)
 2. Rangos de Dureza: La muestra se clasifica como AGUA DE DUREZA BLANDA (70 – 120 mg/L como Ca CO₃).
 3. Rango de Evaluación de Cloruros: Los cultivos que se rieguen con estas aguas no tendrán problemas de absorción radicular (< 5 meq/L de Cl⁻) ni de absorción foliar (< a 3 meq/L de Cl⁻).


 Victoria Havilce Frisancho Motta
 Licenciada en Química CUP-675 IP 270
 Calle Roma N° 227 - Santa Rosa
 M. Maglar - Arequipa



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
 EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 1 de 2

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ANGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab_laquis@hotmail.com
 PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
 www.laboratoriolaquis.com
 AREQUIPA - PERU

ANEXO 05: ANALISIS FISICOQUIMICO, SOLUCION GUANO DE CUY



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO Nº 096 – 010 – AG – 2015
ANÁLISIS DE AGUA

I. INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE : GRECIA COAQUIRA RÍOS
DIRECCIÓN : AV. AREQUIPA 1,306. ALTO SELVA ALEGRE
TIPO DE MUESTRA : SOLUCION GUANO DE CUY
SERVICIO SOLICITADO : ANALISIS FISICOQUÍMICO
CODIGO REGISTR. LABORATORIO : M – 1 297
FECHA DE MUESTREO : 11 de Setiembre del 2015
PRESENTACION : 01 botella de plástico con 1.0 Litro de muestra aprox.
FECHA DE RECEPCION : 11 de Setiembre del 2015
FECHA ENTREGA RESULTADOS : 02 de Octubre del 2015

II. RESULTADO ANALISIS FISICO QUIMICO EN AGUA PARA RIEGO

Cod. Lab.	pH	C.E. mS/cm.	STD mg/L	Dureza Total ppm CaCO ₃	CATIONES meq/L				ANIONES meq/L				RAS	Clasif.
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁼⁼		
297	7.32	1.72	1,050	182.88	1.83	1.82	2.61	15.60	1.84	5.62	1.63	0.0	1.93	C ₃ S ₁

Abreviaturas
C.E = Conductividad Eléctrica mS/cm = milisiemens por cm meq/L = miliequivalentes por litro ppm CaCO₃ = partes por millón de Carbonato de Calcio
RAS = Relación de Adsorción de Sodio STD = Sólidos Totales Disueltos mg/L = miligramos por litro Clasif.=clasificación

CLASIFICACION DE LAS AGUAS DE RIEGO
Según el Diagrama para Clasificación de Agua para Riego (Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos Dpto. de Agricultura de EE.UU. tenemos que:
LA MUESTRA SE CLASIFICA EN C₃S₁
Agua de Baja Salinidad C₃: No puede usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente. Aún con drenaje adecuado se puede necesitar prácticas especiales de control de la salinidad, debiendo por tanto seleccionar únicamente aquellas especies vegetales muy tolerantes a sales.
Agua Baja en Sodio S₁: Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante los cultivos sensibles, como algunos frutales y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

Criterios de Calidad para Aguas de Riego
1. Por los Sólidos Disueltos: La muestra se clasifica como ALTO (750-2,250 mg/L) Clase II Aceptable de acuerdo al tipo de cosecha, suelo, clima, etc. (700-2,100 de STD)
2. Rangos de Dureza: La muestra se clasifica como AGUA DE DUREZA MEDIA (150-250 mg/L como Ca CO₃).
3. Rango de Evaluación de Cloruros: Los cultivos que se rieguen con estas aguas tendrán un incremento de problemas de absorción radicular (< 5 meq/L de Cl) y de absorción foliar (< a 3 meq/L de Cl).



Victoria Haydee Frisancho Mora
Licenciada en Química CUP-GRS Nº 270
Calle Roma Nº 227 - Santa Rosa
M. Maigán - Arequipa



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 1 de 2

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab_laquis@hotmail.com
PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
www.laboratoriolaquis.com
AREQUIPA - PERU



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

METODOLOGIA

pH : Método Electrométrico(Potenciómetro)
Conductividad Eléctrica: Método Conductimétrico
Carbonato y Bicarbonato: Método AOAC 920.194.2.000
Sulfatos: Standard Methods 4500-SO4 E. Turbidimetric Method
Cloruros: Standard Methods 4500 Cl B Argentometric Method
Calcio y Magnesio: Método Titulación Complejométrica con EDTA
Sodio, Potasio: Fotometría de Emisión de Llama
Sólidos Totales Disueltos STD: Standard Methods 2540 C Total Dissolved Solids
Dureza Total: Standard Methods 2340 C EDTA Titrimetric Method



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME

EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág. 2 de 2

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab_laquis@hotmail.com
PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
www.laboratoriolaquis.com
AREQUIPA - PERU

ANEXO 06: CROQUIS DEL AREA EXPERIMENTAL



Área de módulo de producción, área de unidad experimental

Fuente: Elaboración propia.

1.60 m


1.50 m	39 cm	T7R1	T5R1	T3R1	T1R1	m 6'0	
		55 cm	T8R1	T6R1	T4R1		T2R1
		T7R2	T6R2	T2R2	T4R2		
		T1R2	T3R2	T8R2	T5R2		
		T3R3	T4R3	T1R3	T8R3		
		T2R3	T6R3	T7R3	T5R3		

Croquis distribución de los tratamientos en el área

Fuente: Elaboración propia.



ANEXO 07: ANALISIS BROMATOLOGICO 12DDS



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 015 – 09 – VAR. – 2015

I.- INFORMACION PRELIMINAR

SOLICITANTE	: GRECIA COAQUIRA RÍOS
DIRECCION	: Av. Arequipa 1306 Alto Selva Alegre Arequipa
PRODUCTO	: CEBADA HIDROPÓNICA
SERVICIO SOLICITADO	: ANALISIS BROMATOLOGICO: Humedad, Cenizas, Proteína, Grasa, Fibra, Carbohidratos y Energía . Materia Seca.
CODIGO Y REG. DE LABORATORIO	: M-1 = 320 Tratamiento regado con agua M-2 = 321 Fertiplan 20-20-20 cosecha 12 días T-3 M-3 = 322 Guano de Cuy cosecha 12 días T-5 M-4 = 323 Solución La Molina cosecha 12 días T-1
FECHA DE MUESTREO	: 15 de Setiembre del 2015
CANTIDAD DE MUESTRA	: 500 gramos aproximado
FECHA DE RECEPCION	: 15 de Setiembre del 2015
PERIODO DE CUSTODIA	: 10 días
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	: 26 de Setiembre del 2015

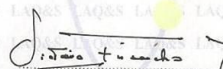
II.- RESULTADO DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA CEBADA HIDROPÓNICA


Determinación	Unidades de los Resultados	M-1	M-2	M-3	M-4
		320	321	322	323
Humedad	%	85.77	84.79	88.59	86.69
Cenizas	%	0.73	0.85	0.60	0.74
Proteína Total N x 6.25*	%	4.96	5.06	4.29	5.29
Grasa	%	0.29	0.22	0.26	0.30
Fibra Cruda	%	0.12	0.10	0.11	0.10
Carbohidratos	%	8.25	9.08	6.26	6.98
Energía Total	Kcal	55.45	58.54	44.54	51.78
Materia Seca	%	14.23	15.20	11.41	13.31

Abreviaturas
% = Porcentaje
Cal/100g= calorías por 100g

N = Nitrógeno 6.25* = factor de conversión de Nitrógeno a Proteína

METODOLOGIA
 Humedad: Método Gravimétrico secado en Estufa a 105 °C por 10 horas
 Cenizas: Método Gravimétrico calcinado en Mufla a 550 °C
 Proteína: Determinación de Proteínas totales. Método Kjeldahl
 Grasa: Determinación de Materia Grasa. Método extracción Soxhlet
 Fibra Cruda: Digestión con Ácido Sulfúrico, neutralización con Hidróxido de Sodio y posterior calcinación.
 Carbohidratos: Diferencia
 Energía Total: Cálculo


 Victoria Haydee Frisancho Monta
 Licenciada en Química CGP-CGS N° 270
 Calle Roma N° 227 - Santa Rosa
 M. Algar - Arequipa




PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág 1 de 1

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab_laquis@hotmail.com
 PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
 www.laboratoriolaquis.com
 AREQUIPA - PERU

ANEXO 08: ANALISIS BROMATOLOGICO 18DDS



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS & SERVICIOS E.I.R.L.
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD: ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS;
 ANÁLISIS DE AGUAS: POTABLE, SUPERFICIALES, CALDEROS, EFLUENTES INDUSTRIALES, RIEGO
 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ALIMENTOS, PLANTAS, ANÁLISIS DE FERTILIZANTES Y ABONOS

INFORME DE ENSAYO N° 016 – 09 – VAR. – 2015

I.- INFORMACION PRELIMINAR

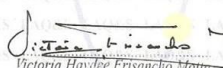
SOLICITANTE	: GRECIA COAQUIRA RÍOS
DIRECCION	: Av. Arequipa 1306 Alto Selva Alegre Arequipa
PRODUCTO	: CEBADA HIDROPÓNICA
SERVICIO SOLICITADO	: ANALISIS BROMATOLOGICO: Humedad, Cenizas, Proteína, Grasa, Fibra, Carbohidratos y Energía Materia Seca.
CODIGO Y REG. DE LABORATORIO	: M-1 = 329 Regado con agua M-2 = 330 Fertiplan 20-20-20 cosecha 18 días T8 M-3 = 331 Guano de Cuy cosecha 18 días T-6 M-4 = 332 Solución Molina cosecha 18 días T- 2
FECHA DE MUESTREO	: 21 de Setiembre del 2015
CANTIDAD DE MUESTRA	: 500 gramos aproximado
FECHA DE RECEPCION	: 21 de Setiembre del 2015
PERIODO DE CUSTODIA	: 10 días
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	: 01 de Octubre del 2015

II.- RESULTADO DEL ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA CEBADA HIDROPÓNICA


Determinación	Unidades de los Resultados	M-1	M-2	M-3	M-4
		329	330	331	332
Humedad	%	89.09	90.12	89.70	89.22
Cenizas	%	0.55	0.68	0.74	0.73
Proteína Total N x 6.25*	%	3.47	3.37	3.37	3.70
Grasa	%	0.26	0.22	0.30	0.26
Fibra Cruda	%	0.11	0.10	0.11	0.12
Carbohidratos	%	6.63	5.61	5.89	6.09
Energía Total	Kcal	42.74	37.9	39.74	41.5
Materia Seca	%	10.90	9.88	10.30	10.78

Abreviaturas
 % = Porcentaje N = Nitrógeno 6.25* = factor de conversión de Nitrógeno a Proteína
 Cal/100g = calorías por 100g

METODOLOGIA
 Humedad: Método Gravimétrico secado en Estufa a 105 °C por 10 horas
 Cenizas: Método Gravimétrico calcinado en Mufla a 550 °C
 Proteína: Determinación de Proteínas totales. Método Kjeldahl
 Grasa: Determinación de Materia Grasa. Método extracción Soxhlet
 Fibra Cruda: Digestión con Ácido Sulfúrico, neutralización con Hidróxido de Sodio y posterior calcinación.
 Carbohidratos: Diferencia
 Energía Total: Cálculo



Victoria Haydee Frisancho Motta
 Licenciada en Química CIP-ENIS N° 270
 Calle Rosas N° 227 - Santa Rosa
 M. Mgigar - Arequipa



PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME
 EL PRESENTE INFORME, SOLO ES VALIDO PARA LA MUESTRA DE LA REFERENCIA

Pág 1 de 1

OF. PRINCIPAL: SOR ANA DE LOS ÁNGELES D-207 TELF.: 054 401288 - CEL.: 95 9458551 EMAIL.: lab_laquis@hotmail.com
 PARTE POSTERIOR COLEGIO NEPTALI VALDERRAMA AMPUERO (PLAYA DE ESTACIONAMIENTO) - PAUCARPATA
 www.laboratoriolaquis.com
 AREQUIPA - PERU

ANEXO 09: DATOS REGISTRADOS PARA MEDICION COLCHON DE RAÍZ

Cuadro 118. Datos, medición del colchón de raíces, 6 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	2.22	2.10	2.05	2.12
T2	2.13	2.20	2.20	2.18
T3	2.03	2.17	2.14	2.11
T4	2.03	2.15	2.10	2.09
T5	2.15	2.05	2.05	2.08
T6	2.21	2.10	2.03	2.11
T7	2.05	2.13	2.00	2.06
T8	2.08	2.10	2.18	2.12

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 119. Datos, medición del colchón de raíces, 8 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	3.05	2.85	2.20	2.70
T2	2.43	2.88	2.43	2.58
T3	2.43	3.18	2.08	2.56
T4	2.23	1.70	2.55	2.16
T5	2.70	2.83	2.63	2.72
T6	2.70	2.43	3.00	2.71
T7	2.58	1.95	2.00	2.18
T8	2.75	3.00	2.73	2.83

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 120. Datos, medición del colchón de raíces, 10 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	3.70	3.43	3.16	3.43
T2	3.03	3.60	3.20	3.28
T3	3.30	3.63	3.03	3.32
T4	3.10	3.09	3.00	3.06
T5	3.40	3.25	3.05	3.23
T6	3.03	3.00	3.55	3.19
T7	3.28	3.24	3.00	3.17
T8	3.50	3.38	3.23	3.37

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 121. Datos, medición del colchón de raíces, 12 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	4.00	3.89	3.78	3.89
T2	3.35	3.98	3.39	3.57
T3	3.51	3.95	3.78	3.75
T4	3.59	3.61	3.40	3.53
T5	4.00	3.77	3.93	3.90
T6	3.60	3.39	4.00	3.66
T7	3.80	3.68	3.25	3.58
T8	3.95	3.75	3.50	3.73

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 122. Datos, medición del colchón de raíces, 14 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T2	3.89	4.00	3.99	3.96
T4	3.92	4.08	3.78	3.93
T6	3.90	3.77	4.10	3.92
T8	4.03	3.83	3.85	3.90

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 123. Datos, medición del colchón de raíces, 16 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T2	4.00	4.08	4.03	4.04
T4	4.05	4.08	3.93	4.02
T6	4.00	3.98	4.10	4.03
T8	4.10	4.00	3.98	4.03

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 124. Datos, medición del colchón de raíces, 18 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T2	4.06	4.10	4.08	4.08
T4	4.05	4.10	4.00	4.05
T6	4.03	4.02	4.12	4.06
T8	4.11	4.06	4.05	4.07

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 125. Datos, medición del colchón de raíces, 12 - 18 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	4.00	3.89	3.78	3.89
T2	4.06	4.10	4.08	4.08
T3	3.51	3.95	3.78	3.75
T4	4.05	4.10	4.00	4.05
T5	4.00	3.77	3.93	3.90
T6	4.03	4.02	4.12	4.06
T7	3.80	3.68	3.25	3.58
T8	4.11	4.06	4.05	4.07

Fuente. Elaboración propia.

**ANEXO 10: DATOS REGISTRADOS PARA LA EVALUACIÓN DE
LONGITUD DE PARTE AEREA.**

Cuadro 126. Datos, longitud parte aérea, 6 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	3.00	3.26	2.16	2.81
T2	3.38	2.62	3.06	3.02
T3	3.08	3.00	2.10	2.73
T4	3.36	3.76	2.15	3.09
T5	3.00	2.27	2.26	2.51
T6	3.34	3.80	2.21	3.12
T7	3.16	2.98	2.10	2.75
T8	2.82	2.30	2.50	2.54

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 127. Datos, longitud parte aérea, 8 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	5.70	4.18	2.85	4.24
T2	5.30	3.70	3.80	4.27
T3	4.92	4.68	2.73	4.11
T4	4.41	4.41	1.87	3.56
T5	4.41	4.41	3.77	4.20
T6	4.71	4.71	3.31	4.24
T7	5.22	4.28	2.72	4.07
T8	4.12	4.10	3.86	4.03

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 128. Datos, longitud parte aérea, 10 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	6.43	6.36	6.10	6.30
T2	6.41	6.35	6.13	6.30
T3	6.28	6.22	6.14	6.21
T4	6.23	6.15	6.03	6.14
T5	6.30	6.27	6.15	6.24
T6	6.59	6.45	6.26	6.43
T7	5.28	4.58	4.43	4.76
T8	5.04	5.16	5.17	5.12

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 129. Datos, longitud parte aérea, 12 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	10.35	10.10	9.79	10.08
T2	10.29	10.06	9.86	10.07
T3	10.12	10.04	10.02	10.06
T4	10.09	9.99	10.07	10.05
T5	10.32	10.19	10.15	10.22
T6	10.31	10.14	10.09	10.18
T7	8.81	8.70	8.20	8.57
T8	9.10	8.79	8.66	8.85

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 130. Datos, longitud parte aérea, 14 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T2	11.53	11.42	11.19	11.38
T4	11.56	11.34	11.27	11.39
T6	11.62	11.47	11.38	11.49
T8	10.09	9.63	9.35	9.69

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 131. Datos, longitud parte aérea, 16 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T2	14.76	14.52	14.49	14.59
T4	14.78	14.55	14.50	14.61
T6	14.82	14.67	14.58	14.69
T8	13.07	12.99	13.00	13.02

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 132. Datos, longitud parte aérea, 18 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T2	15.32	15.23	15.11	15.22
T4	15.24	15.12	15.09	15.15
T6	15.43	15.31	15.28	15.34
T8	13.82	13.20	13.18	13.40

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 133. Datos, longitud parte aérea, 12 - 18 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	10.35	10.10	9.79	10.08
T2	15.32	15.23	15.11	15.22
T3	10.12	10.04	10.02	10.06
T4	15.24	15.12	15.09	15.15
T5	10.32	10.19	10.15	10.22
T6	15.43	15.31	15.28	15.34
T7	8.81	8.70	8.20	8.57
T8	13.82	13.20	13.18	13.40

Fuente. Elaboración propia.



**ANEXO 11: DATOS REGISTRADOS PARA LA EVALUACIÓN DE
CONVERSION SEMILLA A BIOMASA**

Cuadro 134. Datos, conversión semilla a biomasa, 12 - 18 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	4.52	4.39	3.99	4.30
T2	5.47	5.19	5.03	5.23
T3	4.45	4.15	3.73	4.11
T4	5.43	5.29	4.73	5.15
T5	4.38	4.53	3.48	4.13
T6	5.35	5.23	4.72	5.10
T7	3.30	3.34	3.08	3.24
T8	4.10	4.03	4.05	4.06

Fuente. Elaboración propia.

ANEXO 12: DATOS REGISTRADOS PARA LA EVALUACIÓN DE ANALISIS BROMATOLOGICO.

Cuadro 135. Datos, Análisis bromatológico - carbohidratos, 12 - 18 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	6.99	6.98	6.97	6.98
T2	6.11	6.09	6.07	6.09
T3	9.11	9.08	9.05	9.08
T4	5.62	5.61	5.60	5.61
T5	6.30	6.26	6.22	6.26
T6	5.91	5.89	5.87	5.89
T7	8.28	8.25	8.22	8.25
T8	6.64	6.63	6.62	6.63

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 136. Datos, Análisis bromatológico – fibra cruda, 12 - 18 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	0.11	0.10	0.09	0.10
T2	0.14	0.12	0.10	0.12
T3	0.13	0.10	0.07	0.10
T4	0.11	0.10	0.09	0.10
T5	0.15	0.11	0.07	0.11
T6	0.13	0.11	0.09	0.11
T7	0.15	0.12	0.09	0.12
T8	0.12	0.11	0.10	0.11

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 137. Datos, Análisis bromatológico – grasa, 12 - 18 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	0.32	0.30	0.29	0.30
T2	0.30	0.26	0.24	0.26
T3	0.26	0.22	0.19	0.22
T4	0.24	0.22	0.21	0.22
T5	0.30	0.26	0.22	0.26
T6	0.32	0.30	0.28	0.30
T7	0.32	0.29	0.26	0.29
T8	0.27	0.26	0.25	0.26

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 138. Datos, Análisis bromatológico – proteína, 12 - 18 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	5.30	5.29	5.28	5.29
T2	3.72	3.70	3.68	3.7
T3	5.09	5.06	5.03	5.06
T4	3.38	3.37	3.36	3.37
T5	4.33	4.29	4.25	4.29
T6	3.39	3.37	3.35	3.37
T7	4.99	4.96	4.93	4.96
T8	3.48	3.47	3.46	3.47

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 139. Datos, Análisis bromatológico – materia seca, 12 - 18 dds.

Tratamientos	Repeticiones			Promedio
	I	II	III	
T1	13.32	13.31	13.30	13.31
T2	10.80	10.78	10.76	10.78
T3	15.23	15.20	15.17	15.20
T4	9.89	9.88	9.87	9.88
T5	11.45	11.41	11.37	11.41
T6	10.32	10.30	10.28	10.30
T7	14.26	14.23	14.20	14.23
T8	10.91	10.90	10.89	10.90

Fuente. Elaboración propia.



ANEXO 13: DATOS CLIMATOLÓGICOS

Cuadro 140. Datos climatológicos referenciales de 4 septiembre a 21 de septiembre 2015 Arequipa septiembre 2015.

Fechas	Variables					
	T° máx. (°C)	T° mín. (°C)	Hr. Máx. (%)	Hr. Mín. (%)	T° media (°C)	Hr. media (%)
4 set. 2015	26.30	11.20	30.00	19.00	18.75	24.50
5 set. 2015	27.20	11.50	45.00	22.00	19.35	33.50
6 set. 2015	26.50	12.00	40.00	20.00	19.25	30.00
7 set. 2015	28.10	10.40	28.00	18.00	19.25	23.00
8 set. 2015	24.80	10.50	30.00	20.00	17.65	25.00
9 set. 2015	28.40	9.30	50.00	27.00	18.85	38.50
10 set. 2015	26.70	8.90	40.00	20.00	17.80	30.00
11 set. 2015	26.90	9.30	26.00	20.00	18.10	23.00
12 set. 2015	26.90	9.70	27.00	20.00	18.30	23.50
13 set. 2015	27.90	11.30	26.00	20.00	19.60	23.00
14 set. 2015	28.10	11.80	26.00	19.00	19.95	22.50
15 set. 2015	28.20	12.60	25.00	19.00	20.40	22.00
16 set. 2015	27.50	12.10	46.00	20.00	19.80	33.00
17 set. 2015	27.80	12.80	40.00	20.00	20.30	30.00
18 set. 2015	25.90	12.70	43.00	22.00	19.30	32.50
19 set. 2015	26.70	12.90	45.00	20.00	19.80	32.50
20 set. 2015	29.30	12.60	43.00	25.00	20.95	34.00
21 set. 2015	25.20	12.50	46.00	29.00	18.85	37.50

T° Max.: Temperatura máxima; T° Min.: Temperatura mínima

HR. Max.: Humedad relativa máxima; HR. Min. : Humedad relativa mínima

Temperatura calculada

Fuente. Elaboración propia.