

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



PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE
CEBADA Y AVENA CON ADICIÓN DE FITOHORMONAS EN
CABANA - PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

JULIO CÉSAR PACCO CAHUANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PROMOCIÓN: 2011 - II

PUNO – PERÚ

2018

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



PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA Y
AVENA CON ADICIÓN DE FITOHORMONAS EN CABANA - PUNO

TESIS PRESENTADA POR:

JULIO CÉSAR PACCO CAHUANA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE	: Ing. M.Sc. Juan Larico Vera
PRIMER MIEMBRO	: Ing. Ernesto Ingaluque Incacari
SEGUNDO MIEMBRO	: Ing. M.Sc. Luis Amilcar Bueno Macedo
DIRECTOR	: Ing. Gabriel Incacari Sancho

PUNO – PERÚ

2018

Área : Ciencias Agrícolas

Tema : Manejo de pastizales y cultivos forrajeros

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 26 DE DICIEMBRE DEL 2018

DEDICATORIA

Por la vida en este planeta hermoso e iluminar mi camino, por animarme en mis momentos de desdicha; ¡Gracias Divino Padre el Alfa y la Omega!

A mis dos luceritos de mi vida, por llenarme de amor y alegría, por su aliento y perseverancia, Gracias Numi y Maryori.

A mis padres Gerardo y Caytana, con mucho cariño y agradecimiento, quienes me brindaron todo su apoyo para la culminación de mi profesión; a ellos mi eterna gratitud.

A mis queridas hermanas: Lola, Yeny y Soledad quienes me apoyaron a seguir adelante hacia un futuro mejor.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, que me ha recibido con las puertas abiertas y me han formado como profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA - Puno, quienes me brindaron sus sabias enseñanzas durante mi formación profesional.

Al director de la presente tesis, Ing. Gabriel Incacari Sancho, por sus valiosos consejos, orientación y asesoramiento en el presente trabajo de investigación.

Al Ing. M.Sc. Juan Larico Vera, por sus valiosos consejos y permanente orientación y apoyo en la ejecución del proyecto de investigación.

A los miembros del jurado: Ing. M.Sc. Luis Amilcar Bueno Macedo y Ing. Ernesto Ingaluque Incacari, por su comprensión y colaboración en la culminación del presente estudio.

Deseo agradecer al personal del Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural - AGRO RURAL- por haberme brindado las facilidades para la experimentación y obtención de datos para la ejecución de esta investigación.

A la empresa Bio Orgánicos Altoandinos del Perú S.A.C. por el financiamiento de la presente investigación, para una mejora de la calidad de vida del poblador Cabaneño.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE CUADROS	
INDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	15
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. HIPOTESIS	18
1.1.1. Hipótesis general	18
1.1.2. Hipótesis específicos	18
1.2. OBJETIVOS.....	18
1.2.1. Objetivo general	18
1.2.2. Objetivos específicos.....	18
II. REVISIÓN DE LITERATURA	19
2.1. CULTIVOS HIDROPÓNICOS	19
2.2. FORRAJES EN CULTIVO HIDROPÓNICO	20
2.2.1. Luz	20
2.2.2. Temperatura.....	20
2.2.3. Humedad.....	20
2.2.4. Calidad de semilla	21
2.2.5. Calidad de agua	21
2.2.6. Métodos de producción de FVH.....	21
2.2.7. Fertilización en cultivos hidropónicos.....	22
2.3. LA CEBADA	24
2.3.1. Ubicación taxonómica de la cebada	24
2.3.2. Características morfológicas de la cebada.....	25
2.3.3. Valor nutritivo del grano cebada	26
2.3.4. La cebada como forraje verde hidropónico	26
2.3.5. Requerimientos nutricionales del cultivo de cebada	26
2.4. LA AVENA.....	27
2.4.1. Ubicación taxonómica de la avena	27
2.4.2. Características morfológicas de la avena	27
2.4.3. La Avena como forraje verde hidropónico.....	28

2.4.4. Valor Nutritivo de la Avena	28
2.4.5. Requerimientos nutricionales de cultivo de avena	29
2.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA	29
2.6. COSTOS DE PRODUCCIÓN	29
III. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	31
3.2.1. Semillas de cebada y avena	31
3.2.2. Fitorreguladores orgánicos	31
3.3. FACTORES EN ESTUDIO	32
3.4. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO EXPERIMENTAL.....	32
3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	33
3.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	34
3.6.1. Sistema de cultivo hidropónico	34
3.7. VARIABLES DE RESPUESTA Y OBSERVACIONES.....	36
3.7.1. Variables de respuesta	36
3.7.2. Observaciones.....	36
3.8. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA.....	37
3.8.1. Emergencia de plántulas en bandeja.....	37
3.8.2. Altura de planta	37
3.8.3. Velocidad de crecimiento	38
3.8.4. Rendimiento de biomasa total	38
3.8.5. Análisis bromatológico.....	38
3.8.6. Costos de producción	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. EMERGENCIA Y CRECIMIENTO EN ALTURA DE PLANTA DEL FORRAJE VERDE DE CEBADA Y AVENA CON ADICIÓN DE FITORREGULADORES ORGÁNICOS CULTIVADOS EN SISTEMA HIDROPÓNICO	40
4.1.1. Emergencia de semillas	40
4.1.2. Altura de planta	42
4.1.3. Velocidad de crecimiento	76

4.2. RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL FORRAJE VERDE DE CEBADA Y AVENA CON ADICIÓN DE FITORREGULADORES ORGÁNICOS, CULTIVADOS EN SISTEMA HIDROPÓNICO	83
4.3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO POR CADA TRATAMIENTO DE LAS ESPECIES FORRAJERAS CON ADICIÓN DE FITORREGULADORES ORGÁNICOS, CULTIVADOS EN SISTEMA HIDROPÓNICO	89
4.4. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y COSTO/BENEFICIO DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE DE CEBADA Y AVENA CON ADICIÓN DE FITORREGULADORES ORGÁNICOS CULTIVADOS EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO	90
V. CONCLUSIONES	93
VI. RECOMENDACIONES.....	94
VII. REFERENCIAS	95
ANEXOS	99

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Altura de planta según especies forrajeras a los 5 días de evaluación.	43
Figura 2. Altura de planta según fitoreguladores de crecimiento a los 5 días de evaluación.....	44
Figura 3. Factor especie forrajera dentro de fitoreguladores de crecimiento para altura de planta a los 5 días de evaluación.	45
Figura 4. Altura de planta según tratamientos en estudio a los 5 días de evaluación. ...	48
Figura 5. Altura de planta según especie forrajera a los 10 días de evaluación.	50
Figura 6. Altura de planta según fitoregulador de crecimiento a los 10 días de evaluación.....	51
Figura 7. Factor especie forrajera dentro de fitoreguladores de crecimiento para altura de planta a los 10 días de evaluación.	52
Figura 8. Altura de planta según tratamiento en estudio a los 10 días de evaluación. ..	55
Figura 9. Altura de planta según especie forrajera a los 15 días de evaluación.	57
Figura 10. Altura de planta según fitoregulador de crecimiento a los 15 días de evaluación.....	58
Figura 11. Factor especie forrajera dentro de fitoreguladores de crecimiento para altura de planta a los 15 días de evaluación.	59
Figura 12. Altura de planta según tratamiento en estudio a los 15 días de evaluación. .	62
Figura 13. Altura de planta según especie forrajera a los 20 días de evaluación.	64
Figura 14. Altura de planta según fitoregulador de crecimiento a los 20 días de evaluación.....	65
Figura 15. Factor especie forrajera dentro de fitoreguladores de crecimiento para altura de planta a los 20 días de evaluación.	66
Figura 16. Altura de planta según tratamiento en estudio a los 20 días de evaluación. .	69
Figura 17. Altura de planta según especie forrajera a los 25 días de evaluación.	71
Figura 18. Altura de planta según fitoregulador de crecimiento a los 25 días de evaluación.....	72
Figura 19. Factor especie forrajera dentro de fitoreguladores de crecimiento para altura de planta a los 25 días de evaluación.	73
Figura 20. Altura de planta según tratamiento en estudio a los 25 días de evaluación. .	76
Figura 21. Velocidad de crecimiento en días según especie forrajera.	78

Figura 22. Velocidad de crecimiento en días según fitorregulador de crecimiento.....	79
Figura 23. Factor especie forrajera dentro de fitorreguladores de crecimiento para velocidad de crecimiento.....	80
Figura 24. Velocidad de crecimiento en días según tratamiento en estudio.	83
Figura 25. Peso de biomasa verde según especie forrajera.....	84
Figura 26. Peso de biomasa verde según fitorregulador de crecimiento.	85
Figura 27. Factor especie forrajera dentro de fitorreguladores de crecimiento para peso de biomasa verde.....	86
Figura 28. Peso de biomasa verde según tratamiento en estudio.....	89
Figura 29. Descripción del plano del módulo de producción de forraje hidropónico. .	100
Figura 30. Ubicación del trabajo de investigación.	101
Figura 31. Resultados de análisis bromatológico.	116
Figura 32. Resultado de análisis de agua.	117
Figura 33. Preparación de terreno para el experimento.	118
Figura 34. Armado de módulos de FVH.....	118
Figura 35. Siembra de avena en bandejas.....	119
Figura 36. Siembra de cebada en bandejas.	119
Figura 37. Desarrollo de plantas de cebada y avena como FVH.....	120
Figura 38. Evaluación de altura de planta del FVH en módulos.	121
Figura 39. Producción de avena como forraje verde hidropónico.....	121
Figura 40. Producción de cebada como forraje verde hidropónico.	122

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Nutrientes que necesitan las plantas para su desarrollo y crecimiento	23
Tabla 2. Comparación entre las características del FVH (cebada) y otras fuentes alimenticias.....	26
Tabla 3. Valor nutritivo de la cebada.....	26
Tabla 4. Valor nutritivo de la avena	28
Tabla 5. Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el FVH obtenido de las semillas de avena a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento.....	29
Tabla 6. Tratamientos en estudio combinando factores en estudio	32
Tabla 7. Análisis de varianza para un factorial de 2 factores (2 ⁿ) en DCA.....	34
Tabla 8. Dosis de aplicación de Fitorreguladores orgánicos usados en la investigación.....	35
Tabla 9. Registro de temperaturas y precipitación pluvial del medio ambiente (2017).	36
Tabla 10. Poder germinativo y valor cultural de la cebada con diferentes fitorreguladores de crecimiento.....	40
Tabla 11. Poder germinativo y valor cultural de la avena con diferentes fitorreguladores de crecimiento.....	41
Tabla 12. Análisis de varianza para altura de planta a los 5 días de evaluación	42
Tabla 13. Prueba de Duncan (P≤0.05) para factor especie forrajera sobre altura de planta a los 5 días de evaluación.	43
Tabla 14. Prueba de Duncan (P≤0.05) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre altura de planta a los 5 días de evaluación.....	43
Tabla 15. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para altura de planta a los 5 días de evaluación.	44
Tabla 16. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta a los 5 días de evaluación	46
Tabla 17. Análisis de varianza para altura de planta a los 10 días de evaluación.	49
Tabla 18. Prueba de Duncan (P≤0.05) para factor especie forrajera sobre altura de planta a los 10 días de evaluación.	49
Tabla 19. Prueba de Duncan (P≤0.05) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre altura de planta a los 10 días de evaluación.	50

Tabla 20. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para altura de planta a los 10 días de evaluación.	51
Tabla 21. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta a los 10 días de evaluación	53
Tabla 22. Análisis de varianza para altura de planta a los 15 días de evaluación.	56
Tabla 23. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera sobre altura de planta a los 15 días de evaluación.	56
Tabla 24. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre altura de planta a los 15 días de evaluación.	57
Tabla 25. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para altura de planta a los 15 días de evaluación.	58
Tabla 26. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta a los 15 días de evaluación	60
Tabla 27. Análisis de varianza para altura de planta a los 20 días de evaluación.	63
Tabla 28. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera sobre altura de planta a los 20 días de evaluación.	63
Tabla 29. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre altura de planta a los 20 días de evaluación.	64
Tabla 30. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para altura de planta a los 20 días de evaluación.	65
Tabla 31. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta a los 20 días de evaluación	67
Tabla 32. Análisis de varianza para altura de planta a los 25 días de evaluación.	70
Tabla 33. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera sobre altura de planta a los 25 días de evaluación.	70
Tabla 34. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre altura de planta a los 25 días de evaluación.	71
Tabla 35. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para altura de planta a los 25 días de evaluación.	72

Tabla 36. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta a los 25 días de evaluación	74
Tabla 37. Análisis de varianza para velocidad de crecimiento.....	77
Tabla 38. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera velocidad de crecimiento.....	77
Tabla 39. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre velocidad de crecimiento.....	78
Tabla 40. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para velocidad de crecimiento.	79
Tabla 41. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para velocidad de crecimiento .	81
Tabla 42. Análisis de varianza para rendimiento de biomasa de forraje verde.	84
Tabla 43. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera biomasa de forraje verde.....	84
Tabla 44. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre rendimiento de biomasa verde.....	85
Tabla 45. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para peso de biomasa verde.	86
Tabla 46. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para peso de biomasa verde.	87
Tabla 47. Análisis bromatológico de los tratamientos en estudio	90
Tabla 48. Indicadores económicos por cada tratamiento evaluado	91
Tabla 49. Registro de temperatura máxima diaria.....	102
Tabla 50. Registro de temperatura mínima diaria.....	103
Tabla 51. Registro de precipitación pluvial diaria.....	104
Tabla 52. Altura de planta a los 5 días de evaluación.....	105
Tabla 53. Altura de planta a los 10 días de evaluación.....	105
Tabla 54. Altura de planta a los 15 días de evaluación.....	105
Tabla 55. Altura de planta a los 20 días de evaluación.....	105
Tabla 56. Altura de planta a los 25 días de evaluación.....	106
Tabla 57. Velocidad de crecimiento	106
Tabla 58. Cosecha (rdto) de biomasa.....	106
Tabla 59. Calculo de depreciación de materiales	107

Tabla 60. Costos de producción del tratamiento T1 (C1 = Cebada + F0=Testigo).....	108
Tabla 61. Análisis económico del tratamiento T1 (C1 = Cebada + F0=Testigo).....	108
Tabla 62. Costos de producción del tratamiento T2 (C1 = Cebada + F1 = Seaweed Creme).....	109
Tabla 63. Análisis económico del tratamiento T2 (C1 = Cebada + F1 = Seaweed Creme).....	109
Tabla 64. Costos de producción del tratamiento T3 (C1 = Cebada + F2 = Phyllum) .	110
Tabla 65. Análisis económico del tratamiento T3 (C1 = Cebada + F2= Phyllum)	110
Tabla 66. Costos de producción del tratamiento T4 (C1 = Cebada + F3= Biogyz)	111
Tabla 67. Análisis económico del tratamiento T4 (C1 = Cebada + F3 = Biogyz)	111
Tabla 68. Costos de producción del tratamiento T5 (C1 = Cebada + F0=Testigo)....	112
Tabla 69. Análisis económico del tratamiento T5 (C1 = Cebada + F0=Testigo).....	112
Tabla 70. Costos de producción del tratamiento T6 (C1 = Cebada + F1= Seaweed Creme).....	113
Tabla 71. Análisis económico del tratamiento T6 (C1 = Cebada + F1= Seaweed Creme).....	113
Tabla 72. Costos de producción del tratamiento T7 (C1 = Cebada + F2= Phyllum) ..	114
Tabla 73. Análisis económico del tratamiento T7 (C1 = Cebada + F2= Phyllum)	114
Tabla 74. Costos de producción del tratamiento T8 (C1 = Cebada + F3= Biogyz)	115
Tabla 75. Análisis económico del tratamiento T8 (C1 = Cebada + F3= Biogyz)	115

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

C1	: Cebada
C2	: Avena
CV	: Coeficiente de variación
C.M.	: Cuadrados medios
cm	: Centímetros
F0	: Testigo
F1	: Seaweed Creme
F2	: Phyllum
F3	: Biogyz
G. L.	: Grados de libertad
S.C.	: Suma de cuadrados
Fc	: F calculada
Ft	: F tabular
FVH	: Forraje Verde Hidropónico
Sig.	: Significancia
N.S.	: No significativo
UTM	: Universal Transversal Mercator
%	: Porcentaje
*	: Significativo
**	: Altamente significativo

RESUMEN

En la región de Puno, durante el año se presentan épocas de estiaje, lo cual afecta el desarrollo del cultivo, limitando su crecimiento vegetativo y natural, razón por la cual existe escases de pastos naturales, afectando la alimentación y rendimiento de los animales. Frente a esta problemática se propuso generar un sistema de producción de forraje verde hidropónico (FVH). El trabajo de investigación se realizó en el sector Vizallani I, del distrito de Cabana, provincia de San Román, región de Puno, cuya ubicación es en las Coordenadas UTM 361860 m E y 8269008 m N y a una altitud de 3884 m.s.n.m. Los objetivos fueron: a) Evaluar el valor cultural y altura de planta del forraje verde de cebada y avena con adición de fitorreguladores orgánicos cultivados en sistema hidropónico. b) Determinar el rendimiento de biomasa del forraje verde de cebada y avena con adición de fitorreguladores orgánicos, cultivados en sistema hidropónico. c) Realizar el análisis bromatológico por cada tratamiento de las especies forrajeras con adición de fitorreguladores orgánicos, cultivados en sistema hidropónico. d) Estimar el costo/beneficio de la producción de forraje verde de cebada y avena con adición de fitorreguladores orgánicos cultivados en un sistema hidropónico. Los factores en estudio fueron granos de cebada (C1) y avena (C2) y los fitorreguladores de crecimiento fueron: SW-3 Seaweed Creme (F1), Phyllum (F2), Biogyz (F3) y Testigo, haciendo un total de 8 tratamientos en estudio, los cuales fueron conducidos bajo un Diseño Completamente al azar con un arreglo factorial, conformado por 2 especies forrajeras y 3 tipos de fitorreguladores orgánicos y un testigo, lo cual combinado hacen un total 8 tratamientos conducido bajo 3 repeticiones, con un total de 24 unidades experimentales. La dosis de aplicación de los fitorreguladores fue de 5 ml/L de agua. Los resultados obtenidos fueron: a) En valor cultural, en cebada con la aplicación de Biogyz tuvo 96.04%, seguido de Seaweed Creme con 95.22%. En avena, con Biogyz se tuvo 80.68%, seguido de Seaweed Creme con 81.47%. En altura de planta, la cebada con la aplicación de Biogyz se tuvo 17.47 cm, seguido de Seaweed Creme con 16.83 cm; mientras que en avena, con la aplicación de Biogyz se tuvo 15.27 cm, seguido de Seaweed Creme con 14.30 cm. b) En rendimiento de biomasa del forraje verde, en cebada con la aplicación de Biogyz se tuvo 18.67 kg/m², seguido de Seaweed Creme con 16.17 kg/m²; en avena con la aplicación de Biogyz se tuvo 16.83 kg/m², seguido de Seaweed Creme con 15.17 kg/m². c) El análisis bromatológico mostro que la cebada con la aplicación de Biogyz tuvo 14.27% de proteína cruda, 52.10% de fibra detergente neutro, 25.32% de carbohidratos, 3.54% de extracto etéreo, 7.51% de ceniza y 12.62% de materia seca. En avena con la aplicación de Phyllum, se tuvo 13.44% de proteína cruda, 62.70% de fibra detergente neutro, 24.70% de carbohidratos, 6.83% de extracto etéreo, 4.43% de ceniza y 20.59% de materia seca. d) En costo/beneficio, la cebada con la aplicación de Biogyz tuvo 1.66 soles, seguido del testigo con 1.55 soles; en avena con la aplicación de Biogyz tuvo 1.61 soles, seguido Seaweed Creme con 1.47 soles.

Palabras clave: Avena, cebada, costo beneficio, forraje hidropónico, fitorreguladores.

ABSTRACT

In the Puno region, dry periods occur during the year, which affects the development of the crop, limiting its vegetative and natural growth, reason for which there is a lack of natural pastures, affecting the feeding and yield of the animals. Faced with this problem, it was proposed to generate a hydroponic green forage production system (FVH). The research work was carried out in the Vizallani I sector, in the district of Cabana, province of San Román, Puno region, whose location is in the coordinates UTM 361860 m and 8269008 m N and at an altitude of 3884 m.s.n.m. The objectives were: a) To evaluate the cultural value and plant height of the green forage of barley and oats with the addition of organic phyto regulators grown in the hydroponic system. b) Determine the biomass yield of the green forage of barley and oats with the addition of organic phyto regulators, grown in hydroponic system. c) Perform the bromatological analysis for each treatment of the forage species with the addition of organic phyto regulators, grown in a hydroponic system. d) Estimate the cost / benefit of the production of green forage of barley and oats with the addition of organic phyto regulators grown in a hydroponic system. The factors under study were grains of barley (C1) and oats (C2) and the growth regulators were: SW-3 Seaweed Creme (F1), Phyllum (F2), Biogyz (F3) and Control, making a total of 8 treatments under study, which were conducted under a completely random design with a factorial arrangement, consisting of 2 forage species and 3 types of organic phyto regulators and a control, which combined make a total of 8 treatments conducted under 3 repetitions, with a total of 24 experimental units. The application dose of the phyto regulators was 5 ml / L of water. The results obtained were: a) In cultural value, in barley with the application of Biogyz it had 96.04%, followed by Seaweed Creme with 95.22%. In oats, with Biogyz it was 80.68%, followed by Seaweed Creme with 81.47%. In height of plant, the barley with the application of Biogyz had 17.47 cm, followed by Seaweed Creme with 16.83 cm; while in oats, with the application of Biogyz it was 15.27 cm, followed by Seaweed Creme with 14.30 cm. b) In biomass yield of green forage, in barley with the application of Biogyz it was 18.67 kg / m², followed by Seaweed Creme with 16.17 kg / m²; in oats with the application of Biogyz it was 16.83 kg / m², followed by Seaweed Creme with 15.17 kg / m². c) The bromatological analysis showed that barley with the application of Biogyz had 14.27% crude protein, 52.10% neutral detergent fiber, 25.32% carbohydrates, 3.54% ethereal extract, 7.51% ash and 12.62% dry matter. Oats with the application of Phyllum, had 13.44% crude protein, 62.70% neutral detergent fiber, 24.70% carbohydrates, 6.83% ether extract, 4.43% ash and 20.59% dry matter. d) In cost / benefit, the barley with the application of Biogyz had 1.66 soles, followed by the control with 1.55 soles; in oatmeal with the application of Biogyz had 1.61 soles, followed Seaweed Creme with 1.47 soles.

Key words: Oats, barley, cost benefit, hydroponic forage, phyto regulators.

I. INTRODUCCIÓN

En la región andina del Perú, durante el año se presentan épocas de estiaje, el cual tiene características como una escasa o nula precipitación pluvial y con temperaturas fluctuantes, lo cual afecta el desarrollo del cultivo, este fenómeno afecta a las plantas limitando su crecimiento vegetativo y natural, a su vez impide su normal desarrollo vegetativo, razón por la cual existe una escases de pastos naturales, afectando la alimentación de los animales, por ello se tiene bajos rendimientos en la crianza de animales.

Frente a esta problemática se propone generar una oferta forrajera natural de calidad nutritiva, para la alimentación de los animales, una de las alternativas es la producción de forraje verde hidropónico (FVH), este sistema de producción permite obtener forraje a partir de los 15 días y se propone como una alimentación complementaria, que tiene como objetivo mejorar la crianza de los animales y fortalecer la entereza del agricultor, ante los fenómenos climáticos adversos que se presentan durante el año. Los bajos costos de instalación y los rendimientos disponen de manera permanente de forraje verde durante el tiempo que sea necesario.

El forraje verde hidropónico (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. El FVH o “unupi wiñaq q’omer qáchu” o “Green fodder hydroponic” o es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal (FAO, 2001). La inquietud de los productores, es conocer el rendimiento forrajero de los cereales con aplicación de Fitorreguladores en producción hidropónica, ya el Fitorregulador es un producto regulador del crecimiento de las plantas; estimula el crecimiento de raíces y partes aéreas de las plantas; para lo cual se ha propuesto utilizar tres Bioestimulantes o promotores de crecimiento; lo cual permitirá deducir y demostrar los resultados en rendimiento de forraje; de esta forma el productor comprobara, diferenciará el cereal y fitorregulador más idóneo, para que posteriormente lo realice y lo divulgue.

Por lo mencionado, el trabajo de investigación, se enfoca al estudio de la producción de forraje verde en base al grano de cebada y avena como materia prima, el cual estará sujeto a la aplicación de Bioestimulantes; cultivados bajo sistema hidropónico. Los resultados

que se esperan nos permitirán recomendar el cereal más idóneo y la aplicación o desuso de fitoreguladores.

1.1. HIPOTESIS

1.1.1. Hipótesis general

La producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena, es variable con la aplicación de fitoreguladores de orgánicos.

1.1.2. Hipótesis específicos

- El valor cultural y altura de planta del forraje verde de cebada es diferente por el efecto de la adición de fitoreguladores orgánicos, cultivados en sistema hidropónico.
- El rendimiento de biomasa del forraje verde de cebada y avena es diferente por el efecto de la adición de fitoreguladores orgánicos, cultivados en sistema hidropónico.
- El análisis bromatológico por cada tratamiento de las especies forrajeras es diferente por el efecto de la adición de fitoreguladores orgánicos, cultivados en sistema hidropónico.
- El costo/beneficio de la producción de forraje verde de cebada y avena es diferente por el efecto de la adición de fitoreguladores orgánicos, cultivados en un sistema hidropónico.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Determinar la mejor especie forrajera entre la producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena, con adición de fitoreguladores orgánicos en Cabana - Puno.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar el valor cultural y altura de planta del forraje verde de cebada y avena con adición de fitoreguladores orgánicos cultivados en sistema hidropónico.
- Determinar el rendimiento de biomasa del forraje verde de cebada y avena con adición de fitoreguladores orgánicos, cultivados en sistema hidropónico.
- Realizar el análisis bromatológico por cada tratamiento de las especies forrajeras con adición de fitoreguladores orgánicos, cultivados en sistema hidropónico.
- Estimar el costo/beneficio de la producción de forraje verde de cebada y avena con adición de fitoreguladores orgánicos cultivados en un sistema hidropónico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CULTIVOS HIDROPÓNICOS

Hace referencia que el término hidroponía deriva de dos palabras griegas: *hydor*, agua y *ponos*, trabajo, que combinadas significa “Trabajo en agua” y son una alusión al empleo de soluciones de agua y fertilizantes químicos para el cultivo de plantas sin tierra para su sustento y para obtener abundantes cosechas sin depender del suelo, eligiendo el sitio que le resulte más conveniente puesto que quedan totalmente eliminadas las tareas de cavar, desyerbar y fertilizar, bajos costos y ausencia total de polvo y olores, y además de obtener continuos y excepcionales resultados (Miranda, 2006).

El forraje hidropónico (FH) viene a ser el resultado del proceso de germinación de los granos de cereales o leguminosas (cebada, maíz, soya, sorgo) que se realiza durante 9 a 15 días, alcanzando una altura de 20 a 25 cm., y que los animales consumen por completo: tallos, hojas, raizuelas, y restos de semilla (Regalado, 2009).

El Forraje Verde Hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenido a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables. El FVH. o “greenfodder hydroponics” es un “pienso” o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal. El mismo manual señala que, en la práctica, el FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de avena, cebada, maíz, trigo y sorgo (FAO, 2001).

Se recomienda utilizar semillas de cereales provenientes de lotes limpios de impurezas y que procedan de plantas que estén libres de plagas y enfermedades, no debiéndose utilizarse semillas tratadas con fungicidas o preservantes. La semilla debe ser entera, seca y tener por lo menos un 85% de poder germinativo. Para la semilla de cebada, se esperan rendimientos de 6 a 8 kilos de forraje hidropónico por cada kilo de semilla, mientras que para semillas de maíz se espera rendimientos de 4 a 5 kilos de Forraje Hidropónico por cada kilo de semilla (Tarrillo, 2005).

2.2. FORRAJES EN CULTIVO HIDROPÓNICO

El forraje hidropónico (FH), es el resultado del proceso de germinación de semillas de granos de cereales como cebada, trigo, avena, maíz, sorgo; que han crecido en un periodo de 9 a 15 días logrando alcanzar una altura de 20 a 25cm, esto en función de las condiciones micro climáticas en que se pueden explotar, tales como: luz, temperatura y humedad. Este método se practica sin suelo, lo que permite producir a partir de la germinación de las semillas una masa forraje de alto valor nutritivo, consumible al 100% y con una buena digestibilidad, de este modo se consume la totalidad de la planta, incluida las raíces que forman una capa gruesa en el fondo de la bandeja. Dentro de los factores que influyen en la producción de FH, menciona los siguientes (Rodríguez, 2002):

2.2.1. Luz

Para producir forraje hidropónico óptimamente, es necesario que los primeros 3 días, las bandejas permanezcan en un ambiente de poca luminosidad para favorecer el crecimiento del brote y raíces, a partir del cuarto día hasta la cosecha es necesario un ambiente con buena luminosidad y que la distribución de la luz sea homogénea sobre las bandejas, no se debe exponer las bandejas directamente al sol. Si el ambiente es muy cerrado se puede recurrir al uso de luz artificial (fluorescente), iluminando las bandejas por un máximo de 12 a 15 horas. No se debe exponer las bandejas directamente al sol (Castillo, 2015 cita a Alvarado, 2011).

2.2.2. Temperatura

Para obtener una óptima producción de forraje hidropónico, la temperatura debe estar entre 22°C y 25°C. En gramíneas es importante por su alto volumen de producción de FVH, aparte de su gran riqueza nutricional requiere de temperaturas que varía entre los 25 y 28° C. Si la temperatura está por encima de los 30°C se presentan problemas en la actividad celular disminuyendo la capacidad de absorción de agua por las raíces, agregando que las noches no son benéficas para las gramíneas, pues la respiración es muy activa y la planta utiliza importantes reservas de energía a costa de la fotosíntesis realizada durante el día (Castillo, 2015 cita a Alvarado, 2011).

2.2.3. Humedad

Es otro factor importante en la producción de forraje hidropónico, debiendo oscilar entre 65-70%. El cuidado de la humedad en el interior del invernadero es muy importante y se

debe tener una humedad relativa de 65 a 70%. Valores superiores a 90% sin una buena ventilación puede causar graves problemas fitosanitarios debido fundamentalmente a enfermedades fungosas difíciles de combatir y eliminar (Castillo, 2015).

2.2.4. Calidad de semilla

Es un factor muy importante, el porcentaje de germinación de las semillas debe ser de 80 - 90%. Los granos de trigo, avena, cebada, sorgo, maíz y centeno son los más empleados para la producción de FH, porque cumplen fundamentalmente con algunos requisitos que permiten una mayor producción libre de hongos, principal problema que enfrenta el productor que inicia con el sistema. Entonces los siguientes requisitos para la producción de forraje hidropónico (Rodríguez, 2002) son:

- Seguridad de que el grano empleado no contenga agroquímicos tóxicos y de acción residual, ya que el tiempo de producción es corto y puede ocasionar problemas en los animales que se alimenten con el producto.
- Que el porcentaje de germinación del grano sea alto; 90% mínimo.
- Que el grano no se encuentre dañado o roto, porque suelta almidón, y con ello la propagación de enfermedades se presenta fácilmente.

2.2.5. Calidad de agua

La condición básica que debe presentar el agua para ser usada en sistemas hidropónicos es característica de potabilidad. Su origen puede ser de pozo, de lluvia, o agua corriente de cañerías. Para el caso en que la calidad de agua no sea la conveniente, será imprescindible realizar un análisis químico detallado de la misma, existen criterios en el uso del agua para cultivos hidropónicos respecto a (1) contenido en sales y elementos fitotóxicos (sodio, cloro y boro); (2) contenido de microorganismos patógenos; (3) concentración de metales pesados y (4) concentración de nutrientes y compuestos orgánicos. El valor del pH del agua debe oscilar entre 5.2 y 7 y salvo raras excepciones como son las leguminosas, que pueden desarrollarse con un pH cercano al 7.5 el resto de las semillas (cereales mayormente), no se comportan eficiente por encima del valor 7 (FAO, 2001).

2.2.6. Métodos de producción de FVH

- Selección de semillas. Se recomiendan utilizar semillas de cereales provenientes de lotes limpios de impurezas.

- Lavado. Las semillas son lavadas con el objeto de eliminar el polvo que contienen, ya que en ella se encuentra una gran cantidad de microorganismos, este lavado se realiza sumergiendo las semillas en agua y agitándolas por unos segundos, para luego eliminar el agua sucia, procedimiento que se repite hasta tres veces, dependiendo del grado de suciedad de estas.
- Desinfección. Las semillas son desinfectadas con el objeto de eliminar microorganismos de la putrefacción y esporas de hongos, para evitar problemas durante el proceso de germinación y producción. Este proceso se realiza sumergiendo las semillas en una solución de agua con lejía (hipoclorito de sodio) al 1 %, (10 ml de lejía por cada litro de agua) por espacio de 2 horas.
- Remojo. Las semillas son puestas en remojo con agua por espacio de 24 horas, con el objeto de activar la vida latente del grano e iniciar su actividad enzimática; además de ablandar la cutícula que recubre al grano y facilitar la germinación.
- Oreo. Terminado el proceso de remojo, las semillas son enjuagadas con agua y puestas en un depósito que presenta orificios en la parte inferior, que permite el drenaje del agua, además el depósito será tapado, para evitar una pérdida de humedad. En esta etapa las semillas no son regadas y permanecerán por espacio de uno a dos días, hasta la aparición del “Punto de Brote” en la semilla.
- Germinación. Esta etapa se inicia con la siembra de las semillas en las bandejas, a una densidad de 5 kilos de semilla seca por metro cuadrado de bandeja, es decir una altura de cama de semillas de 1,5 cm. Luego las bandejas son colocadas en un estante de germinación, y son regadas con agua tres veces al día. Luego de 4 a 6 días las bandejas son trasladadas al estante de producción.
- Producción. Para esta última etapa, las bandejas son trasladadas a estantes de producción. Pudiendo utilizarse; solución nutritiva. La etapa de producción del FVH dura entre 4 a 8 días (Tarrillo, 2005).

2.2.7. Fertilización en cultivos hidropónicos

En los cultivos Hidropónicos todos los elementos esenciales se suministran a las plantas disolviendo las sales fertilizantes en agua para preparar la solución de nutrientes. La elección de las sales que deberán ser usadas depende de un elevado número de factores. La proporción relativa de iones que debemos añadir a la composición se comparara con la necesaria en la formulación del nutriente; por ejemplo una molécula de nitrato potásico KNO_3 proporcionará un ion de potasio K^+ y otro ion de nitrato NO_3^- , así como una

molécula de nitrato cálcico $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ nos dará un ion cálcico Ca^{++} y dos iones de nitrato. En los cultivos hidropónicos las sales fertilizantes deberán tener una alta solubilidad, puesto que deben permanecer en solución para ser tomadas por las plantas. Por ejemplo el Calcio puede ser suministrado por el nitrato cálcico o por el sulfato cálcico; este último es más barato, pero su solubilidad es muy baja; por tanto, el nitrato cálcico deberá ser el que usemos para suministrar la totalidad de las necesidades del calcio. El costo de un fertilizante en particular deberá considerarse según cómo vaya a utilizarse; en general, deberá usarse lo que normalmente se denomina como grado técnico donde el costo es más alto que una cantidad agrícola, pero la solubilidad es mucho mayor (Paredes, 2010).

Las soluciones nutritivas deberán estar calculadas en función del cultivo al que van dirigidas y su estado de desarrollo. El responsable del cultivo debe ser capaz de calcularlas, ya que es el quien diariamente observa el rumbo del cultivo y percibe los momentos en que las plantas necesitan unos nutrientes u otros. Esto se logra tras un periodo lógico de aprendizaje, y sabrá cuando y como modificarla en función del cultivo, de su desarrollo y de los factores ambientales. De todos los elementos nutritivos que las plantas necesitan, el responsable del cultivo actuara directamente sobre los macronutrientes; calculara los aportes que deben realizar de: nitratos, sulfatos, fosfatos, calcio, potasio y magnesio. Los micronutrientes generalmente se aportan mediante preparados comerciales (Paredes, 2010). Se necesitan un total de dieciséis elementos (Regalado, 2009):

Tabla 1. Nutrientes que necesitan las plantas para su desarrollo y crecimiento.

Nutriente	Símbolo
Carbono	C
Hidrogeno	H
Oxigeno	O
Nitrógeno	N
Fosforo	P
Potasio	K
Calcio	Ca
Magnesio	Mg
Azufre	S
Hierro	Fe
Manganeso	Mn
Cobre	Cu
Zinc	Zn
Molibdeno	Mo
Boro	Bo
Cloro	Cl

Fuente: Regalado (2009).

Los tres primeros, carbono, hidrogeno y oxigeno se encuentran en el aire y el agua que toma la planta. El resto de nutrientes normalmente son aportados por el suelo: los macronutrientes son el nitrógeno, fosforo y potasio; el calcio, magnesio y azufre son los nutrientes secundarios; los micronutrientes son el hierro, manganeso, cobre, zinc, molibdeno, boro y cloro (Regalado, 2009).

La solución nutritiva es el agua con los nutrientes, minerales esenciales disueltos en ella los que se añaden a través de sales o fertilizantes comerciales en cantidades y proporciones adecuadas, de manera que cubran las necesidades de las plantas para su crecimiento y desarrollo. Son 13 nutrientes minerales esenciales que toda solución nutritiva debe proporcionar a las plantas: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, cloro, hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, y molibdeno, cada uno de estos nutrientes debe estar dentro de un rango óptimo de la solución nutritiva para lograr una nutrición balanceada de las plantas. Un elemento es esencial si, ante su falta la planta no puede completar su ciclo de vida por ejemplo: si no hay suficiente nitrógeno, la planta no crecerá normalmente y morirá prematuramente, este es importante porque forma parte de compuestos tan esenciales como proteínas, ácidos nucleicos, hormonas y muchas vitaminas (Miranda, 2006).

2.3. LA CEBADA

2.3.1. Ubicación taxonómica de la cebada

La avena se clasifica de la siguiente manera:

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Género	:	Hordeum
Especie	:	<i>Hordeum vulgare</i> L.

(Arellano, 2015).

2.3.2. Características morfológicas de la cebada

- Sistema radicular: La cebada produce raíces primarias y secundarias análogas al trigo. Las secundarias se desarrollan en los primeros 20cm, sobre todo, aunque esta profundidad varía según la fertilidad y humedad del suelo.
- Hojas: La disposición de las hojas es alternada en la base de la lámina foliar se encuentra la lígula, y al lado de estas se encuentran dos apéndices llamados estípulas. La última hoja denominada hija bandera, se caracteriza por tener limbo más corto y vainas más largas que otras especies, las hojas son más estrechas y color verde claro, suele tener un color verde más claro que el trigo y en los primeros estadios de desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida.
- Tallos: Emite tallos a partir de los nudos situados en la base de la planta, este fenómeno es conocido como ahijamiento o amacollamiento, resulta tanto más pronunciado cuanto más favorables sean las condiciones de cultivo (Orellana, 2015).
- Inflorescencias: Se agrupan en forma de espiga. La espiga tiene un eje central o raquis formado por una sucesión de nudos, a partir de cada uno de los cuales se desarrolle tres espiguillas, en la cebada cervecera y de dos carreras de espiguillas laterales son estériles y de la común son fértiles.
- Grano: Es una cariósida con glumillas adheridas, tiene forma de hueso afilado en la punta, con un surco poco profundo a lo largo de su cara ventral. Dentro de la vaina está la cariósida un fruto en el cual el pericarpio (vestigios de la pared del ovario) se fusiona con la testa. Dentro de la testa el tejido predominante, unido en la periferie por la capa de la aleurona forma parte del endospermo. En la parte basal está el embrión (Orellana, 2015).
- Desarrollo del grano: Los primeros periodos del desarrollo del grano, denominado estado acuoso y estado lechoso, duran al entorno de diez días. Aunque los granos no aumentan mucho peso durante esta fase, esta es extremadamente importante porque determina el número de células que posteriormente se utilizarán para almacenar almidón, el grano almacena almidón y contiene una consistencia semisólida masa blanda, que finalmente mientras el grano se aproxima a la madurez comienza a perder agua rápidamente, su consistencia se hace más sólida “masa dura”. En esta etapa el grano pierde también su color verde (Rimache, 2008).

2.3.3. Valor nutritivo del grano cebada

En la tabla 2, se observa las diferencias en los parámetros entre del FVH (cebada) y otras fuentes alimenticias, donde se observa diferencias en energía, proteína cruda, digestibilidad kcal digestible y kg proteína digestible.

Tabla 2. Comparación entre las características del FVH (cebada) y otras fuentes alimenticias.

Parámetro	FVH (cebada)	Concentrado	Heno	Paja
Energía (kcal/kg MS)	3216	3000	1680	1392
Proteína Cruda (%)	25	30.0	9.2	3.7
Digestibilidad (%)	81.6	80	47.0	39.0
Kcal Digestible/kg	488	2.160	400	466
kg Proteína Digestible/Tm	46.5	216	35.75	12.41

Fuente: Sepúlveda (1994).

Tabla 3. Valor nutritivo de la cebada.

Parámetro	Base seca
Materia seca (%)	32
Proteína %	9
Ceniza (%)	2

Fuente: Gómez (2012).

2.3.4. La cebada como forraje verde hidropónico

Estudios demuestran que la alimentación con cebada germinada representa una alternativa de alimentación complementaria obteniendo una buena conversión alimenticia, mayor ganancia de peso y un costo unitario accesible en la crianza de ganado. Asimismo, se recomienda utilizar para la etapa de gestación y lactancia el forraje hidropónico de avena - concentrado por su eficiente respuesta productiva, reproductiva y económica; en tanto que para la etapa de crecimiento y engorde el forraje hidropónico de cebada-concentrado por permitir un mayor índice de costo-beneficio (Casa, 2008).

2.3.5. Requerimientos nutricionales del cultivo de cebada

Para el desarrollo normal de cualquier cultivo, entre los que está la cebada, se requiere carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, cinc, cobre, molibdeno, boro y cloro. Los nutrimentos requeridos en mayor

cantidad son nitrógeno, fósforo y potasio. Los demás se requieren en menores cantidades y por lo regular son abastecidos por el suelo. El carbono, hidrógeno y oxígeno se obtienen del agua y de la atmósfera (Mora, 2004).

2.4. LA AVENA

2.4.1. Ubicación taxonómica de la avena

La cebada se clasifica de la siguiente forma:

Reino	:	Vegetal
División	:	Anthophyta
Clase	:	Liliópsida
Sub-clase	:	Commelinidas
Orden	:	Poales
Familia	:	Poáceas
Género	:	Avena
Especie	:	<i>Avena sativa</i> L.

(Toapanta, 2014).

2.4.2. Características morfológicas de la avena

- Sistema radicular: Seudo fasciculado, potentes y más abundantes que en el resto de los cereales como el trigo y la cebada.
- Tallos: Cilíndrico, hueco en los entrenudos y macizo en los nudos, donde se insertan las hojas. En estado vegetativo es corto y puede dar lugar a estolones o rizomas. Hojas alternas, dísticas, lineares a lanceoladas; en su parte inferior se encuentra la vaina, envuelve el tallo y en la superior el limbo plano. En la unión del limbo y la vaina puede haber una lígula membranosa o pelosa. El limbo puede presentar en su base dos prolongaciones laterales o aurículas, siendo además grueso y recto con poca resistencia al vuelco, la longitud puede variar de 0,50 a 1,5 m.
- Hojas: Sus hojas son planas y alargadas, con un limbo estrecho y largo de color verde oscuro.
- Inflorescencias: Las inflorescencias de la avena son panículas, con racimos de espigas de dos a tres flores, situadas sobre largos pedúnculos.

- Flores: Hermafroditas, unisexuales o estériles, con 2 brácteas: lema y palea con aristas en diversas posiciones. Tienen 3 estambres, grandes anteras, exertos en la floración. Gineceo con dos estigmas plumosos; en la base del gineceo están las lodículas que separan las glumelas y permiten la salida de las anteras.
- Semilla: Contenida en un fruto cariósipide, presenta una estructura llamada pericarpio; corresponde a la fusión de las paredes del ovario, se presenta unido a la testa de la semilla. Esta última la conforma el endosperma y el embrión que está formado de coleorriza, radícula, coleoptilo y escutelo

2.4.3. La Avena como forraje verde hidropónico

La avena ocupa los primeros lugares en importancia de cereales a nivel mundial, debido al uso para alimentación humana y animal principalmente. En este último se ha utilizado tanto en grano como en forraje ya sea en forma de heno o con animales en pastoreo. Dentro del grupo de los cereales, la avena es la principal especie cultivada en el mundo para la producción de forraje o grano, destinados a la alimentación de rumiantes. Su grano es de buena calidad, con un contenido de proteína de alto valor biológico, superior a otros cereales de grano pequeño. Ocupa el 7.9% de la superficie de cultivos anuales. Después del trigo y junto al maíz, es el segundo cereal más importante en superficie cultivada. El valor de su producción, que alcanza el 4.5% del valor total obtenido por los cultivos anuales en donde el 14% es utilizado como forraje (Rojas, 2009).

2.4.4. Valor nutritivo de la avena

En la tabla 4, se observa el valor nutritivo de la avena, y en la tabla 5, se observa un Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el FVH obtenido de las semillas de avena a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento.

Tabla 4. Valor nutritivo de la avena.

Parámetro	Base seca
Proteína cruda (%)	18.80
Energía metabolizable (Kcal/ Kg.MS)	3216
Digestibilidad (%)	83
Proteína digestible (%)	90

Fuente: Gómez (2012)

Tabla 5. Análisis comparativo del valor nutricional del grano de avena y el FVH obtenido de las semillas de avena a los 10 cm de altura y 13 días de crecimiento.

Nutriente o factor	Grano	FVH
Materia seca (%)	91.0	32.0
Cenizas (%)	2.3	2.0
Proteína Bruta (%)	8.7	9.0
Proteína Verdadera (%)	6.5	5.8
Pared Celular (%)	35.7	56.1
Contenido Celular (%)	64.3	43.9
Lignina (%)	3.6	7.0
Fibra Detergente Ácido (%)	17.9	27.9
Hemicelulosa (%)	17.8	28.2

Fuente: Castillo (2017), extractado de Dosaj J. 1987

2.4.5. Requerimientos nutricionales de cultivo de avena

Los principales nutrientes que requiere este cultivo son nitrógeno, fósforo y potasio en mayores cantidades mientras que micronutrientes como molibdeno, cobalto, azufre y boro manganeso son requeridos en cantidades mínimas es por eso que al establecer el cultivo este requiere para el desarrollo inicial al menos de 138 kg de P₂O₅/ha (300 kg Superfosfato triple/ha), que puede ser aplicado sola o en mezcla con potasio, magnesio, azufre y boro (Darmanet, 2009).

2.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica constituye la parte final de toda una secuencia de análisis de factibilidad en los proyectos de inversión, en la cual, una vez concentrada toda la información generada en los capítulos anteriores, se aplican métodos de evaluación económica que contemplan el valor del dinero a través del tiempo, con la finalidad de medir la eficiencia de la inversión total involucrada y su probable rendimiento durante su vida útil. Especialmente, en los proyectos de carácter lucrativo, la parte que corresponde a la evaluación económica es fundamental; puesto que con los resultados que de ella se obtienen, se toma la decisión de llevar a cabo o no la realización de un proyecto determinado (CIFE, 2014).

2.6. COSTOS DE PRODUCCIÓN

El análisis de costos de producción de FVH, es importante considerar los riesgos de sequias, otros fenómenos climáticos adversos, las pérdidas de animales y los costos

unitarios del insumo básico (semilla) el FVH es una alternativa económicamente viable que debe ser considerada por los productores. En el desglose de los costos se aprecia la gran ventaja que tiene este sistema de producción por su bajo nivel de Costos Fijos en relación a las formas convencionales de producción de forrajes. Al no requerir de maquinaria agrícola para su siembra y cosecha, el descenso de la inversión resulta evidente (FAO, 2001).

El costo de producción como el desembolso o gasto de dinero que hace en la adquisición de los insumos o recursos empleados, para producir bienes y servicios. Sin embargo, el termino costo es más amplio, ya que significa el valor de todos los recursos que participan en el proceso productivo de un bien en cantidades y en un periodo de tiempo determinado (Tito, 2016 cita a Perrin 1970).

Los costos de producción varían de acuerdo a la tecnología y herramienta utilizada, ya que estas prácticas influyen en el rendimiento y beneficios (Sotomayor, 1992).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Ubicación política de la zona en estudio:

Sector : Vizallani I
Distrito : Cabana
Provincia : San Román
Región : Puno

Ubicación de la zona en estudio:

Coordenadas UTM : 361860 m E y 8269008 m N
Altitud : 3884 m.s.n.m.

3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.2.1. Semillas de cebada y avena

Los granos de cebada (*Hordeum vulgare* L. cv. “local”) y avena (*Avena sativa* L. cv. “Negra local”), luego de recabar la información de la calidad de semila, fueron adquiridos de la casa comercial ALABAMA de la ciudad de Juliaca.

3.2.2. Fitorreguladores orgánicos

Los fitorreguladores orgánicos que se utilizaron, fueron:

1. SW-3 SEAWEED CREME (F1)

Algas marinas “SW-3 SEAWEED CREME”, se adquirió en la casa comercial agroveterinaria ALABAMA, está preparada a base de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*), contiene promotores biológicos tales como: citoquininas, auxinas, giberelinas y Betainas.

2. PHYLLUM (F2)

Bioestimulante natural a base de algas marinas (*Ascophyllum nodosum*). Tiene un balance de auxinas, giberelinas y citoquininas; se adquirió en la casa comercial agrícola HORTUS.

3. BIOGYZ (F3)

Es un bioestimulante de característica Tetra-Hormonal (citoquininas, giberilinas, auxinas

y ácido abscisico); el cual se adquirió en la casa comercial agroveterinaria FARMAGRO.

3.3. FACTORES EN ESTUDIO

a) Especie forrajera (Semillas)

E1 = Cebada

E2 = Avena

b) Fitorreguladores de crecimiento

F0 = Testigo

F1 = Seaweed Creme

F2 = Phyllum

F3 = Biogyz

Tabla 6. Tratamientos en estudio combinando factores en estudio.

Nº de tratamiento	Especie forrajera	Promotores de crecimiento	Código del tratamiento
T1	E1	F0	E1F0
T2	E1	F1	E1F1
T3	E1	F2	E1F2
T4	E1	F3	E1F3
T5	E2	F0	E2F0
T6	E2	F1	E2F1
T7	E2	F2	E2F2
T8	E2	F3	E2F3

3.4. CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO EXPERIMENTAL (TRATAMIENTOS)

- Área tratamiento (1.00m x 4.00m) : 4.00 m²
- Número de tratamientos : 08
- Número de repeticiones : 03
- Distancia entre repeticiones : 0.25 m
- Distancia entre tratamientos : 0.5 m
- Área de Unidad Experimental : 1 m²
- Área experimental : 40.00 m²

(Ver figura 29).

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el presente estudio fue Diseño Completamente al azar con un arreglo factorial, conformado por 2 especies forrajeras y 3 tipos de fitorreguladores orgánicos y un testigo, lo cual combinado hacen un total 8 tratamientos conducido bajo 3 repeticiones, con un total de 24 unidades experimentales. El modelo estadístico para un diseño completo al azar con arreglo factorial, es el siguiente (Ibañez, 2009):

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

$i = 1, 2, 3, \dots, e$ (Niveles de factor E = Especies forrajeras)

$j = 1, 2, 3, \dots, f$ (Niveles de factor F = Fitorreguladores orgánicos)

$k = 1, 2, 3, \dots, r$ (repeticiones)

Donde:

Y_{ijk} = variable de respuesta de la k-ésima observación bajo el j-ésimo nivel de factor F, sujeto al i-ésimo nivel de tratamiento E.

μ = media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

α_i = efecto del i-ésimo nivel del factor E (Tipo de cereales).

β_j = efecto del j-ésimo nivel del factor F (Fitorreguladores orgánicos)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor E, en el j-ésimo nivel del factor F.

ε_{ijk} = efecto del error experimental.

HIPOTESIS

Las hipótesis planteadas fueron:

Ho: $\tau = \tau_i$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto)

Ha: $\tau \neq \tau_i$ (Al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos)

– FACTOR E

Ho: $\alpha_i = 0$ $i = 1, 2$

Ha: $\alpha_i \neq 0$

– FACTOR F

Ho: $\beta_j = 0$ $j = 1, 2, 3, 4$

Ha: $\beta_j \neq 0$

– INTERACCION E x F

$$H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0 \quad i = 1, 2$$

$$H_a: (\alpha\beta)_{ij} \neq 0 \quad j = 1, 2, 3, 4$$

Tabla 7. Análisis de varianza para un factorial de 2 factores (2^n) en DCA.

F. de V.	G.L.
Tratamientos	$(ef - 1) = 7$
Factor E	$(e - 1) = 1$
Factor F	$(f - 1) = 3$
Interacción E x F	$(e - 1)(f - 1) = 3$
Error experimental	$ef(r - 1) = 16$
Total	$efr - 1 = 23$

3.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.6.1. Sistema de cultivo hidropónico

1) Construcción del Fitotoldo tipo tunel

- Ubicación del Terreno: se ubicó el terreno en el Sector Vizallani I, del distrito de Cabana, en donde se consideró la disponibilidad de fuente de agua,
- Trazado y Marcado: la unidad experimental (UE) tuvo 1 m de ancho y 1 m de largo, lo que es equivalente a un metro cuadrado.
- Nivelación del terreno: la unidad experimental tuvo un desnivel de 5 cm.
- Estacado y colocación del alambre: se colocaron las estacas cada 1 metro del cerco perímetro.
- Extendido de la plástica negra: con el extendido de la plástica se consiguió las pozas de producción.
- Construcción del tinglado: se colocaron los fierros corrugados cada 1.2 metros dándole la forma de un arco de 180° .

2) Instalación de los módulos de producción

- Selección y pesado de semillas (granos): Las semillas de cebada y avena, tuvieron un peso de 3.5 kg por cada unidad experimental.
- Desinfección y lavado de la semilla: Las semillas se desinfectaron con una solución

desinfectante, que consistió en disolver 10 ml de lejía en 1 lt de agua; mezclando la solución y sobre ello se depositó los granos. El proceso de desinfección fue de cinco minutos, durante este tiempo se eliminó el material flotante como residuos de pajas, impurezas y granos vacíos. Transcurridos los cinco minutos, se procedió a enjugar las semillas con abundante agua, por dos veces hasta quitar el olor a lejía.

- Remojo y oreo de semillas: Las semillas, se remojaron en sacos de polietileno durante 12 horas, luego se evacuó el agua para orear la semilla durante 2 horas y se continuó con el remojo por 12 horas más.
- Siembra: Las semillas (granos), se colocaron en las bandejas correspondientes formando una capa de 1 cm de espesor aproximadamente. Posteriormente las bandejas se cubrieron con un plástico negro, ya que la germinación requiere de una fase completamente oscura.
- Protección del módulo experimental: Luego de la siembra, se cubrió el módulo experimental con Malla Rashell de 65% de sombra.
- Preparación y aplicación de las dosis de Fitorreguladores orgánicos: La preparación de los productos fue de acuerdo al siguiente cuadro.

Los insumos necesarios para la aplicación de fitorreguladores orgánicos fueron:

Tabla 8. Dosis de aplicación de Fitorreguladores orgánicos usados en la investigación.

Fitorreguladores o Bioestimulantes	Distribuido por:	Dosis a usar	Nota
- "SW-3 SEAWEED CREME"	ALABAMA	5 ml/L agua	Productos 100% orgánicos
- "PHYLLUM"	HORTUS	5 ml/L agua	
- "BIOGYZ"	FARMAGRO	5 ml/L agua	

Fuente: Elaboración propia en base al rotulo del producto.

Luego de la siembra, se aplicó las dosis de fitorreguladores orgánicos propuestas para la presente investigación, la cual se realizó con la ayuda de un aspersor, y se distribuyó en forma uniformemente a las plántulas. La aplicación foliar fue en dos oportunidades primero a la siembra y el segundo después de 15 días.

- Riego: Se realizó asperjándolo manualmente a las pozas de producción de FVH dos veces por día, según la necesidad del cultivo para mantener la humedad.

- *Pre Germinado y Germinado*: Lograda la emergencia con el coleóptilo desarrollado; las bandejas estuvieron expuestas a la luz con el fin de que puedan efectuar la fotosíntesis, y pueda continuar con el desarrollo vegetativo.
- *Cosecha del forraje verde*: La cosecha del forraje verde hidropónico se realizó a los 25 días de iniciado el trabajo.

3.7. VARIABLES DE RESPUESTA Y OBSERVACIONES

3.7.1. Variables de respuesta

- Emergencia de semillas (%)
- Altura de planta (cm/planta)
- Velocidad de crecimiento (cm/día)
- Rendimiento biomasa total (kg/m²)
- Análisis bromatológico de forraje verde hidropónico
- Costos de producción y beneficio económico

3.7.2. Observaciones

En la tabla 4, se observa el registro de temperaturas registradas en el lugar de investigación durante el tiempo que se condujo la investigación, en donde la mayor temperatura máxima se dio en el mes de agosto con 19.5 °C y la menor temperatura máxima en el mes de mayo con 17.8 °C; en temperatura mínima, la más baja se dio en el mes de agosto con -4.7 °C y la mayor fue en el mes de mayo con -2.0 °C; en la temperatura media, la más baja fue en el mes de julio con 5.9°C y la mayor fue en el mes de mayo con 7.9°C. En precipitación pluvial, la mayor precipitación se dio en el mes de mayo con 13.5 mm, y la menor precipitación en el mes de agosto con 0.0 mm.

Tabla 9. Registro de temperaturas y precipitación pluvial del medio ambiente (2017).

Meses	T° máxima (°C)	T° mínima (°C)	T° media (°C)	Precipitación pluvial (mm)
Mayo	17.8	-2.0	7.9	13.5
Junio	18.5	-5.4	6.6	1.5
Julio	18.2	-6.4	5.9	1.5
Agosto	19.5	-4.7	7.4	0.0

Fuente: Estación Cruz Pata. Distrito de Mañazo.

3.8. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA

3.8.1. Emergencia de plántulas en bandeja

La emergencia de plántulas, se evaluó después de haber instalado los granos en las bandejas correspondientes por cada tratamiento. Para lo cual se estimó el porcentaje de emergencia de plántulas hasta después de los 10 días de sembrado.

Para realizar la emergencia de plántulas en bandeja, se ha realizado primeramente el cálculo del porcentaje de poder germinativo, se ha seguido el siguiente procedimiento:

- Pesar la cebada en la balanza de precisión y anotar los datos obtenidos.
- Separar todas las impurezas y materias que no son acorde con la variedad deseada.
- Pesar las impurezas e igualmente anotar los datos
- Calcular el % de pureza

$$\% \text{ de pureza} = (P - p)/P \times 100\%$$

Donde: P= Peso total semilla (g)

p= Peso de impurezas (g)

- Seleccionar 120 semillas y ponerlos en la bandeja que ya está con el papel empapado y enseguida ponerlos a la germinadora a 20°C.
- Hacer el seguimiento con mucho cuidado a la semilla, anotar cada día las semillas germinadas y obviándolos para la siguiente observación y obtener el promedio de las semillas germinadas.
- Calcular el poder germinativo (%)

$$\% \text{ de poder germinativo} = \frac{(\text{Promedio de semillas germinadas}) \times 100}{(\# \text{ de semillas puestas en bandeja})}$$

Seguidamente se calculó el valor cultural (VC), mediante la fórmula:

$$VC = \frac{(\% \text{ de pureza})(\% \text{ de poder germinativo})}{100\%}$$

3.8.2. Altura de planta

La altura de planta, se evaluó desde la base del tallo hasta la punta de la hoja, para ello se elegirá al azar cinco plántulas por cada tratamiento. Los datos fueron tomados cada 5 días desde la emergencia hasta la cosecha del forraje.

3.8.3. Velocidad de crecimiento

La velocidad de crecimiento para la producción de forraje verde, se estimó desde la instalación de las semillas en la bandeja hasta la cosecha del forraje. La unidad de medida es en cm /día.

3.8.4. Rendimiento de biomasa total

El rendimiento de biomasa del forraje verde, se estimó en base a la cosecha del forraje. La biomasa producida fue pesada con una balanza (kg /m²). Para estimar el rendimiento de biomasa de materia seca, se tomó muestras del forraje verde, luego ha sido remitida remitidas al Laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA Puno, para determinar los pesos respectivos y luego se colocaron en una bolsa de papel, y posteriormente fueron colocados en la estufa, luego se calculará el porcentaje de materia seca por diferencia de peso perdido, en base a la siguiente formula:

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

Donde:

H = Humedad

MS = Materia seca

PMH = Peso muestra húmeda

PMD = Peso de la muestra desecada

3.8.5. Análisis bromatológico

Para el análisis bromatológico del forraje verde, se tomó una muestra representativa de cada tratamiento, las cuales fueron colocados en bolsitas de polietileno debidamente codificadas y serán llevadas al Laboratorio de Aguas y Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias-Puno, para su respectivo análisis bromatológico (materia seca; porcentaje de humedad; porcentaje de proteína cruda; porcentaje de cenizas y porcentaje de carbohidratos).

3.8.6. Costos de producción

Los costos de producción, fueron determinados por cada tratamiento en estudio, para ello se usó las siguientes formulas:

- Costo total (CT) = Costo fijo (CF) + Costo variable (CV)
- Produccion total (PT) = Cantidad de materia producida

- Costo unitario (CU) = $\frac{\text{Costo total}}{\text{Produccion total}}$
- Precio unitario de venta (PUV) = CU + margen de ganancia
- Ingreso total = PT x PUV
- Ingreso neto = Ingreso Total – CT
- Rentabilidad = $\frac{\text{IN}}{\text{CT}} \times 100$
- Relacion B/C = $\frac{\text{Ingreso total}}{\text{Costo total}}$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. EMERGENCIA Y CRECIMIENTO EN ALTURA DE PLANTA DEL FORRAJE VERDE DE CEBADA Y AVENA CON ADICIÓN DE FITORREGULADORES ORGÁNICOS CULTIVADOS EN SISTEMA HIDROPÓNICO

4.1.1. Emergencia de semillas

En la tabla 10, se observa la cantidad de semillas germinadas de 120 semillas de cebada en prueba, de donde se ha obtenido que el mayor poder germinativo se tuvo con el fitorregulador “Biogyz” (F3) con 97.50%, seguido de “Seaweed Creme” (F1) con 96.67%, Phyllum (F2) con 95.00% y el testigo (F0) con 92.50%.

El mayor valor cultural fue con el fitorregulador “Biogyz” con 96.04%, seguido de “Seaweed Creme” con 95.22%, Phyllum con 93.58% y el testigo con 91.11%.

Tabla 10. Poder germinativo y valor cultural de la cebada con diferentes fitorreguladores de crecimiento.

FECHA	DIAS	CEBADA							
		F0		F1		F2		F3	
29/05/2017									
30/05/2017									
31/05/2017									
1/06/2017									
2/06/2017									
3/06/2017	1	2	2	4	4	6	6	6	6
4/06/2017	2	36	38	37	41	39	45	40	46
5/06/2017	3	42	80	43	84	38	83	40	86
6/06/2017	4	14	94	14	98	12	95	17	103
7/06/2017	5	6	100	10	108	8	103	6	109
8/06/2017	6	4	104	4	112	5	108	3	112
9/06/2017	7	3	107	2	114	3	111	3	115
10/06/2017	8	2	109	2	116	2	113	2	117
11/06/2017	9	2	111			1	114		
12/06/2017	10								
13/06/2017									
14/06/2017									
15/06/2017									
16/06/2017									
17/06/2017									
18/06/2017									
19/06/2017									
20/06/2017									
21/06/2017									
22/06/2017									
Total Semillas germinadas		111		116		114		117	
Poder germinativo:		92.50%		96.67%		95.00%		97.50%	
Valor cultural (VC):		91.11%		95.22%		93.58%		96.04%	

En la tabla 11, se observa la cantidad de semillas germinadas de 120 semillas de avena en prueba, se ha obtenido que el mayor poder germinativo se tuvo con el fitorregulador “Seaweed Creme” (F1) con 86.67%, seguido de “Biogyz” (F3) con 85.53%, Phyllum (F2) con 85.00% y el testigo (F0) con 84.17%. El mayor valor cultural fue con el fitorregulador “Seaweed Creme” con 81.47%, seguido de “Biogyz” con 80.68%, Phyllum con 79.90% y el testigo con 79.12%.

Tabla 11. Poder germinativo y valor cultural de la avena con diferentes fitorreguladores de crecimiento.

FECHA	DIAS	AVENA							
		F0		F1		F2		F3	
29/05/2017									
30/05/2017									
31/05/2017									
1/06/2017									
2/06/2017									
3/06/2017	1								
4/06/2017	2	1	1	4	4	5	5	4	4
5/06/2017	3	37	38	36	40	39	44	38	42
6/06/2017	4	38	76	38	78	35	79	39	81
7/06/2017	5	14	90	12	90	11	90	11	92
8/06/2017	6	5	95	4	94	5	95	5	97
9/06/2017	7	2	97	3	97	4	99	2	99
10/06/2017	8	2	99	3	100	2	101	2	101
11/06/2017	9	1	100	2	102	1	102	1	102
12/06/2017	10	1	101	2	104			1	103
13/06/2017									
14/06/2017									
15/06/2017									
16/06/2017									
17/06/2017									
18/06/2017									
19/06/2017									
20/06/2017									
21/06/2017									
22/06/2017									
Total Semillas germinadas		101		104		102		103	
Poder germinativo:		84.17%		86.67%		85.00%		85.83%	
Valor cultural (VC):		79.12%		81.47%		79.90%		80.68%	

4.1.2. Altura de planta

4.1.2.1. A los 5 días de evaluación

En la tabla 12, se observa el análisis de varianza para altura de planta a los 5 días de evaluación, en donde se observa que para el factor especie forrajera (E) existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre las especies forrajeras hay diferencias en altura de planta a los 5 días de evaluación; para el factor fitorregulador de crecimiento (F), también existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre los fitorreguladores de crecimiento de crecimiento hay diferencias en altura de planta a los 5 días de evaluación. En la interacción E x F, también se observa que existe una diferencia estadística significativa, lo cual indica que los factores actúan de forma dependiente uno sobre el otro sobre altura de planta. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 12.85%, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 12. Análisis de varianza para altura de planta a los 5 días de evaluación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Especie forrajera (E)	1	0.5400	0.5400	30.14 **	4.49	8.53	<.0001
Fitorregulador de crecimiento (F)	3	1.6683	0.5561	31.04 **	3.24	5.29	<.0001
C x F	3	0.2433	0.0811	4.53 *	3.24	5.29	0.0176
Error	16	0.2867	0.0179				
Total correcto	23	2.7383					

CV= 12.85%

Prom. gral = 1.04 cm.

En la tabla 13, se observa la prueba de Duncan para factor especie forrajera, en donde la cebada tuvo mayor altura de planta con 1.19 cm, el cual es estadísticamente superior a la avena con 0.89 cm.

Tabla 13. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera sobre altura de planta a los 5 días de evaluación.

Orden de merito	Especie forrajera	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	E1=Cebada	1.19	a
2	E2=Avena	0.89	b

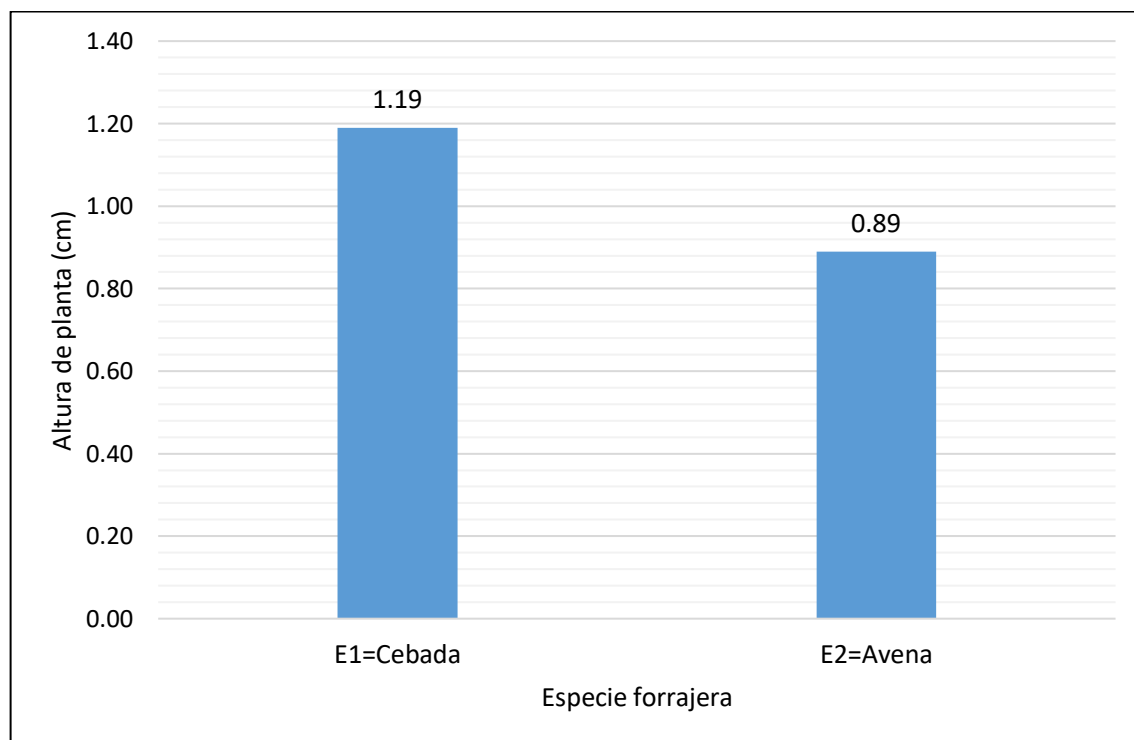


Figura 1. Altura de planta según especies forrajeras a los 5 días de evaluación.

En la tabla 14, se observa la prueba de Duncan para factor Fitorregulador de crecimiento, en donde la Biogyz tuvo mayor altura de planta con 1.47 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás fitorreguladores, seguido de Seaweed creme con 1.05 cm; en último lugar se ubica el testigo con 0.78 cm de altura de planta.

Tabla 14. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre altura de planta a los 5 días de evaluación.

Orden de merito	Fitorregulador de crecimiento	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	F3 = Biogyz	1.47	a
2	F1 = Seaweed Creme	1.05	b
3	F2 = Phyllum	0.87	c
4	F0 = Testigo	0.78	c

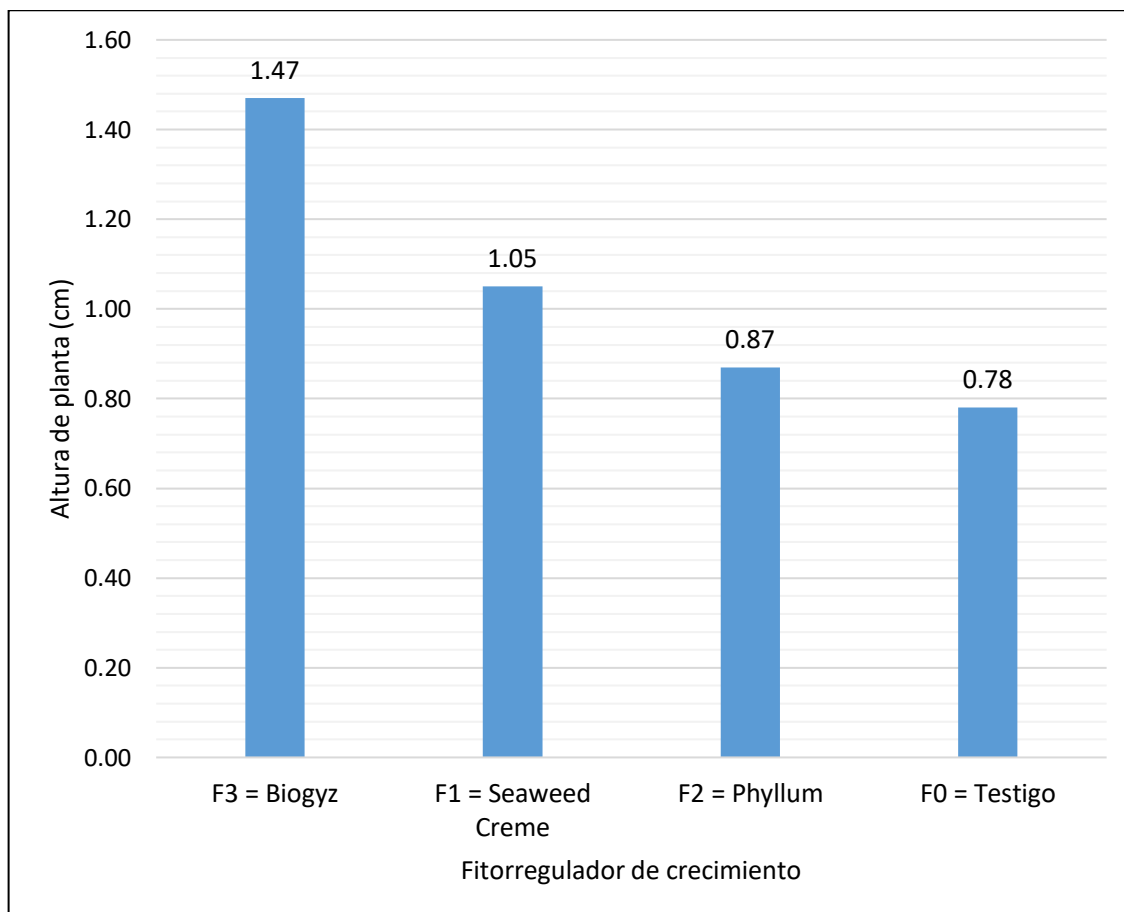


Figura 2. Altura de planta según fitorreguladores de crecimiento a los 5 días de evaluación.

En la tabla 15, se observa la interacción E x F, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

Tabla 15. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para altura de planta a los 5 días de evaluación.

. Clave	E1	E2	Prom.
(E) Dentro de F0	0.83	0.73	0.78
(E) Dentro de F1	1.10	1.00	1.05
(E) Dentro de F2	1.10	0.63	0.87
(E) Dentro de F3	1.73	1.20	1.47
Prom.	1.19	0.89	1.04

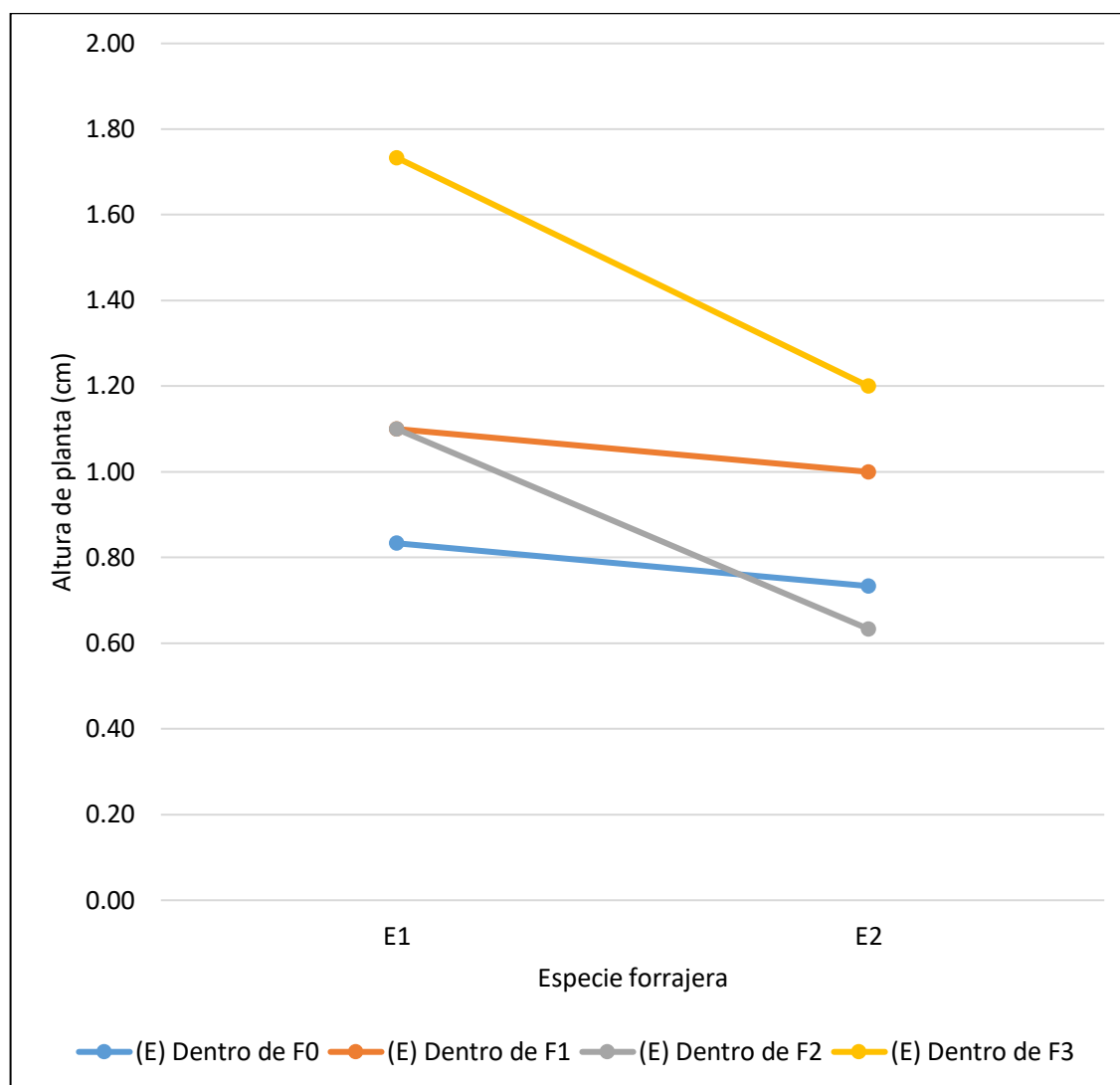


Figura 3. Factor especie forrajera dentro de fitoreguladores de crecimiento para altura de planta a los 5 días de evaluación.

En la figura 3, se observa claramente que las especies forrajeras en relación a los fitoreguladores de crecimiento tienen un comportamiento diferente en el crecimiento de altura de planta, es decir, tienen diferentes alturas de planta, destacando la especie E1 “Cebada” en relación a la especie E2 “Avena”, mientras que en los fitoreguladores F3 “Biogyz” tiene mayor destaque en altura de planta a los 5 días de evaluación.

Tabla 16. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta a los 5 días de evaluación..

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de cebada (E1)	3	1.3158	0.4386	24.48	3.24	5.29	<.0001	**
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de avena (E2)	3	0.5958	0.1986	11.09	3.24	5.29	0.0003	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de testigo (F0)	1	0.0150	0.0150	0.84	4.49	8.53	0.3738	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Seaweed Creme (F1)	1	0.0150	0.0150	0.84	4.49	8.53	0.3738	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Phyllum (F2)	1	0.3267	0.3267	18.23	4.49	8.53	0.0006	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Biogyz (F3)	1	0.4267	0.4267	23.81	4.49	8.53	0.0002	**

** = altamente significativo

n.s.= no significativo

Observando la tabla 16, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta de planta a los 5 días de evaluación, sería de la siguiente forma:

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E1):

Se encontró diferencia altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E1, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto a la especie forrajera E1, esto indica que la especie forrajera E1 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E2.

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E2):

Se encontró diferencia altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E2, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto a la especie forrajera E2, esto indica que la especie forrajera E2 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E1.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F0):

No se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F0, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F0, esto indica que el fitoregulador F0 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F1, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F1):

No se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F1, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F1, esto indica que el fitoregulador F1 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F2):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F2, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F2, esto indica que el fitoregulador F2 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F3):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F3, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F3, esto indica que el fitoregulador F3 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F2.

En la figura 4, se observa que el tratamiento conformado por la Cebada con Biogyz tuvo mayor altura de planta con 1.73 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos; seguido del tratamiento conformado por Avena con Biogyz con 1.20 cm; el tratamiento conformado por Cebada con Phyllum tuvo 1.10 cm. En último lugar se ubica el tratamiento conformado por la Avena con Phyllum con 0.63 cm de altura de planta.

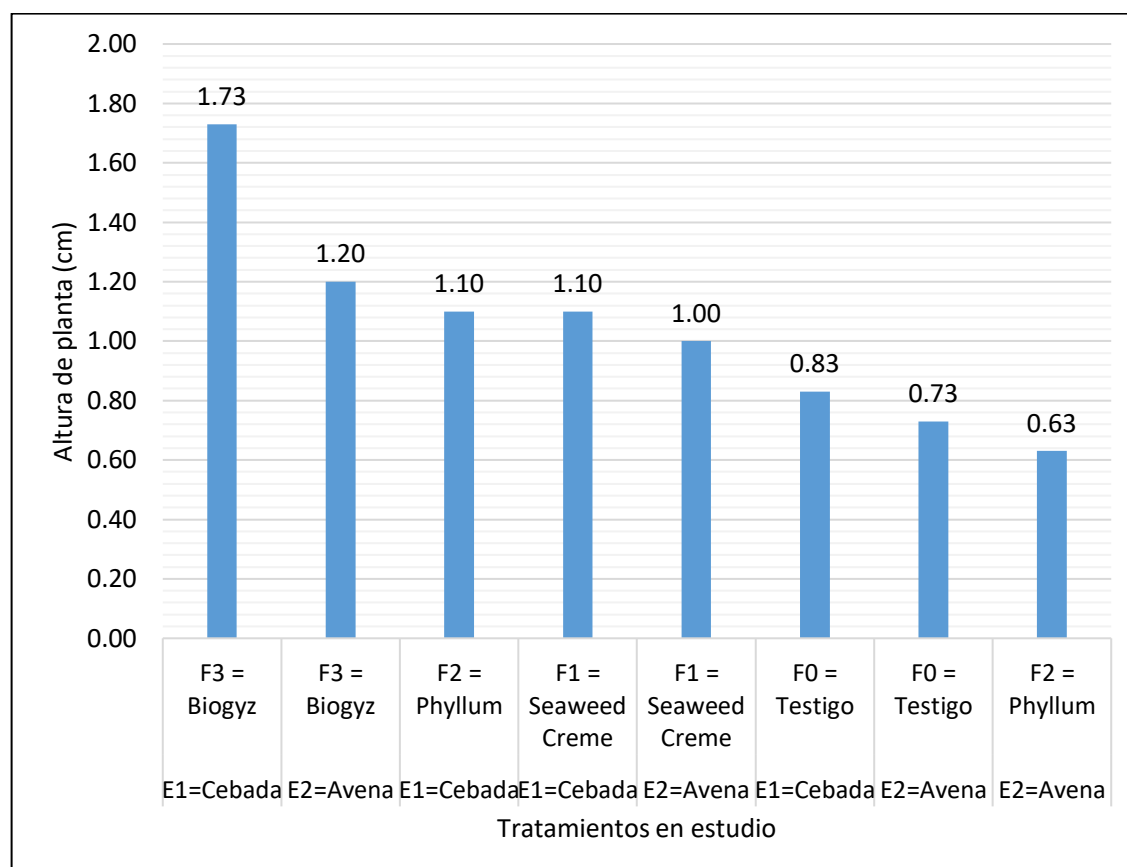


Figura 4. Altura de planta según tratamientos en estudio a los 5 días de evaluación.

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Cutipa (2015), obtuvo a los 5 días de evaluación en el testigo de solo cebada 1.17cm de altura de planta, con la aplicación de ácido giberélico tuvo 1.59 cm, y con microorganismos eficaces tuvo 0.95 cm. En avena solo se tuvo 0.69 cm de altura de planta, con la aplicación de ácido giberélico tuvo 1.19 cm, y con microorganismos eficaces tuvo 0.63 cm.

4.1.2.2. A los 10 días de evaluación

En la tabla 17, se observa el análisis de varianza para altura de planta a los 5 días de evaluación, en donde se observa que para el factor especie forrajera (E) no existe una diferencia estadística significativa, lo cual indica que entre las especies forrajeras no hay

diferencias en altura de planta a los 10 días de evaluación; para el factor fitorregulador de crecimiento (F), también existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre los fitorreguladores de crecimiento hay diferencias en altura de planta a los 10 días de evaluación. En la interacción E x F, también se observa que existe una diferencia estadística significativa, lo cual indica que los factores actúan de forma dependiente uno sobre el otro sobre altura de planta. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 6.80%, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 17. Análisis de varianza para altura de planta a los 10 días de evaluación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Especie forrajera (E)	1	0.3038	0.3038	1.07 n.s.	4.49	8.53	0.3162
Fitorregulador de crecimiento (F)	3	22.2913	7.4304	26.19 **	3.24	5.29	<.0001
E x F	3	9.0346	3.0115	10.61 **	3.24	5.29	0.0004
Error	16	4.5400	0.2838				
Total correcto	23	36.1696					

CV= 6.80%

Prom. gral = 7.83 cm.

En la tabla 18, se observa la prueba de Duncan para factor especie forrajera, en donde la cebada tuvo mayor altura de planta con 7.94 cm, el cual es superior a la avena con 7.72 cm.

Tabla 18. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera sobre altura de planta a los 10 días de evaluación.

Orden de merito	Especie forrajera	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	E1=Cebada	7.94	a
2	E2=Avena	7.72	a

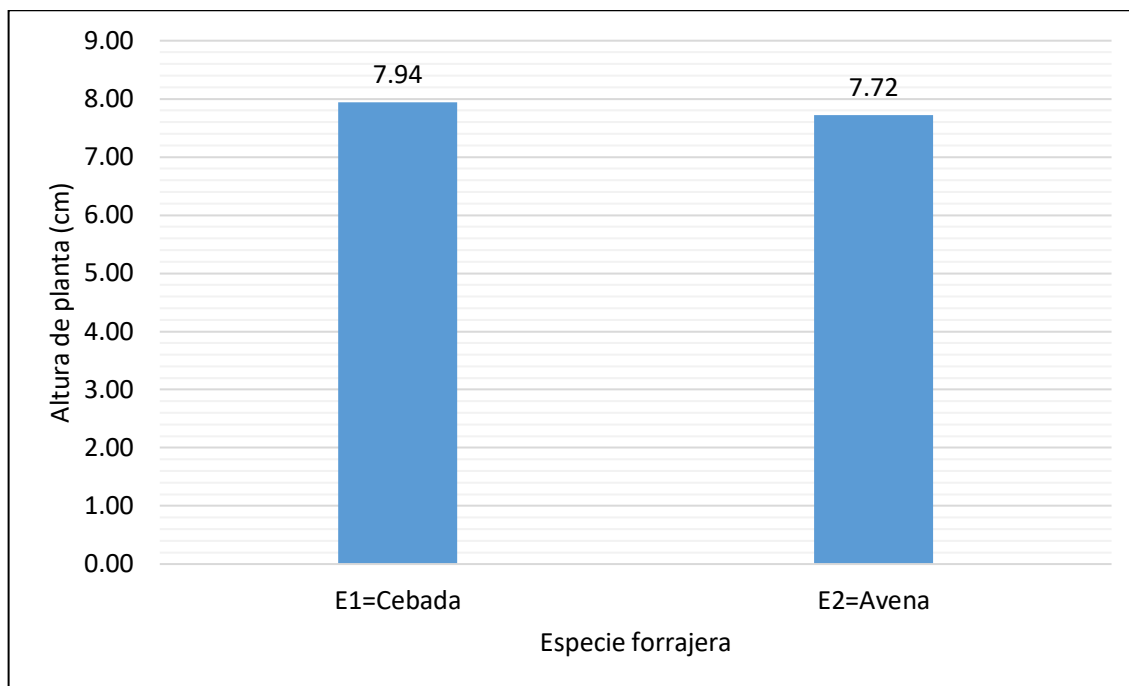


Figura 5. Altura de planta según especie forrajera a los 10 días de evaluación.

En la tabla 19, se observa la prueba de Duncan para factor Fitorregulador de crecimiento, en donde la Biogyz tuvo mayor altura de planta con 9.47 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás fitorreguladores, seguido de Phyllum creme con 7.48 cm; en último lugar se ubica el testigo con 6.98 cm de altura de planta.

Tabla 19. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre altura de planta a los 10 días de evaluación.

Orden de merito	Fitorregulador de crecimiento	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	F3 = Biogyz	9.47	a
2	F2 = Phyllum	7.48	b
3	F1 = Seaweed Creme	7.38	b
4	F0 = Testigo	6.98	b

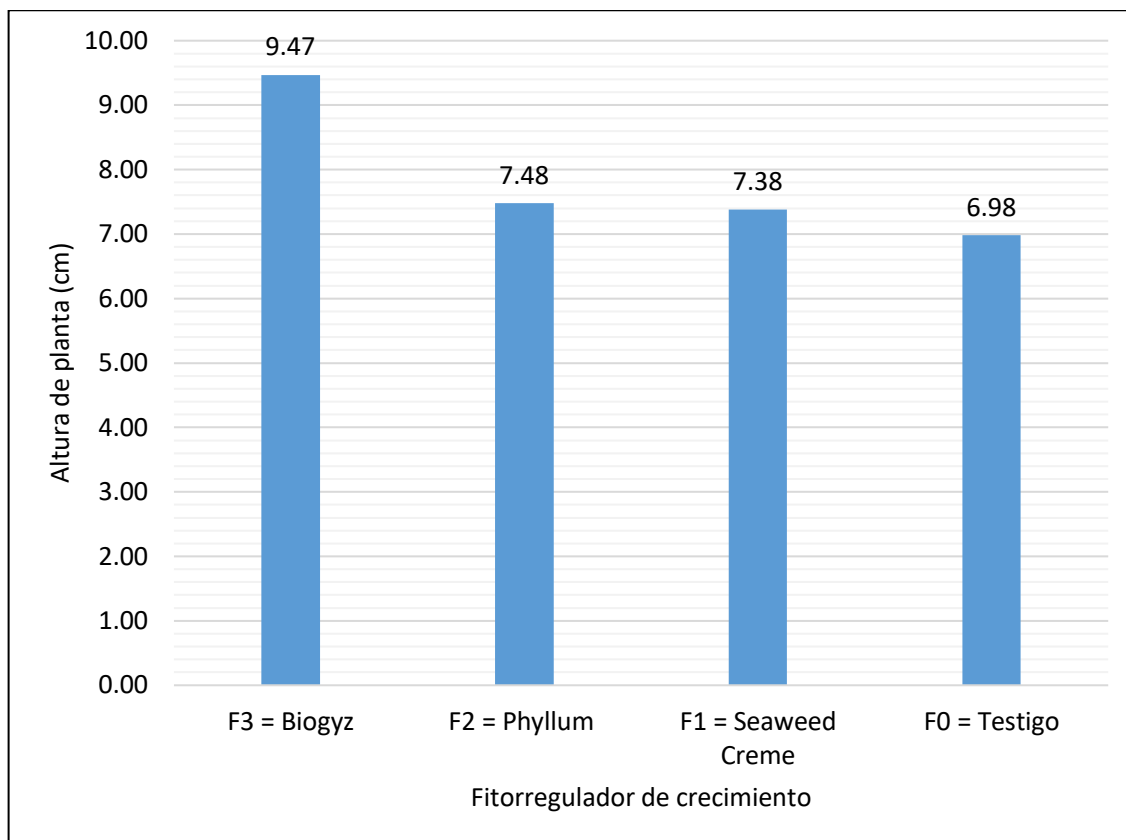


Figura 6. Altura de planta según fitorregulador de crecimiento a los 10 días de evaluación.

En la tabla 20, se observa la interacción E x F, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

Tabla 20. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para altura de planta a los 10 días de evaluación.

. Clave	E1	E2	Prom.
(E) Dentro de F0	6.63	7.33	6.98
(E) Dentro de F1	7.00	7.77	7.38
(E) Dentro de F2	7.53	7.43	7.48
(E) Dentro de F3	10.60	8.33	9.47
Prom.	7.94	7.72	7.83

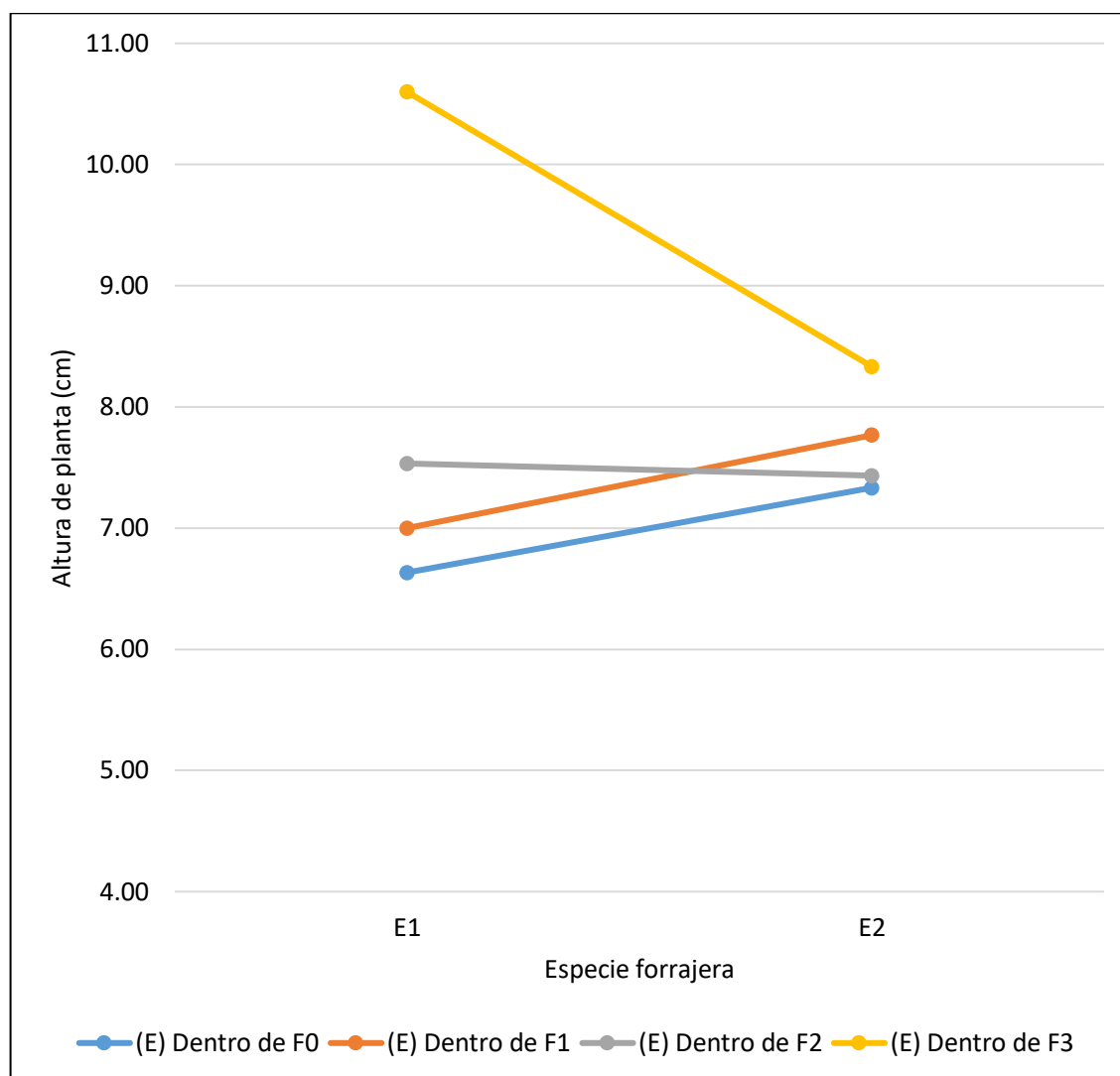


Figura 7. Factor especie forrajera dentro de fitorreguladores de crecimiento para altura de planta a los 10 días de evaluación.

En la figura 7, se observa claramente que las especies forrajeras en relación a los fitorreguladores de crecimiento tienen un comportamiento diferente en el crecimiento de altura de planta, es decir, tienen diferentes alturas de planta, destacando la especie E1 “Cebada” en relación a la especie E2 “Avena”, mientras que en los fitorreguladores F3 “Biogyz” tiene mayor destaque en altura de planta a los 10 días de evaluación.

Tabla 21. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta a los 10 días de evaluación.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de cebada (E1)	3	29.4958	9.8319	34.65	3.24	5.29	<.0001	**
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de avena (E2)	3	1.8300	0.6100	2.15	3.24	5.29	0.1340	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de testigo (F0)	1	0.7350	0.7350	2.59	4.49	8.53	0.1271	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Seaweed Creme (F1)	1	0.8817	0.8817	3.11	4.49	8.53	0.0970	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Phyllum (F2)	1	0.0150	0.0150	0.05	4.49	8.53	0.8211	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Biogyz (F3)	1	7.7067	7.7067	27.16	4.49	8.53	<.0001	**

** = altamente significativo

n.s.= no significativo

Observando la tabla 21, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta de planta a los 10 días de evaluación, sería de la siguiente forma:

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E1):

Se encontró diferencia altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E1, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto a la especie forrajera E1, esto indica que la especie forrajera E1 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E2.

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E2):

No hubo diferencia estadística significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E2, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto a la especie forrajera E2, esto indica que la especie forrajera E2 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a la especie forrajera E1.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F0):

No se encontró diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F0, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F0, esto indica que el fitoregulador F0 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F1, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F1):

No se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F1, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F1, esto indica que el fitoregulador F1 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F2):

No se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F2, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F2, esto indica que el fitoregulador F2 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F3):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F3, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F3, esto indica que el fitoregulador F3 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F2.

En la figura 8, se observa que el tratamiento conformado por la Cebada con Biogyz tuvo mayor altura de planta con 10.60 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos; seguido del tratamiento conformado por Avena con Biogyz con 8.33 cm; el tratamiento conformado por Avena con Seaweed Creme tuvo 7.77 cm. En último lugar se ubica el tratamiento conformado por solo la Cebada con 6.63 cm de altura de planta.

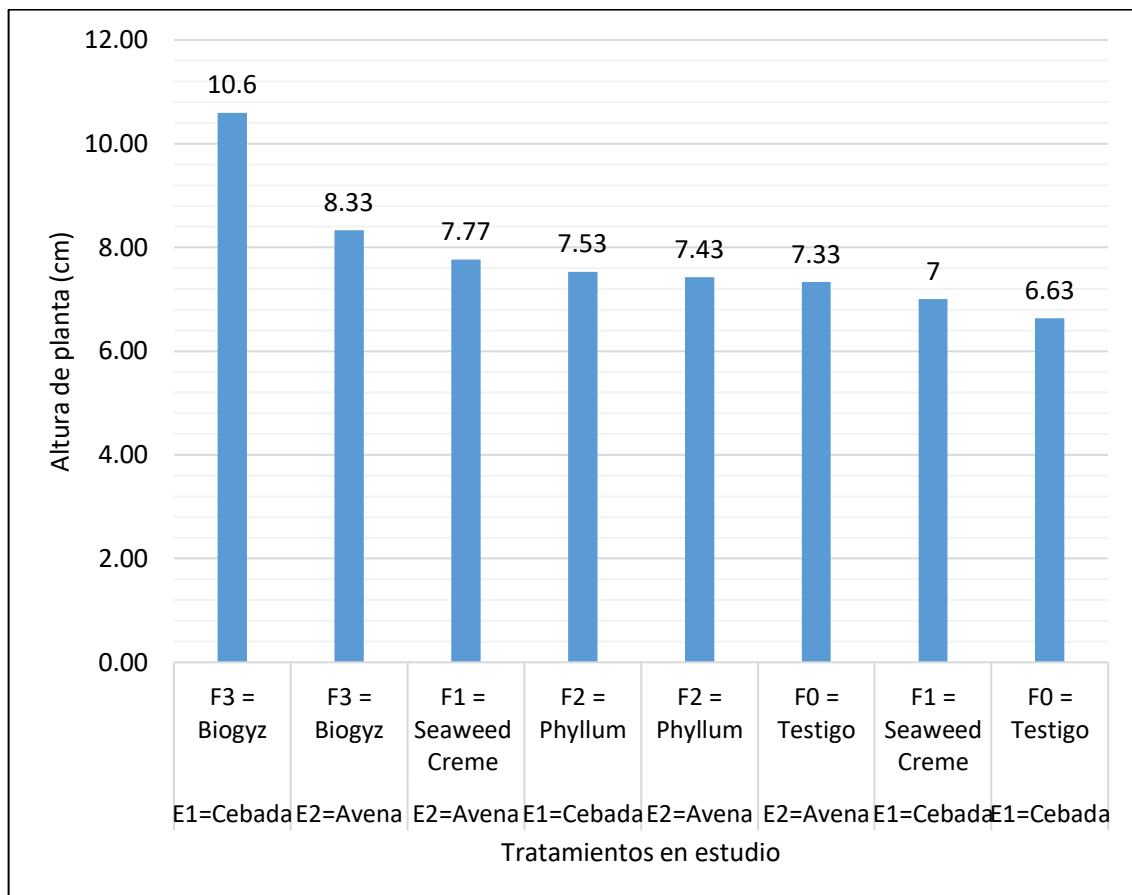


Figura 8. Altura de planta según tratamiento en estudio a los 10 días de evaluación.

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Cutipa (2015), obtuvo a los 10 días de evaluación, en el testigo de solo cebada 7.57cm de altura de planta, con la aplicación de ácido giberélico tuvo 10.5 cm, y con microorganismos eficaces tuvo 7.95 cm. En avena solo se tuvo 7.49 cm de altura de planta, con la aplicación de ácido giberélico tuvo 11.39 cm, y con microorganismos eficaces tuvo 7.97 cm.

4.1.2.3. A los 15 días de evaluación

En la tabla 22, se observa el análisis de varianza para altura de planta a los 15 días de evaluación, en donde se observa que para el factor especie forrajera (E) no existe una

diferencia estadística significativa, lo cual indica que entre las especies forrajeras no hay diferencias en altura de planta a los 15 días de evaluación; para el factor fitorregulador de crecimiento (F), también existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre los fitorreguladores de crecimiento hay diferencias en altura de planta a los 15 días de evaluación. En la interacción E x F, también se observa que no existe una diferencia estadística significativa, lo cual indica que los factores actúan de forma independiente uno sobre el otro sobre altura de planta. Además, el coeficiente de variación (CV) igual a 5.47%, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 22. Análisis de varianza para altura de planta a los 15 días de evaluación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Especie forrajera (E)	1	0.6017	0.6017	1.68 n.s.	4.49	8.53	0.2132
Fitorregulador de crecimiento (F)	3	20.1217	6.7072	18.74 **	3.24	5.29	<.0001
E x F	3	1.4083	0.4694	1.31 n.s.	3.24	5.29	0.3051
Error	16	5.7267	0.3579				
Total correcto	23	27.8583					

CV= 5.47%

Prom. gral =10.94 cm.

En la tabla 23, se observa la prueba de Duncan para factor especie forrajera, en donde la cebada tuvo mayor altura de planta con 11.10 cm, el cual es superior a la avena con 10.78 cm.

Tabla 23. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera sobre altura de planta a los 15 días de evaluación.

Orden de merito	Especie forrajera	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	E1=Cebada	11.10	a
2	E2=Avena	10.78	a

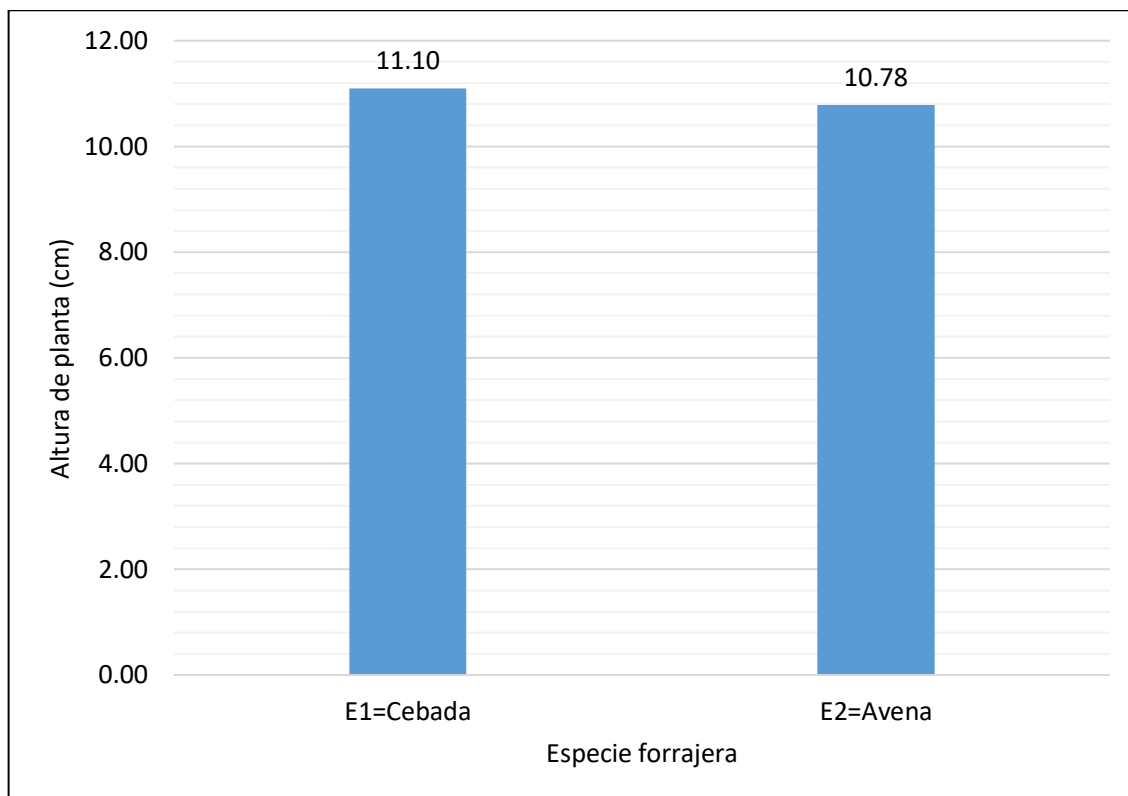


Figura 9. Altura de planta según especie forrajera a los 15 días de evaluación.

En la tabla 24, se observa la prueba de Duncan para factor Fitorregulador de crecimiento, en donde la Biogyz tuvo mayor altura de planta con 12.28 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás fitorreguladores, seguido de Seaweed Creme con 10.95 cm; en último lugar se ubica el testigo con 9.70 cm de altura de planta.

Tabla 24. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre altura de planta a los 15 días de evaluación.

Orden de merito	Fitorregulador de crecimiento	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	F3 = Biogyz	12.28	a
2	F1 = Seaweed Creme	10.95	b
3	F2 = Phyllum	10.83	b
4	F0 = Testigo	9.70	c

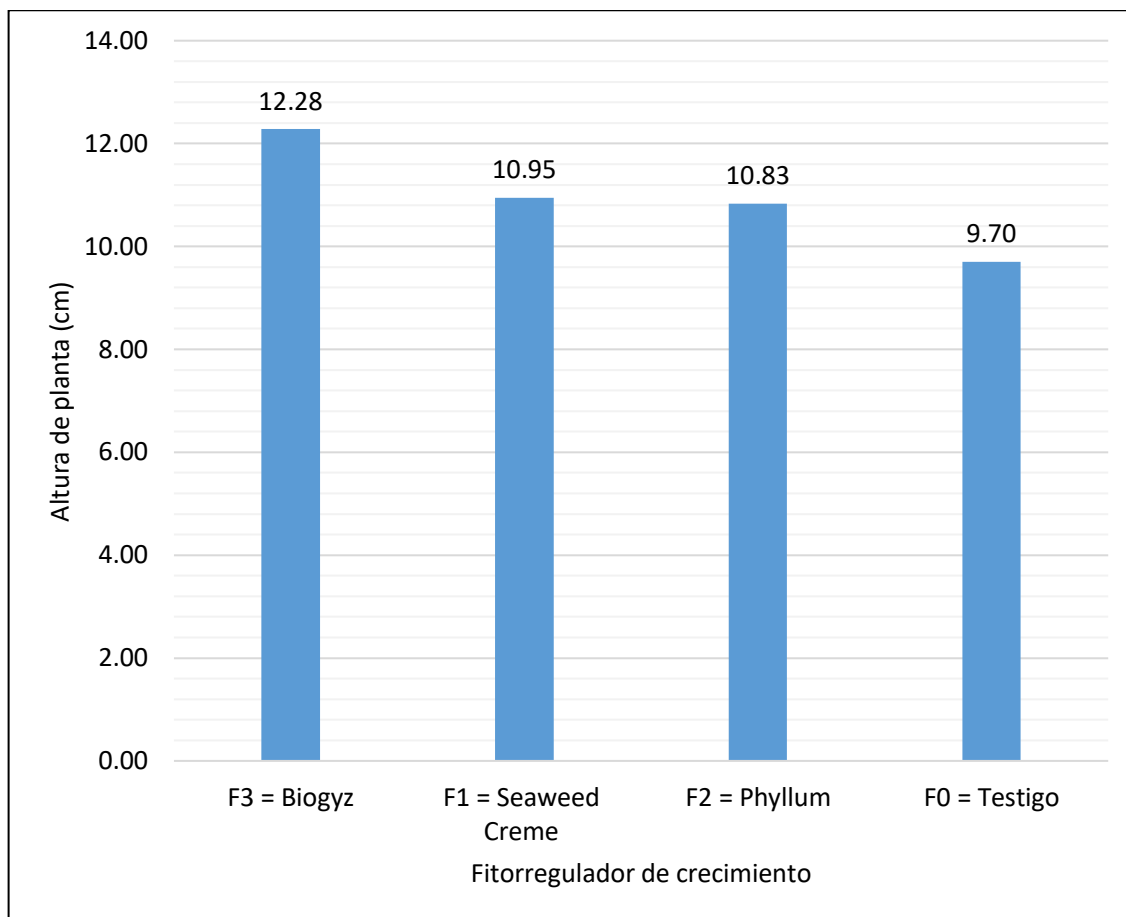


Figura 10. Altura de planta según fitorregulador de crecimiento a los 15 días de evaluación.

En la tabla 25, se observa la interacción E x F, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

Tabla 25. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para altura de planta a los 15 días de evaluación.

. Clave	E1	E2	Prom.
(E) Dentro de F0	9.70	9.70	9.70
(E) Dentro de F1	10.83	11.07	10.95
(E) Dentro de F2	11.07	10.60	10.83
(E) Dentro de F3	12.80	11.77	12.28
Prom.	11.10	10.78	10.94

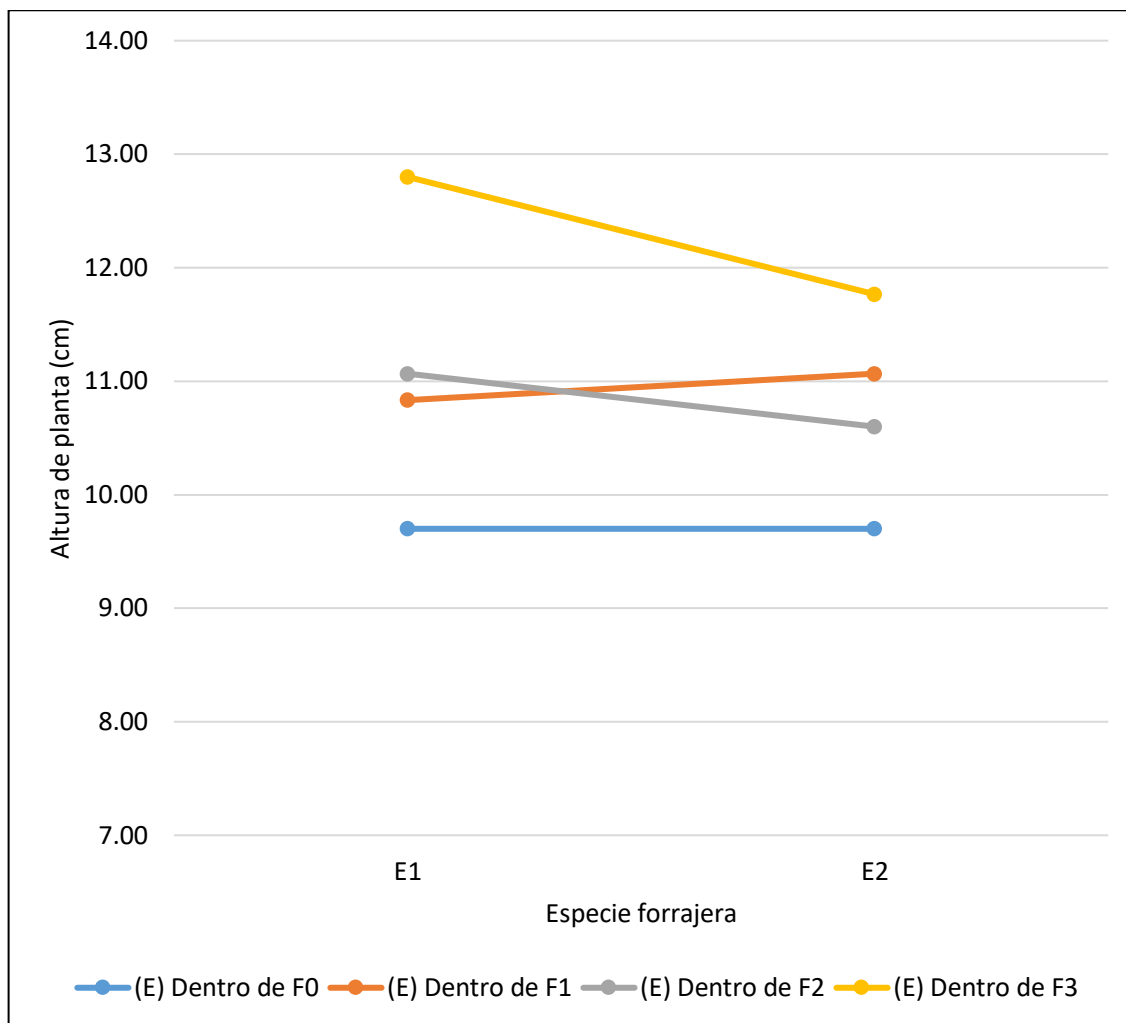


Figura 11. Factor especie forrajera dentro de fitoreguladores de crecimiento para altura de planta a los 15 días de evaluación.

En la figura 11, se observa claramente que las especies forrajeras en relación a los fitoreguladores de crecimiento tienen un comportamiento diferente en el crecimiento de altura de planta, es decir, tienen diferentes alturas de planta, destacando la especie E1 “Cebada” en relación a la especie E2 “Avena”, mientras que en los fitoreguladores F3 “Biogyz” tiene mayor destaque en altura de planta a los 10 días de evaluación.

Tabla 26. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta a los 15 días de evaluación.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de cebada (E1)	3	14.7667	4.9222	13.75	3.24	5.29	0.0001	**
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de avena (E2)	3	6.7633	2.2544	6.30	3.24	5.29	0.0050	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de testigo (F0)	1	2.9582E-31	2.9582E-31	0.00	4.49	8.53	1.0000	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Seaweed Creme (F1)	1	0.0817	0.0817	0.23	4.49	8.53	0.6393	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Phyllum (F2)	1	0.3267	0.3267	0.91	4.49	8.53	0.3536	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Biogyz (F3)	1	1.6017	1.6017	4.47	4.49	8.53	0.0604	n.s.

** = altamente significativo n.s.= no significativo

Observando la tabla 26, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta de planta a los 15 días de evaluación, sería de la siguiente forma:

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E1):

Se encontró diferencia altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E1, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto a la especie forrajera E1, esto indica que la especie forrajera E1 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E2.

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E2):

Hubo diferencia estadística altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E2, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto a la especie forrajera E2, esto indica que la especie forrajera E2 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E1.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F0):

No se encontró diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F0, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F0, esto indica que el fitoregulador F0 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F1, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F1):

No se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F1, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F1, esto indica que el fitoregulador F1 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F2):

No se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F2, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F2, esto indica que el fitoregulador F2 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F3):

No se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F3, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F3, esto indica que el fitoregulador F3 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F2.

En la figura 12, se observa la prueba de Duncan para la interacción del factor especie forrajera con el factor Fitorregulador de crecimiento, en donde se observa que el tratamiento conformado por la Cebada con Biogyz tuvo mayor altura de planta con 12.80 cm; seguido del tratamiento conformado por Avena con Biogyz con 11.77 cm; el tratamiento conformado por Cebada con Phyllum tuvo 11.07 cm. En último lugar se ubica el tratamiento conformado por solo la Cebada con 9.70 cm de altura de planta.

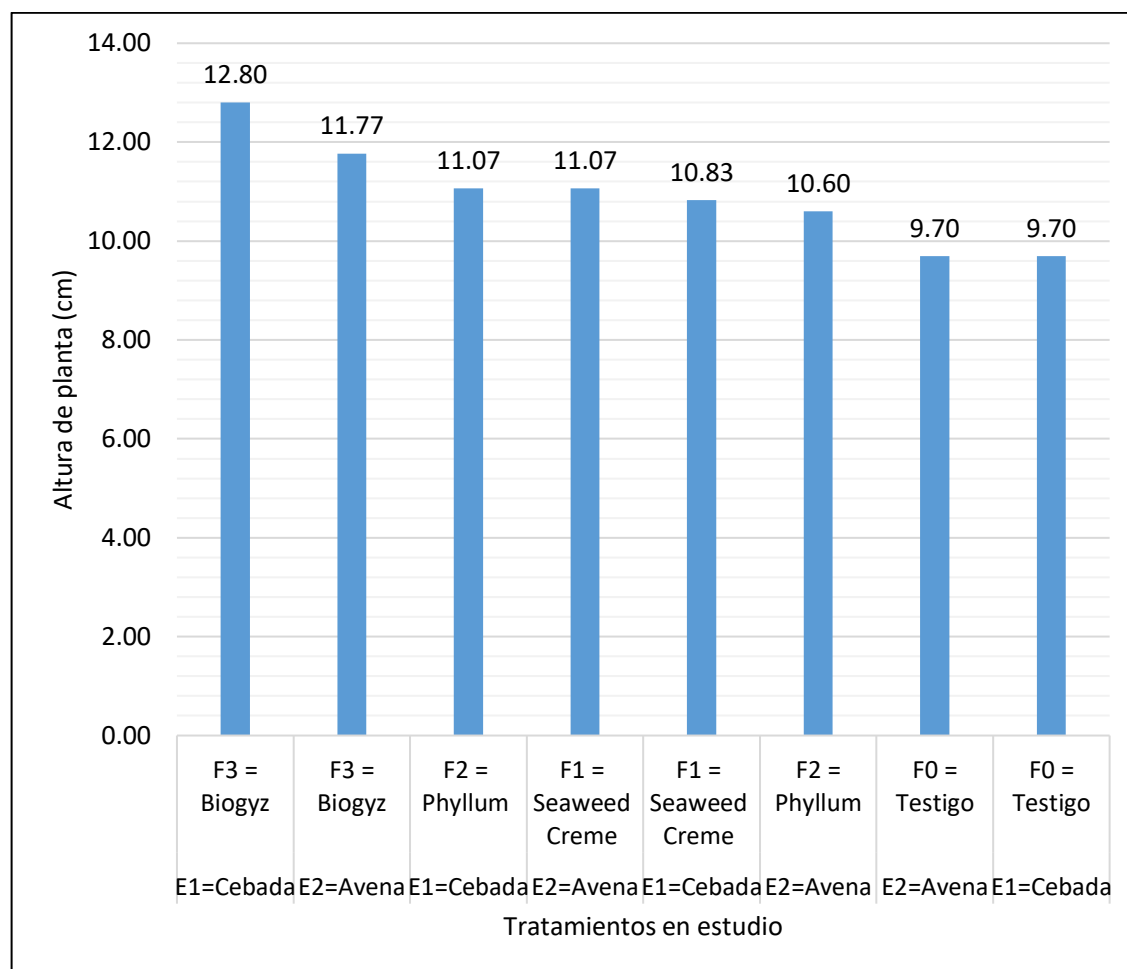


Figura 12. Altura de planta según tratamiento en estudio a los 15 días de evaluación.

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Cutipa (2015), obtuvo a los 15 días de evaluación, en el testigo de solo cebada 9.90 cm de altura de planta, con la aplicación de ácido giberélico tuvo 12.49 cm, y con microorganismos eficaces tuvo 10.23 cm. En avena solo se tuvo 10.35 cm de altura de planta, con la aplicación de ácido giberélico tuvo 12.19 cm, y con microorganismos eficaces tuvo 9.81 cm.

4.1.2.4. A los 20 días de evaluación

En la tabla 27, se observa el análisis de varianza para altura de planta a los 20 días de evaluación, en donde se observa que para el factor especie forrajera (E) existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre las especies forrajeras has diferencias en altura de planta a los 20 días de evaluación; para el factor fitorregulador de crecimiento (F), también existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre los fitorreguladores de crecimiento de crecimiento hay diferencias en altura de planta a los 20 días de evaluación. En la interacción E x F, también se observa que existe una diferencia estadística significativa, lo cual indica que los factores actúan de forma dependiente uno sobre el otro sobre altura de planta. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 3.65%, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 27. Análisis de varianza para altura de planta a los 20 días de evaluación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Especie forrajera (E)	1	10.8004	10.8004	45.16 **	4.49	8.53	<.0001
Fitorregulador de crecimiento (F)	3	23.9846	7.9949	33.43 **	3.24	5.29	<.0001
E x F	3	3.5979	1.1993	5.01 *	3.24	5.29	0.0122
Error	16	3.8267	0.2392				
Total correcto	23	42.2096					

CV= 3.65%

Prom. gral = 13.40 cm.

En la tabla 28, se observa la prueba de Duncan para factor especie forrajera, en donde la cebada tuvo mayor altura de planta con 14.07 cm, el cual es estadísticamente superior a la avena con 12.73 cm.

Tabla 28. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera sobre altura de planta a los 20 días de evaluación.

Orden de merito	Especie forrajera	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	E1=Cebada	14.07	a
2	E2=Avena	12.73	b

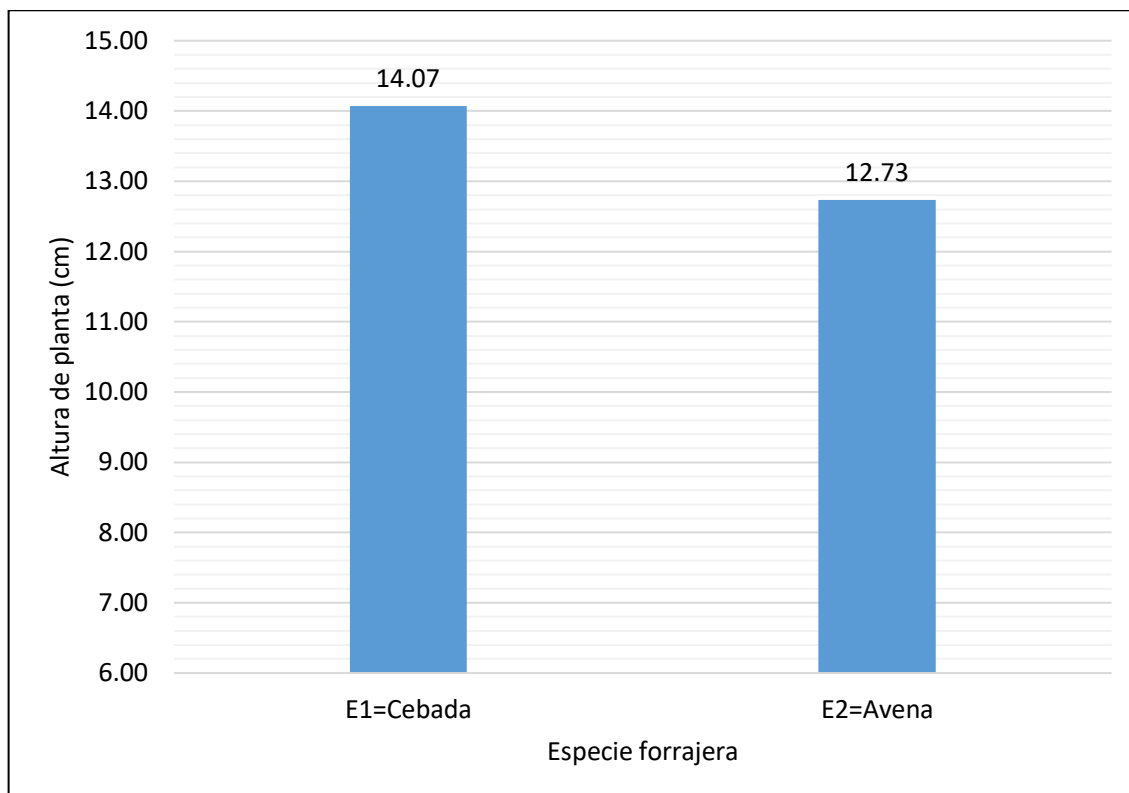


Figura 13. Altura de planta según especie forrajera a los 20 días de evaluación.

En la tabla 29, se observa la prueba de Duncan para factor Fitorregulador de crecimiento, en donde la Biogyz tuvo mayor altura de planta con 14.78 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás fitorreguladores, seguido de Seaweed creme con 13.68 cm; en último lugar se ubica el testigo con 12.02 cm de altura de planta.

Tabla 29. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre altura de planta a los 20 días de evaluación.

Orden de merito	Fitorregulador de crecimiento	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	F3 = Biogyz	14.78	a
2	F1 = Seaweed Creme	13.68	b
3	F2 = Phyllum	13.10	c
4	F0 = Testigo	12.02	c

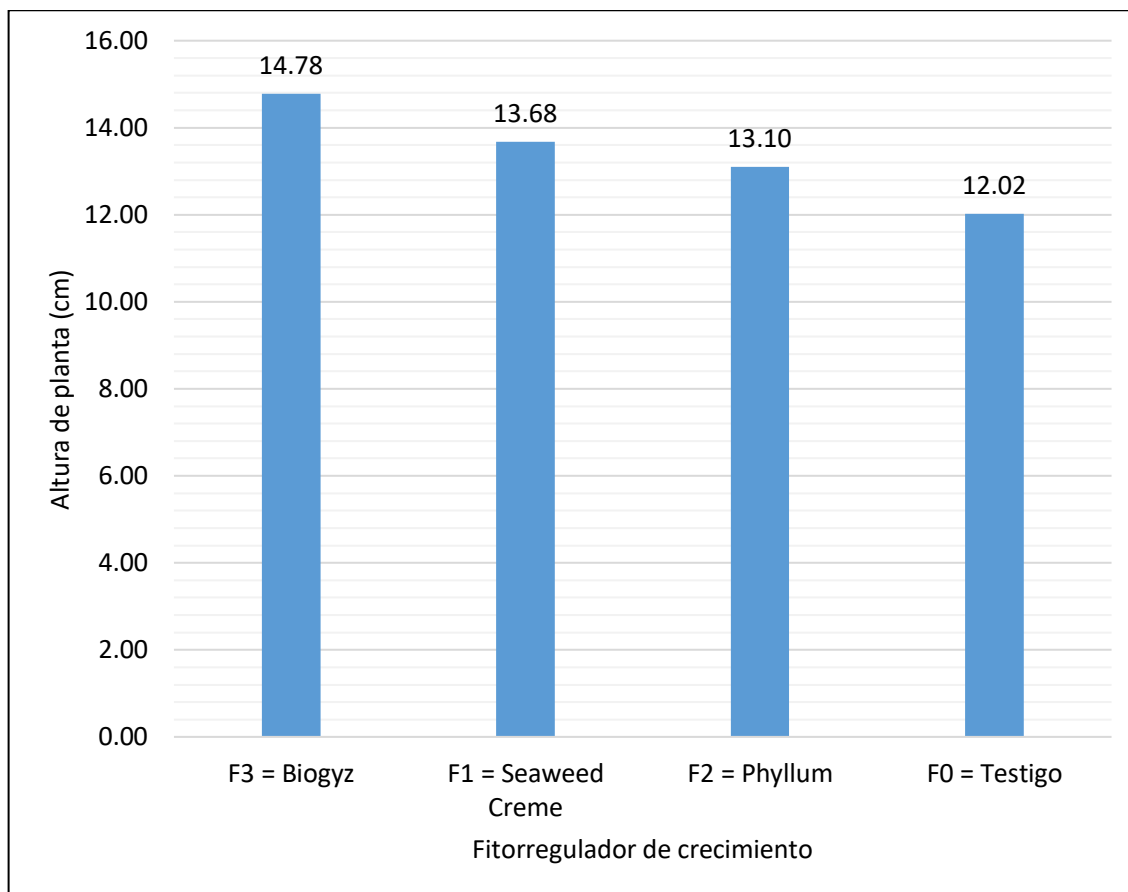


Figura 14. Altura de planta según fitorregulador de crecimiento a los 20 días de evaluación.

En la tabla 30, se observa la interacción E x F, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

Tabla 30. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para altura de planta a los 20 días de evaluación.

. Clave	E1	E2	Prom.
(E) Dentro de F0	12.07	11.97	12.02
(E) Dentro de F1	14.80	12.57	13.68
(E) Dentro de F2	13.87	12.33	13.10
(E) Dentro de F3	15.53	14.03	14.78
Prom.	14.07	12.73	13.40

En la figura 15, se observa claramente que las especies forrajeras en relación a los fitorreguladores de crecimiento tienen un comportamiento diferente en el crecimiento de altura de planta, es decir, tienen diferentes alturas de planta, destacando la especie E1

“Cebada” en relación a la especie E2 “Avena”, mientras que en los fitorreguladores F3 “Biogyz” tiene mayor destaque en altura de planta a los 20 días de evaluación.

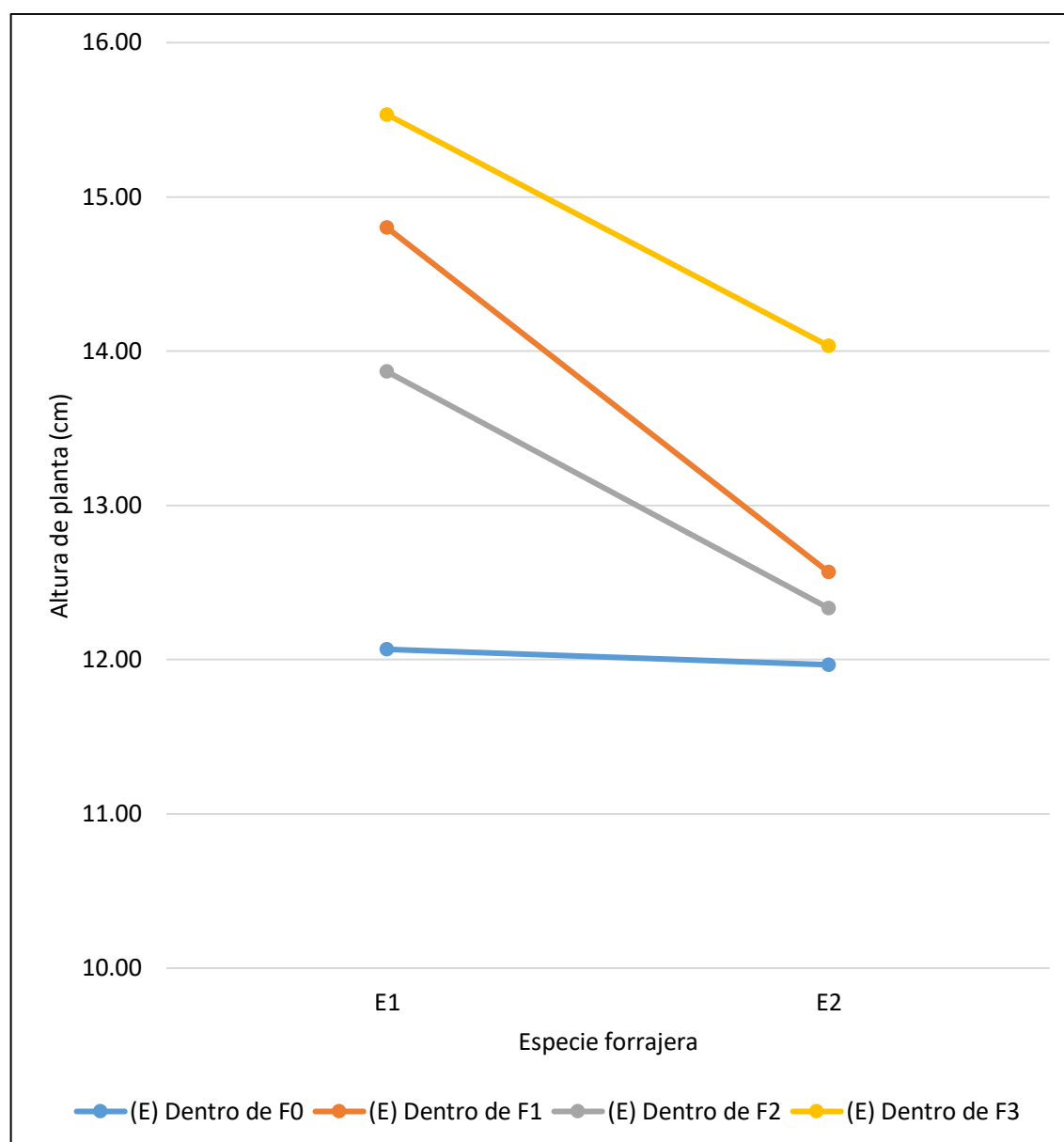


Figura 15. Factor especie forrajera dentro de fitorreguladores de crecimiento para altura de planta a los 20 días de evaluación.

Observando la tabla 31, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta de planta a los 20 días de evaluación.

Tabla 31. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta a los 20 días de evaluación.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de cebada (E1)	3	20.1867	6.7289	28.13	3.24	5.29	<.0001	**
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de avena (E2)	3	7.3958	2.4653	10.31	3.24	5.29	0.0005	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de testigo (F0)	1	0.0150	0.0150	0.06	4.49	8.53	0.8054	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Seaweed Creme (F1)	1	7.4817	7.4817	31.28	4.49	8.53	<.0001	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Phyllum (F2)	1	3.5267	3.5267	14.75	4.49	8.53	0.0014	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Biogyz (F3)	1	3.3750	3.3750	14.11	4.49	8.53	0.0017	**

** = altamente significativo

n.s.= no significativo

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E1):

Se encontró diferencia altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E1, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto a la especie forrajera E1, esto indica que la especie forrajera E1 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E2.

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E2):

Hubo diferencia estadística altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E2, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto a la especie forrajera E2, esto indica que la especie forrajera E2 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E1.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F0):

No se encontró diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F0, debido a que la $F_c < F_t$ 0.05 y F_t 0.01, es decir que no existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F0, esto indica que el fitoregulador F0 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F1, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F1):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F1, debido a que la $F_c > F_t$ 0.05 y F_t 0.01, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F1, esto indica que el fitoregulador F1 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F2):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F2, debido a que la $F_c > F_t$ 0.05 y F_t 0.01, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F2, esto indica que el fitoregulador F2 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F3):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F3, debido a que la $F_c > F_t$ 0.05 y F_t 0.01, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F3, esto indica que el fitoregulador F3 en altura de planta tiene un comportamiento diferentes respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F2.

En la figura 16, se observa que el tratamiento conformado por la Cebada con Biogyz tuvo mayor altura de planta con 15.53 cm, seguido del tratamiento conformado por Cebada con Seaweed creme con 14.80 cm, los cuales estadísticamente son superiores a los demás tratamientos; seguido del tratamiento conformado por Avena con Biogyz con 14.03 cm; el tratamiento conformado por Cebada con Phyllum tuvo 13.87 cm. En último lugar se ubica el tratamiento conformado por solo la Avena con 11.07 cm de altura de planta.

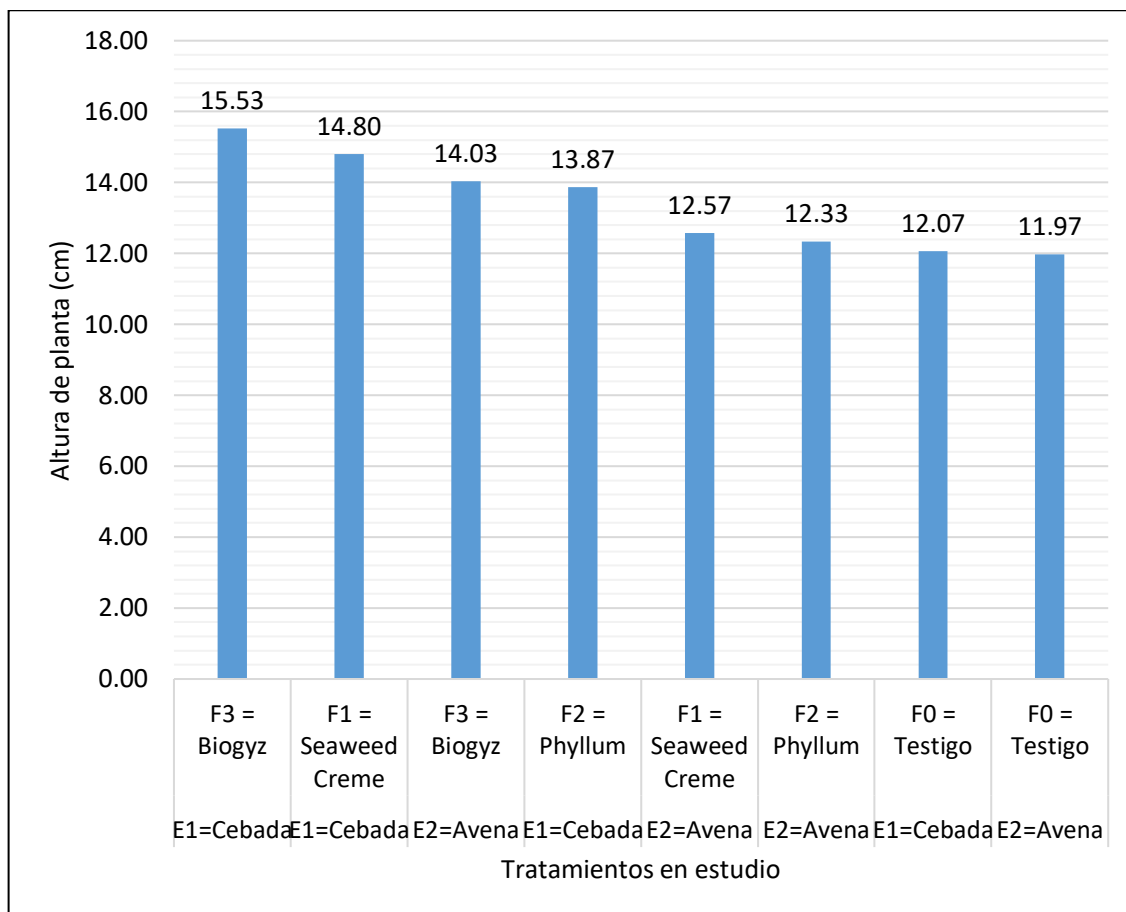


Figura 16. Altura de planta según tratamiento en estudio a los 20 días de evaluación.

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Cutipa (2015), obtuvo a los 20 días de evaluación, en el testigo de solo cebada 11.48 cm de altura de planta, con la aplicación de ácido giberélico tuvo 13.85 cm, y con microorganismos eficaces tuvo 10.74 cm. En avena solo se tuvo 11.33 cm de altura de planta, con la aplicación de ácido giberélico tuvo 13.57 cm, y con microorganismos eficaces tuvo 10.65 cm.

4.1.2.5. A los 25 días de evaluación

En la tabla 32, se observa el análisis de varianza para altura de planta a los 25 días de evaluación, en donde se observa que para el factor especie forrajera (E) existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre las especies forrajeras has diferencias en altura de planta a los 25 días de evaluación; para el factor fitorregulador de crecimiento (F), también existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre los fitorreguladores de crecimiento de crecimiento hay diferencias en altura de planta a los 25 días de evaluación. En la interacción E x F, también se observa que existe una diferencia estadística significativa, lo cual indica que

los factores actúan de forma dependiente uno sobre el otro sobre altura de planta. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 2.43%, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 32. Análisis de varianza para altura de planta a los 25 días de evaluación.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Especie forrajera (E)	1	22.6204	22.6204	165.52 **	4.49	8.53	<.0001
Fitorregulador de crecimiento (F)	3	15.9946	5.3315	39.01 **	3.24	5.29	<.0001
E x F	3	1.4079	0.4693	3.43 *	3.24	5.29	0.0423
Error	16	2.1867	0.1367				
Total correcto	23	42.2096					

CV= 2.43%

Prom. gral = 15.23 cm.

En la tabla 33, se observa la prueba de Duncan para factor especie forrajera, en donde la cebada tuvo mayor altura de planta con 16.20 cm, el cual es estadísticamente superior a la avena con 14.26 cm.

Tabla 33. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera sobre altura de planta a los 25 días de evaluación.

Orden de merito	Especie forrajera	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	E1=Cebada	16.20	a
2	E2=Avena	14.26	b

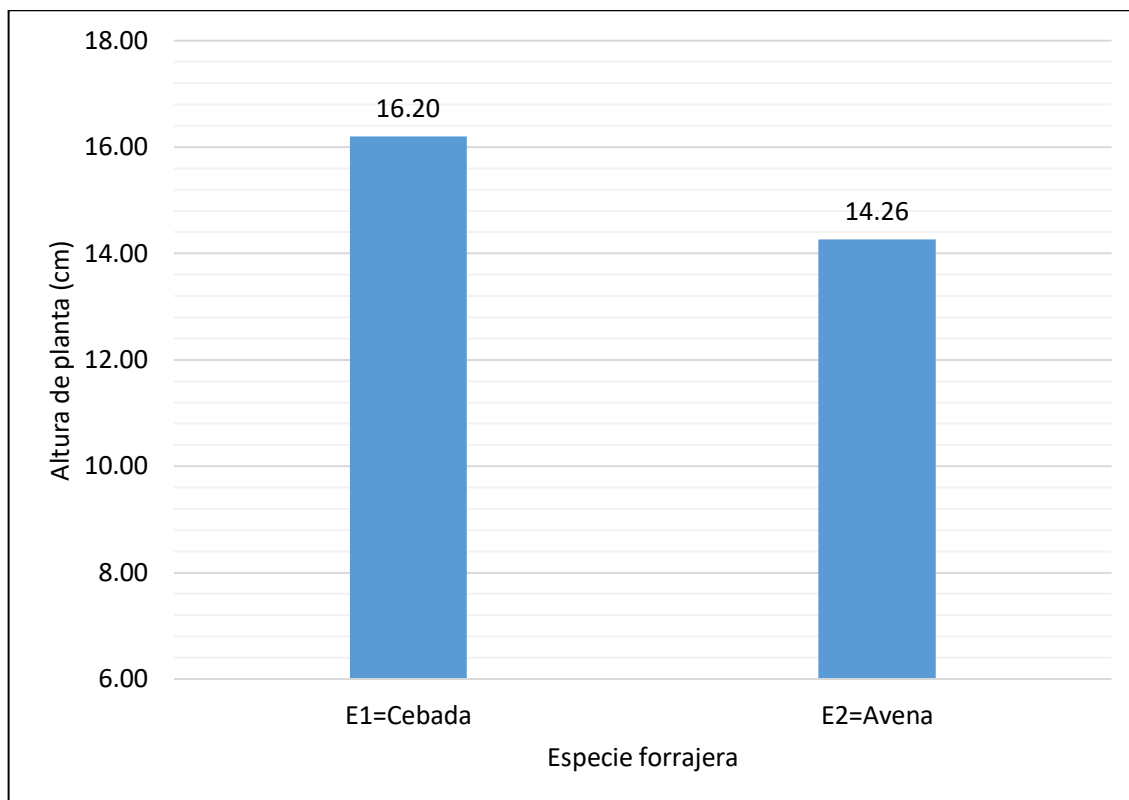


Figura 17. Altura de planta según especie forrajera a los 25 días de evaluación.

En la tabla 34, se observa la prueba de Duncan para factor Fitorregulador de crecimiento, en donde la Biogyz tuvo mayor altura de planta con 16.37 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás fitorreguladores, seguido de Seaweed creme con 15.57 cm; en último lugar se ubica el testigo con 14.20 cm de altura de planta.

Tabla 34. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre altura de planta a los 25 días de evaluación.

Orden de merito	Fitorregulador de crecimiento	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	F3 = Biogyz	16.37	a
2	F1 = Seaweed Creme	15.57	b
3	F2 = Phyllum	14.78	c
4	F0 = Testigo	14.20	d

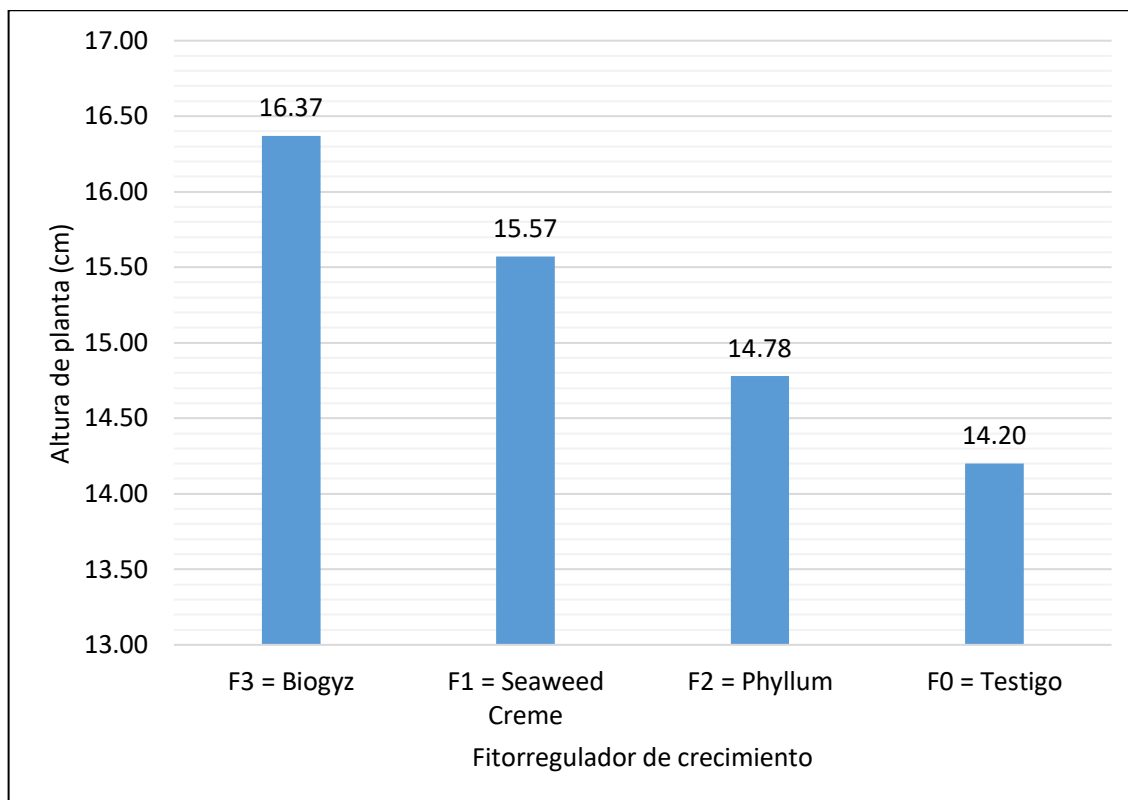


Figura 18. Altura de planta según fitorregulador de crecimiento a los 25 días de evaluación.

En la tabla 35, se observa la interacción E x F, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

Tabla 35. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para altura de planta a los 25 días de evaluación.

. Clave	E1	E2	Prom.
(E) Dentro de F0	15.10	13.30	14.20
(E) Dentro de F1	16.83	14.30	15.57
(E) Dentro de F2	15.40	14.17	14.78
(E) Dentro de F3	17.47	15.27	16.37
Prom.	16.20	14.26	15.23

En la figura 19, se observa claramente que las especies forrajeras en relación a los fitorreguladores de crecimiento tienen un comportamiento diferente en el crecimiento de altura de planta, es decir, tienen diferentes alturas de planta, destacando la especie E1 “Cebada” en relación a la especie E2 “Avena”, mientras que en los fitorreguladores F3 “Biogyz” tiene mayor destaque en altura de planta a los 25 días de evaluación.

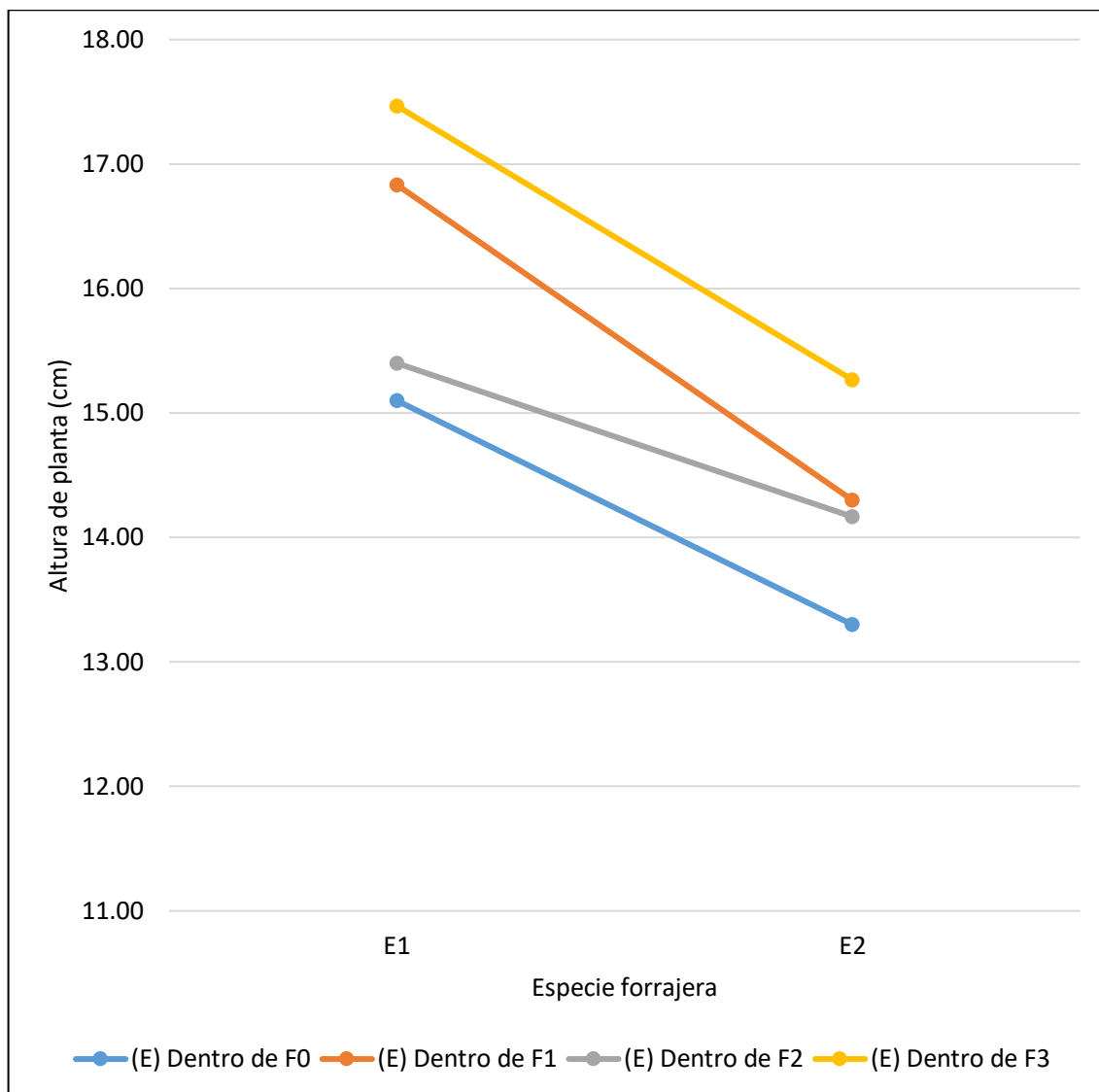


Figura 19. Factor especie forrajera dentro de fitoreguladores de crecimiento para altura de planta a los 25 días de evaluación.

Observando la tabla 36, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción especie forrajera (E) por fitoreguladores de crecimiento (F), para altura de planta de planta a los 20 días de evaluación-

Tabla 36. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para altura de planta a los 25 días de evaluación.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de cebada (E1)	3	11.5667	3.8556	28.21	3.24	5.29	<.0001	**
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de avena (E2)	3	5.8358	1.9453	14.23	3.24	5.29	<.0001	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de testigo (F0)	1	4.8600	4.8600	35.56	4.49	8.53	<.0001	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Seaweed Creme (F1)	1	9.6267	9.6267	70.44	4.49	8.53	<.0001	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Phyllum (F2)	1	2.2817	2.2817	16.70	4.49	8.53	0.0009	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Biogyz (F3)	1	7.2600	7.2600	53.12	4.49	8.53	<.0001	**

** = altamente significativo

n.s.= no significativo

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E1):

Se encontró diferencia altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E1, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto a la especie forrajera E1, esto indica que la especie forrajera E1 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E2.

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E2):

Hubo diferencia estadística altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E2, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto a la especie

forrajera E2, esto indica que la especie forrajera E2 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E1.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F0):

Se encontró diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F0, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F0, esto indica que el fitoregulador F0 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a los fitorreguladores de crecimiento F1, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F1):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F1, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F1, esto indica que el fitoregulador F1 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F2):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F2, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F2, esto indica que el fitoregulador F2 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F3):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F3, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en altura de planta con respecto al fitorregulador F3, esto indica que el fitoregulador F3 en altura de planta tiene un comportamiento diferentes respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F2.

En la figura 20, se observa que el tratamiento conformado por la Cebada con Biogyz tuvo mayor altura de planta con 17.47 cm, seguido del tratamiento conformado por Cebada con Seaweed Creme con 16.83 cm, los cuales son estadísticamente superiores a los demás

tratamientos; seguido del tratamiento conformado por Cebada con Phyllum con 15.40 cm; el tratamiento conformado por Avena con Biogyz tuvo 15.27 cm. En último lugar se ubica el tratamiento conformado por la Avena sola con 13.30 cm de altura de planta.

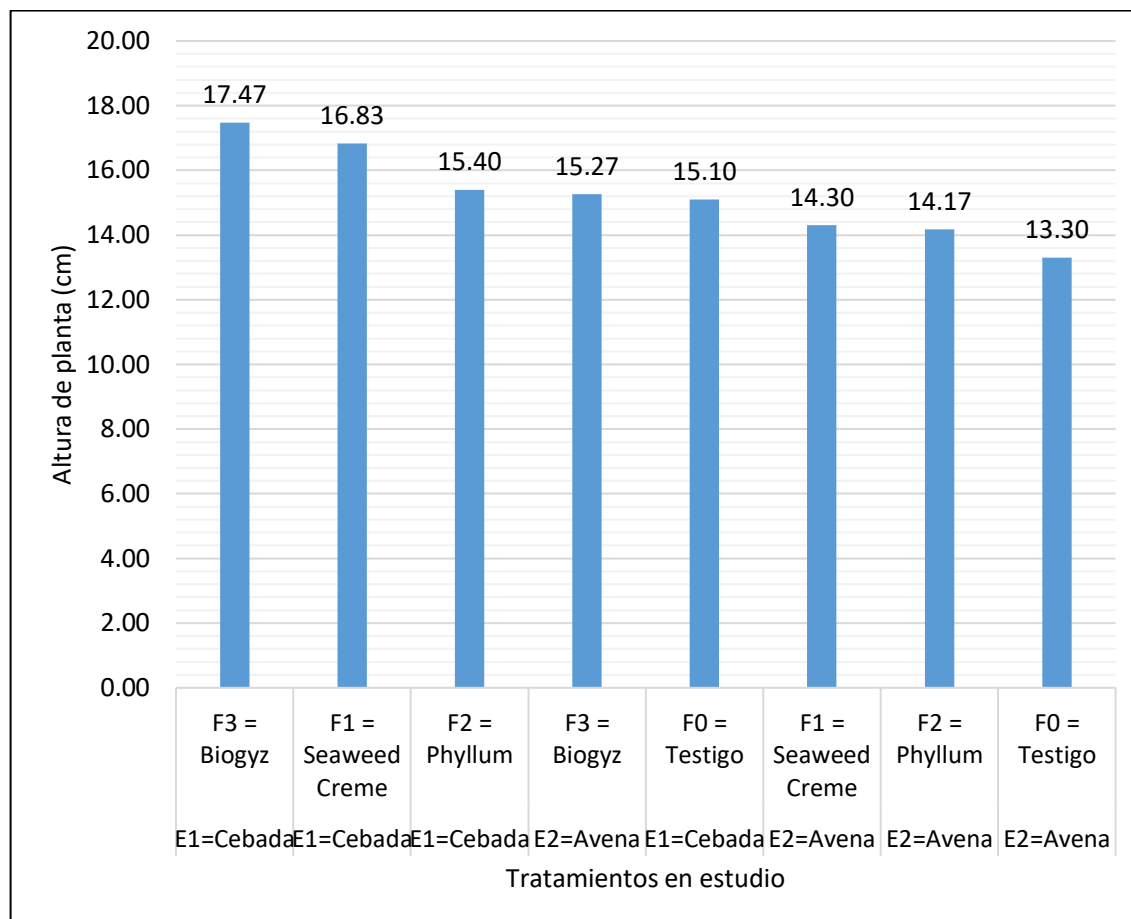


Figura 20. Altura de planta según tratamiento en estudio a los 25 días de evaluación.

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Cutipa (2015), obtuvo a los 25 días de evaluación, en el testigo de solo cebada 13.51 cm de altura de planta, con la aplicación de ácido giberélico tuvo 13.94 cm, y con microorganismos eficaces tuvo 15.11 cm. En avena solo se tuvo 12.40 cm de altura de planta, con la aplicación de ácido giberélico tuvo 18.27 cm, y con microorganismos eficaces tuvo 14.27 cm.

4.1.3. Velocidad de crecimiento

En la tabla 37, se observa el análisis de varianza para velocidad de crecimiento, en donde se observa que para el factor especie forrajera (E) existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre las especies forrajeras has diferencias en velocidad de crecimiento; para el factor fitorregulador de crecimiento (F), también existe

una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre los fitorreguladores de crecimiento hay diferencias en velocidad de crecimiento. En la interacción E x F, también se observa que no existe una diferencia estadística significativa, lo cual indica que los factores actúan de forma independiente uno sobre el otro sobre velocidad de crecimiento. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 3.83%, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 37. Análisis de varianza para velocidad de crecimiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Especie forrajera (E)	1	0.1667	0.1667	30.21 **	4.49	8.53	<.0001
Fitorregulador de crecimiento (F)	3	0.5676	0.1892	34.30 **	3.24	5.29	<.0001
E x F	3	0.0453	0.0151	2.74 n.s.	3.24	5.29	0.0778
Error	16	0.0883	0.0055				
Total correcto	23	0.8679					

CV= 3.83%

Prom. gral = 1.94 cm.

En la tabla 38, se observa la prueba de Duncan para factor especie forrajera, en donde la cebada tuvo mayor velocidad de crecimiento con 2.02 cm, el cual es estadísticamente superior a la avena con 1.85 cm.

Tabla 38. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor especie forrajera velocidad de crecimiento.

Orden de merito	Especie forrajera	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	E1=Cebada	2.02	a
2	E2=Avena	1.85	b

Los resultados son diferentes a lo reportado por Cutipa (2015) con la cebada tuvo una velocidad de crecimiento de 0.63 cm/día, mientras que con la avena se tuvo 0.59 cm/días.

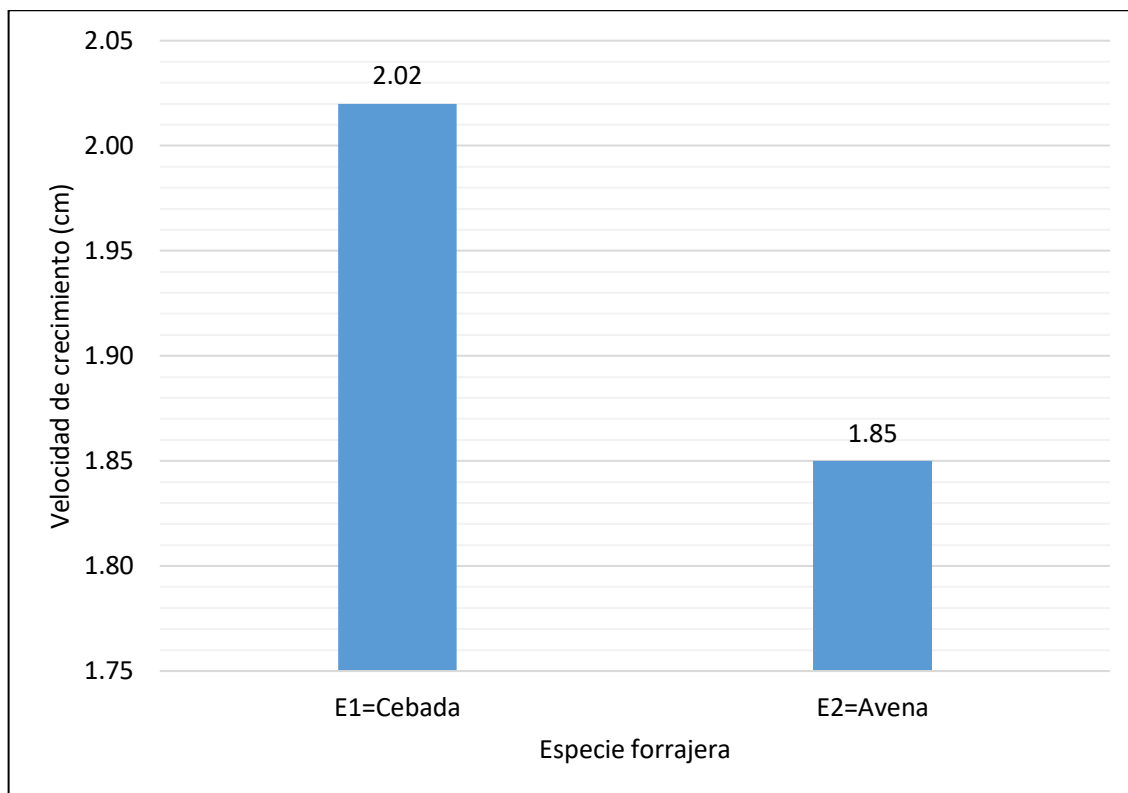


Figura 21. Velocidad de crecimiento en días según especie forrajera.

En la tabla 39, se observa la prueba de Duncan para factor Fitorregulador de crecimiento, en donde la Biogyz tuvo mayor velocidad de crecimiento con 2.17 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás fitorregualdores, seguido de Seaweed creme con 1.95 cm; en último lugar se ubica el testigo con 1.75 cm de altura de planta.

Tabla 39. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre velocidad de crecimiento.

Orden de merito	Fitorregulador de crecimiento	Promedio (cm)	Sig. ≤ 0.05
1	F3 = Biogyz	2.17	a
2	F1 = Seaweed Creme	1.95	b
3	F2 = Phyllum	1.88	b
4	F0 = Testigo	1.75	c

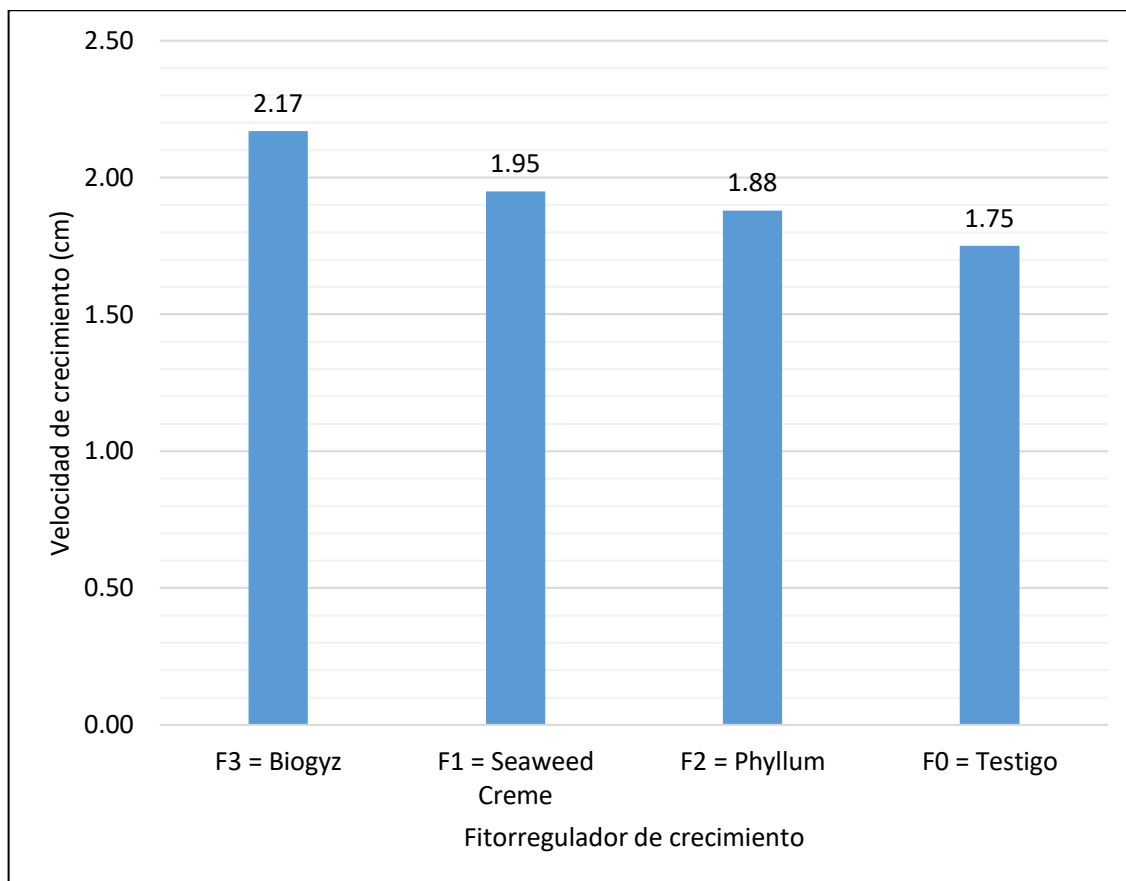


Figura 22. Velocidad de crecimiento en días según fitorregulador de crecimiento.

Los resultados son diferentes a lo reportado por Cutipa (2015) con la aplicación de promotores de crecimiento, con ácido giberélico tuvo una velocidad de crecimiento de 0.75 cm/día, y con microorganismos eficaces 0.61 cm/día.

En la tabla 40, se observa la interacción E x F, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

Tabla 40. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para velocidad de crecimiento.

. Clave	E1	E2	Prom.
(E) Dentro de F0	1.77	1.72	1.75
(E) Dentro de F1	2.02	1.87	1.95
(E) Dentro de F2	1.96	1.81	1.88
(E) Dentro de F3	2.33	2.02	2.17
Prom.	2.02	1.86	1.94

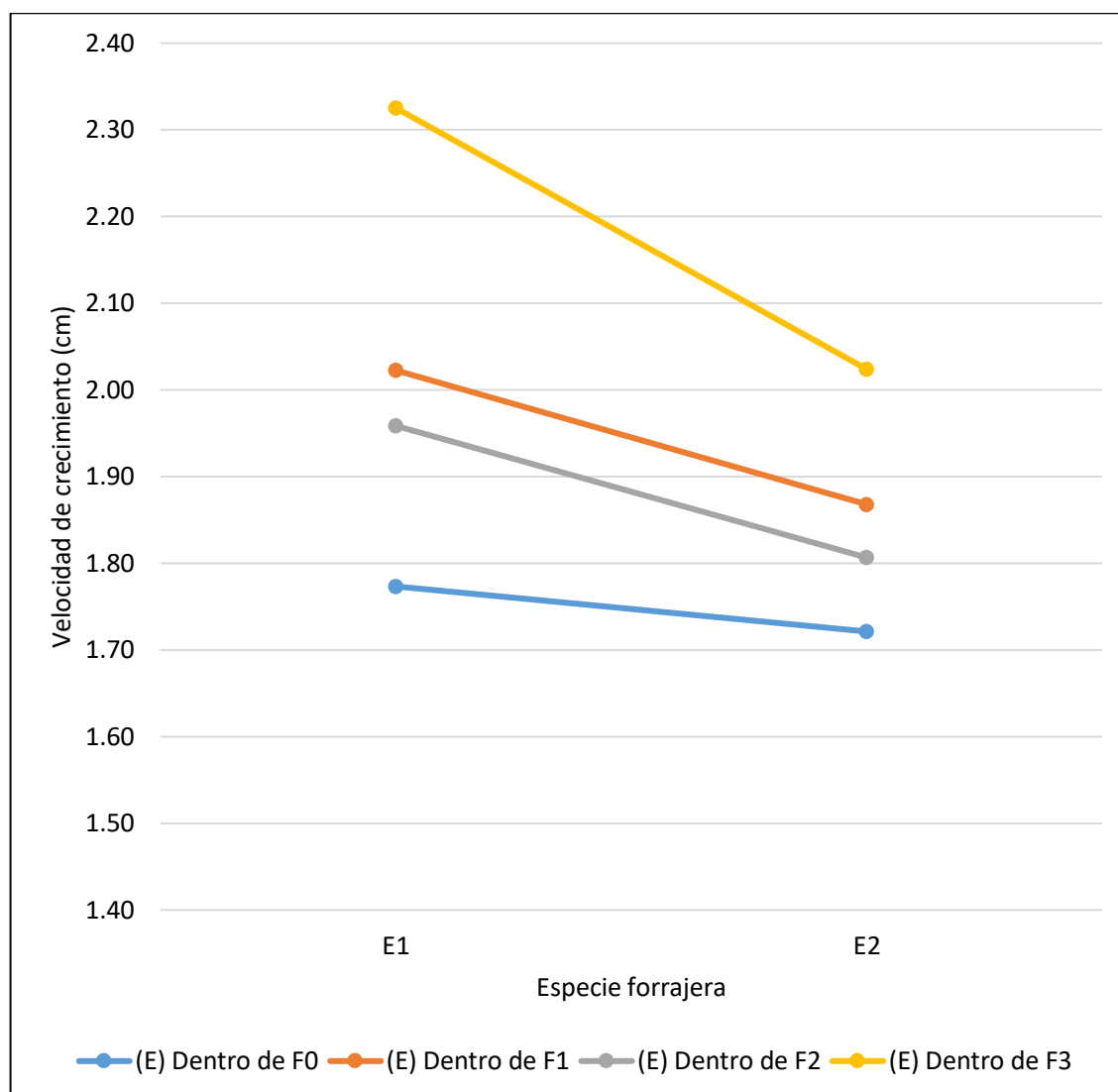


Figura 23. Factor especie forrajera dentro de fitoreguladores de crecimiento para velocidad de crecimiento.

En la figura 23, se observa claramente que las especies forrajeras en relación a los fitoreguladores de crecimiento tienen un comportamiento diferente en velocidad de crecimiento, es decir, tienen diferentes velocidades de crecimiento, siendo la especie E1 “Cebada” en relación a la especie E2 “Avena”, en los fitoreguladores F3 “Biogyz” tiene mayor destaque.

Observando la tabla 41, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción especie forrajera (E) por fitoreguladores de crecimiento (F), para velocidad de crecimiento, sería de la siguiente forma:

Tabla 41. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para velocidad de crecimiento.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de cebada (E1)	3	0.4658	0.1553	28.15	3.24	5.29	<.0001	**
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de avena (E2)	3	0.1471	0.0490	8.89	3.24	5.29	0.0011	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de testigo (F0)	1	0.0048	0.0048	0.87	4.49	8.53	0.3640	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Seaweed Creme (F1)	1	0.0384	0.0384	6.96	4.49	8.53	0.0179	*
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Phyllum (F2)	1	0.0338	0.0338	6.12	4.49	8.53	0.0250	*
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Biogyz (F3)	1	0.1350	0.1350	24.47	4.49	8.53	0.0001	**

** = altamente significativo

n.s.= no significativo

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E1):

Se encontró diferencia altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E1, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en velocidad de crecimiento con respecto a la especie forrajera E1, esto indica que la especie forrajera E1 en velocidad de crecimiento tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E2.

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E2):

Hubo diferencia estadística altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E2, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en velocidad de crecimiento con respecto a la especie forrajera E2, esto indica que la especie forrajera E2 en velocidad de crecimiento tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E1.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F0):

No se encontró diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F0, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en velocidad de crecimiento con respecto al fitorregulador F0, esto indica que el

fitoregulador F0 en velocidad de crecimiento tiene un comportamiento similar respecto a los fitoreguladores de crecimiento F1, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F1):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F1, debido a que la $F_c > F_t$ 0.05 y F_t 0.01, es decir que existe diferencias en velocidad de crecimiento con respecto al fitoregulador F1, esto indica que el fitoregulador F1 en velocidad de crecimiento tiene un comportamiento diferente respecto a los fitoreguladores de crecimiento F0, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F2):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F2, debido a que la $F_c > F_t$ 0.05 y F_t 0.01, es decir que existe diferencias en velocidad de crecimiento con respecto al fitoregulador F2, esto indica que el fitoregulador F2 en velocidad de crecimiento tiene un comportamiento diferente respecto a los fitoreguladores de crecimiento F0, F1 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F3):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F3, debido a que la $F_c > F_t$ 0.05 y F_t 0.01, es decir que existe diferencias en velocidad de crecimiento con respecto al fitoregulador F3, esto indica que el fitoregulador F3 en velocidad de crecimiento tiene un comportamiento diferentes respecto a los fitoreguladores de crecimiento F0, F1 y F2.

En la figura 24, se observa que el tratamiento conformado por la Cebada con Biogyz tuvo mayor velocidad de crecimiento con 2.32 cm; seguido del tratamiento conformado por Cebada con Seaweed Creme con 2.03 cm; el tratamiento conformado por Avena con Biogyz tuvo 2.02 cm. En último lugar se ubica el tratamiento conformado solo por la Avena como testigo con 1.72 cm de altura en velocidad de crecimiento.

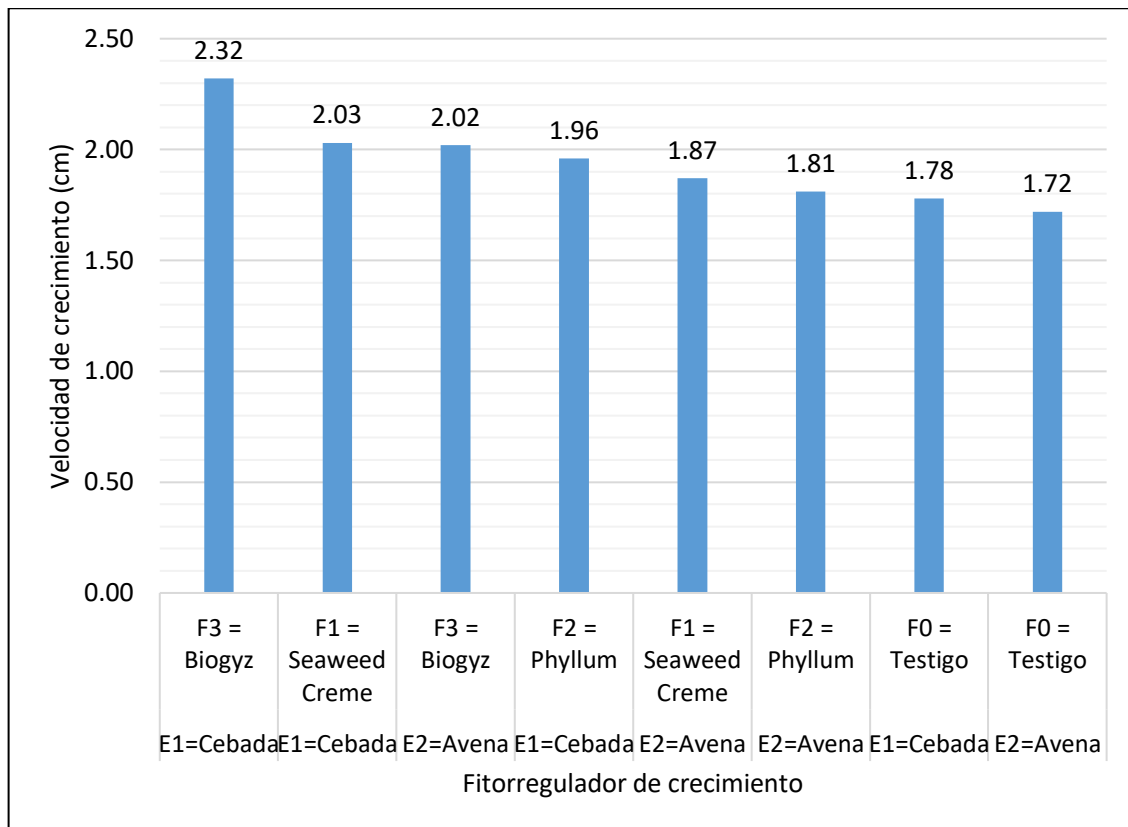


Figura 24. Velocidad de crecimiento en días según tratamiento en estudio.

Los resultados obtenidos son respaldados por Según, López, (1991), señala que cebada con un suministro de agua uniforme y abundante y con una temperatura adecuada, dan lugar a que el desarrollo de éste sea adecuado. En consecuencia, para la producción de forraje verde hidropónico, la cebada respondió favorablemente, dado que se le brindó el riego necesario y bajo condiciones de un ambiente controlado.

4.2. RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL FORRAJE VERDE DE CEBADA Y AVENA CON ADICIÓN DE FITORREGULADORES ORGÁNICOS, CULTIVADOS EN SISTEMA HIDROPÓNICO

En la tabla 42, se observa el análisis de varianza para rendimiento de biomasa de forraje verde, en donde se observa que para el factor especie forrajera (E) existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre las especies forrajeras hay diferencias en rendimiento de biomasa verde; para el factor fitorregulador de crecimiento (F), también existe una diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que entre los fitorreguladores de crecimiento hay diferencias en rendimiento de biomasa verde. En la interacción E x F, también se observa que existe una diferencia estadística significativa, lo cual indica que los factores actúan de forma dependiente uno sobre el

otro sobre rendimiento de biomasa verde. Además el coeficiente de variación (CV) igual a 2.27%, nos indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 42. Análisis de varianza para rendimiento de biomasa de forraje verde.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Especie forrajera (E)	1	5.5104	5.5104	29.39**	4.49	8.53	<.0001
Fitorregulador de crecimiento (F)	3	43.6146	14.5382	77.54**	3.24	5.29	<.0001
E x F	3	1.8646	0.6215	3.31*	3.24	5.29	0.0468
Error	16	3.0000	0.1875				
Total correcto	23	53.9896					

CV= 2.77%

Prom. gral = 15.60 kg.

En la tabla 43, se observa la prueba de Duncan para factor especie forrajera, en donde la cebada tuvo mayor rendimiento de biomasa verde con 16.08 kg/m², el cual es estadísticamente superior a la avena con 14.13 kg/m².

Tabla 43. Prueba de Duncan (P≤0.05) para factor especie forrajera biomasa de forraje verde.

Orden de merito	Especie forrajera	Promedio (kg/m ²)	Sig.≤0.05
1	E1=Cebada	16.08	a
2	E2=Avena	15.13	b

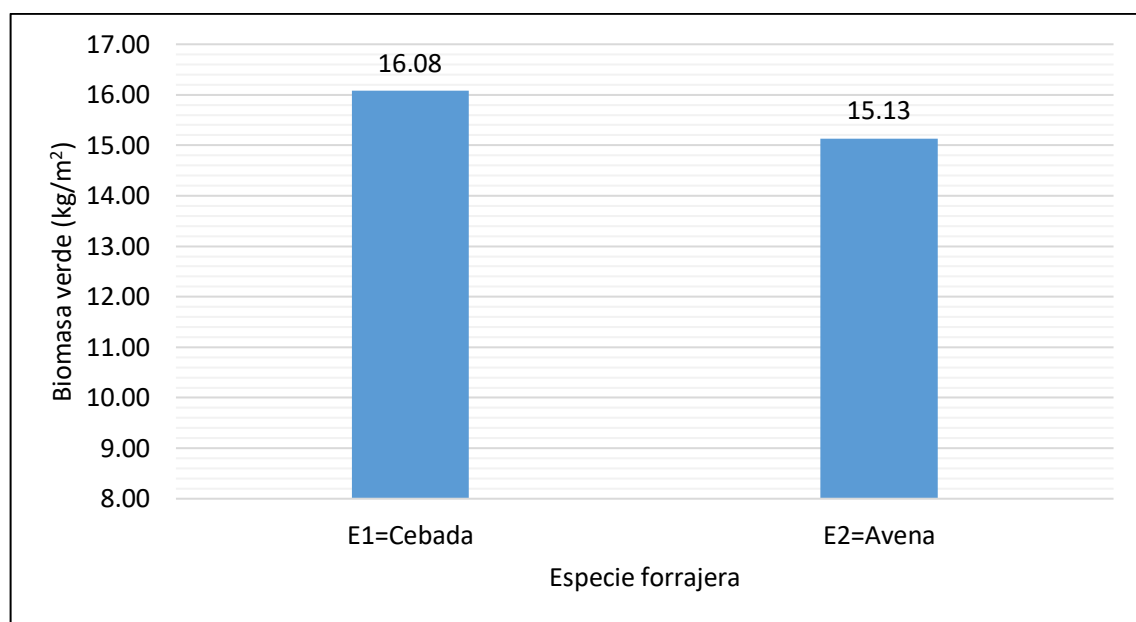


Figura 25. Peso de biomasa verde según especie forrajera.

Los resultados son diferentes a lo reportado por Cutipa (2015) con la cebada tuvo un peso promedio de 5.52 kg/m² en biomasa verde y 5.64 en biomasa de raíces; mientras que con la avena se tuvo 5.06 kg/m² y 5.36 kg/m² en biomasa de raíces.

En la tabla 44, se observa la prueba de Duncan para factor Fitorregulador de crecimiento, en donde la Biogyz tuvo mayor rendimiento de biomasa verde con 17.75 kg/m², el cual es estadísticamente superior a los demás fitorreguladores, seguido de Seaweed creme con 15.67 kg/m²; en último lugar se ubica el testigo con 14.17 kg/m².

Tabla 44. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para factor Fitorregulador de crecimiento sobre rendimiento de biomasa verde.

Orden de merito	Fitorregulador de crecimiento	Promedio (kg/m ²)	Sig. ≤ 0.05
1	F3 = Biogyz	17.75	a
2	F1 = Seaweed Creme	15.67	b
3	F2 = Phyllum	14.83	c
4	F0 = Testigo	14.17	d

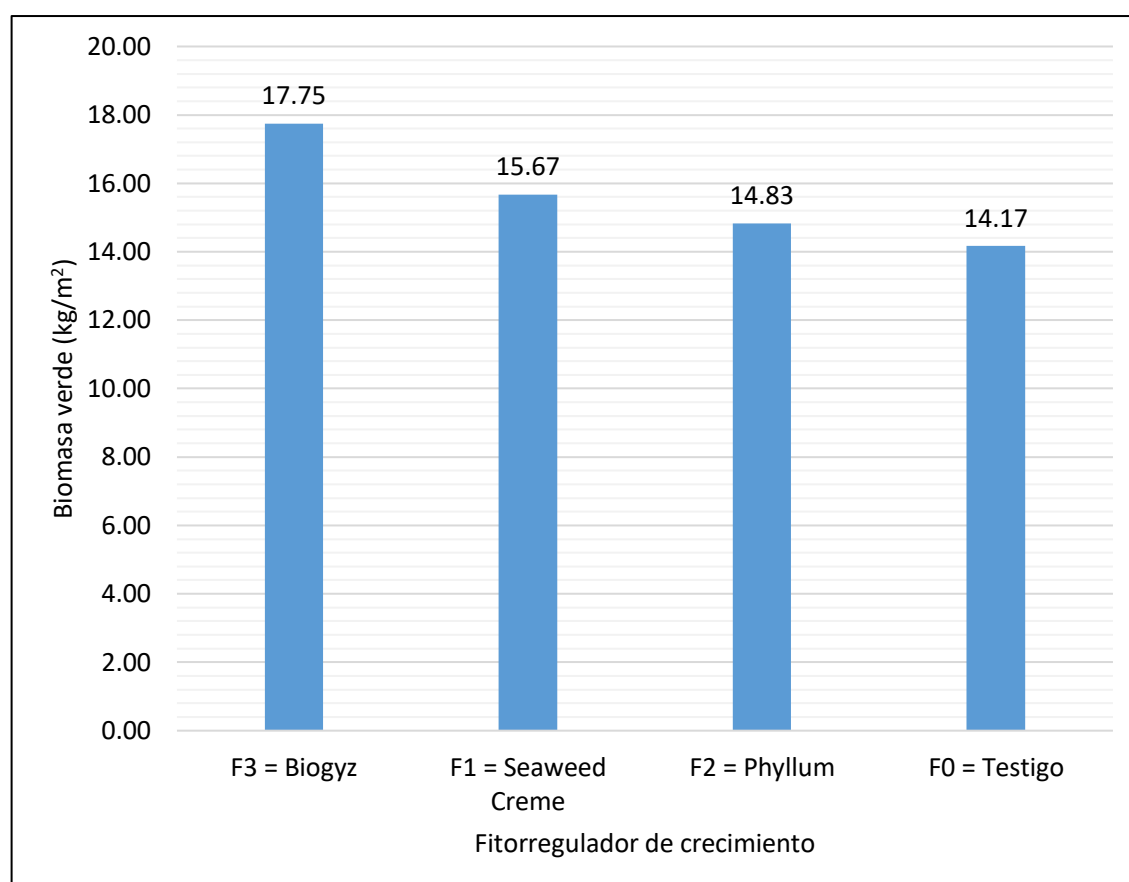


Figura 26. Peso de biomasa verde según fitorregulador de crecimiento.

Los resultados son diferentes a lo reportado por Cutipa (2015) con la aplicación de promotores de crecimiento, con ácido giberélico tuvo una biomasa verde de 6.69 kg/m² y de 6.18 kg/m² de biomasa de raíces; y con microorganismos eficaces 6.85 kg/m² y 5.91 kg/m² de biomasa de raíces.

En la tabla 45, se observa la interacción E x F, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

Tabla 45. Método tabular para la interacción especie de forraje (E) x fitorreguladores de crecimiento (F) para peso de biomasa verde.

. Clave	E1	E2	Prom.
(E) Dentro de F0	14.50	13.83	14.17
(E) Dentro de F1	16.17	15.17	15.67
(E) Dentro de F2	15.00	14.67	14.83
(E) Dentro de F3	18.67	16.83	17.75
Prom.	16.08	15.13	15.60

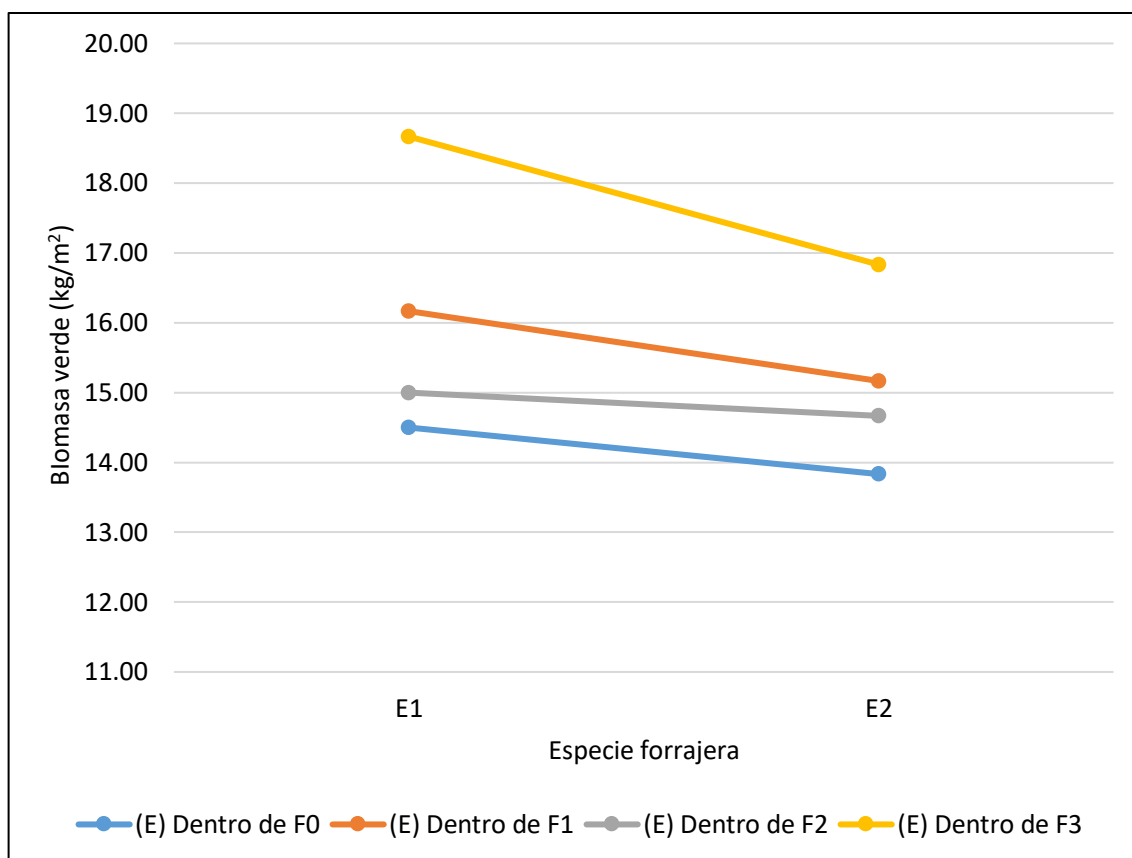


Figura 27. Factor especie forrajera dentro de fitorreguladores de crecimiento para peso de biomasa verde.

En la figura 27, se observa claramente que las especies forrajeras en relación a los fitorreguladores de crecimiento tienen un comportamiento diferente en peso de biomasa verde, es decir, tienen diferentes pesos de biomasa verde, siendo la especie E1 “Cebada” en relación a la especie E2 “Avena”, en los fitorreguladores F3 “Biogyz” tiene mayor destaque.

Observando la tabla 46, la interpretación de la prueba de efectos simples interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para peso de biomasa verde, sería de la siguiente forma:

Tabla 46. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción especie forrajera (E) por fitorreguladores de crecimiento (F), para peso de biomasa verde.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F	Sig.
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de cebada (E1)	3	31.0833	10.3611	55.26	3.24	5.29	<.0001	**
Efecto simple de fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de avena (E2)	3	14.3958	4.7986	25.59	3.24	5.29	<.0001	**
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de testigo (F0)	1	0.6667	0.6667	3.56	4.49	8.53	0.0776	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Seaweed Creme (F1)	1	1.5000	1.5000	8.00	4.49	8.53	0.0121	*
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Phyllum (F2)	1	0.1667	0.1667	0.89	4.49	8.53	0.3598	n.s.
Efecto simple de especie de forraje (E) dentro de Biogyz (F3)	1	5.0417	5.0417	26.89	4.49	8.53	<.0001	**

** = altamente significativo

n.s.= no significativo

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E1):

Se encontró diferencia altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E1, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en peso de biomasa verde con respecto a la especie forrajera E1, esto indica que la especie forrajera E1 en peso de biomasa verde tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E2.

Fitorreguladores de crecimiento (F) dentro de especie forrajera (E2):

Hubo diferencia estadística altamente significativa entre los fitorreguladores de crecimiento F0, F1, F2 y F3 bajo la especie forrajera E2, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en peso de biomasa verde con respecto a la especie forrajera E2, esto indica que la especie forrajera E2 en peso de biomasa verde tiene un comportamiento diferente respecto a la especie forrajera E1.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F0):

No se encontró diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F0, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en peso de biomasa verde con respecto al fitorregulador F0, esto indica que el fitoregulador F0 en peso de biomasa verde tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F1, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F1):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F1, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en peso de biomasa verde con respecto al fitorregulador F1, esto indica que el fitoregulador F1 en peso de biomasa verde tiene un comportamiento diferente respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F2 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F2):

No se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F2, debido a que la $F_c < F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que no existe diferencias en peso de biomasa verde con respecto al fitorregulador F2, esto indica que el fitoregulador F2 en peso de biomasa verde tiene un comportamiento similar respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F3.

Especie forrajera (E) dentro de Fitorreguladores de crecimiento (F3):

Se encontró una diferencia significativa entre las especies forrajeras E1 y E2 bajo el nivel de F3, debido a que la $F_c > F_t 0.05$ y $F_t 0.01$, es decir que existe diferencias en peso de biomasa verde con respecto al fitorregulador F3, esto indica que el fitoregulador F3 en peso de biomasa verde tiene un comportamiento diferentes respecto a los fitorreguladores de crecimiento F0, F1 y F2.

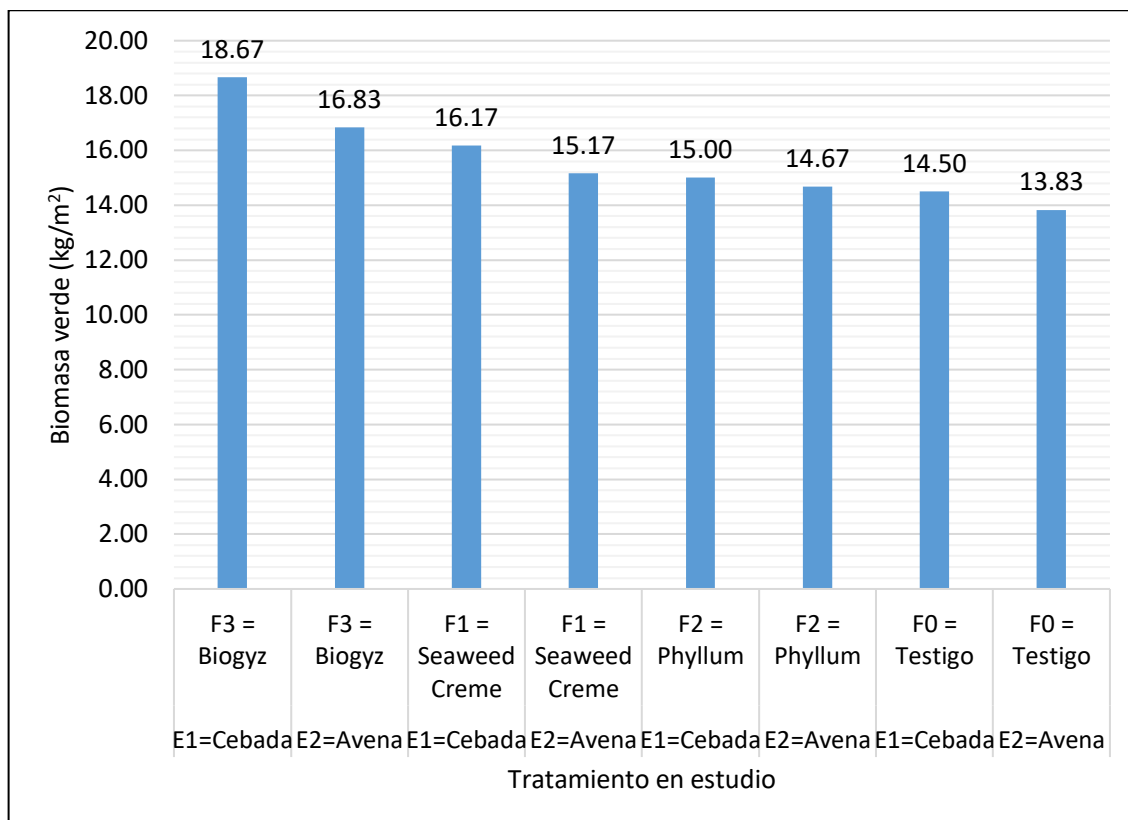


Figura 28. Peso de biomasa verde según tratamiento en estudio.

En la figura 28, se observa que el tratamiento conformado por la Cebada con Biogyz tuvo mayor rendimiento de biomasa verde con 18.67 kg/m²; el cual es superior a los demás tratamientos, seguido del tratamiento conformado por Avena con Biogyz con 16.83 kg/m²; el tratamiento conformado por Cebada con Seaweed Creme tuvo 16.17 kg/m². En último lugar se ubica el tratamiento conformado solo por la Avena como testigo con 13.83 kg/m² en rendimiento de biomasa verde.

4.3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO POR CADA TRATAMIENTO DE LAS ESPECIES FORRAJERAS CON ADICIÓN DE FITORREGULADORES ORGÁNICOS, CULTIVADOS EN SISTEMA HIDROPÓNICO

En la tabla 47, se observa que el tratamiento conformado por cebada más Biogyz tuvo mayor contenido de proteína con 14.26%, seguido de los tratamientos avena más Phyllum con 13.44% y avena más Seaweed Creme con 13.34%.

En carbohidratos, el tratamiento conformado por cebada más Biogyz tuvo mayor contenido con 25.32%, seguido de los tratamientos avena más Seaweed Creme con 25.64% y avena más Phyllum con 24.70%.

Tabla 47. Análisis bromatológico de los tratamientos en estudio

Trat.	Humedad (%)	Materia seca (%)	Ceniza (%)	Proteína cruda (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra detergente neutro (%)	Carbohidratos (%)
C1F0	83.67	16.33	17.38	9.87	2.30	49.66	13.22
C1F1	87.23	12.77	9.86	10.3	1.56	52.42	8.95
C1F2	84.67	15.33	10.42	11.73	1.62	62.87	23.77
C1F3	87.38	12.62	7.51	14.27	3.54	52.10	25.32
C2F0	78.12	21.88	5.9	10.76	6.50	51.33	23.16
C2F1	82.20	17.8	5.4	13.34	6.90	61.21	25.64
C2F2	79.41	20.59	4.43	13.44	6.83	62.70	24.70
C2F3	80.23	19.77	4.55	11.7	6.51	65.13	22.76

Fuente: Laboratorio de pastos y forrajes. FCA-UNA, Puno (2017).

Donde:

- C1F0=Cebada + Testigo
- C1F1=Cebada + Seaweed Creme
- C1F2=Cebada + Phyllum
- C1F3=Cebada + Biogyz
- C2F0=Avena + Testigo
- C2F1=Avena + Seaweed Creme
- C2F2=Avena + Phyllum
- C2F3=Avena + Biogyz

En ceniza, el tratamiento conformado por cebada más testigo tuvo mayor contenido con 17.38%, seguido de los tratamientos cebada más Phyllum con 10.42% y cebada más Seaweed Creme con 9.86%. En extracto etéreo, el tratamiento conformado por avena más Seaweed Creme tuvo mayor contenido con 6.90%, seguido de los tratamientos avena más Phyllum con 6.83% y avena más Biogyz con 6.51%. En fibra detergente neutro, el tratamiento conformado por avena más Biogyz tuvo mayor contenido con 65.13%, seguido de los tratamientos cebada más Phyllum con 62.87% y avena más Phyllum con 62.70%.

4.4. COSTOS DE PRODUCCIÓN Y COSTO/BENEFICIO DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE DE CEBADA Y AVENA CON ADICIÓN DE FITORREGULADORES ORGÁNICOS CULTIVADOS EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO

Los costos al detalle por cada tratamiento evaluado, se muestran en los anexos (tablas de la 59 a la 75). Para evaluar cada tratamiento, se ha tomado los siguientes criterios, tal como se observa la tabla 48.

Tabla 48. Indicadores económicos por cada tratamiento evaluado

Trat.	1. Costo Total	2. Rdto de FVH	3. Costo Unitario	4. Margen de ganancia	5. Costo Unitario de Venta	6. Ingreso Total	7. Ingreso Neto	8. Rentabilidad	9. Relación B/C	10. Punto de Equilibrio
	s/.	kg/Trt.	s/.	s/.	s/.	s/.	s/.	%	adm	kg de cebada
T1	32.37	43.50	0.74	0.41	1.15	50.21	17.84	55.09	1.55	28.05
T2	33.17	48.50	0.68	0.32	1.00	48.69	15.52	46.80	1.47	33.04
T3	33.14	45.00	0.74	0.26	1.00	44.84	11.70	35.30	1.35	33.26
T4	33.86	56.00	0.60	0.40	1.00	56.26	22.40	66.16	1.66	33.70
T5	30.06	41.50	0.72	0.28	1.00	41.68	11.62	38.65	1.39	29.93
T6	30.86	45.50	0.68	0.32	1.00	45.42	14.56	47.19	1.47	30.91
T7	30.83	44.00	0.70	0.30	1.00	44.03	13.20	42.81	1.43	30.81
T8	31.55	50.50	0.62	0.38	1.00	50.74	19.19	60.83	1.61	31.40

En la tabla 48, se observa que el costo total de todos los tratamientos en estudio, en donde del tratamiento T4 (E1= Cebada y F3 = Biogyz) tuvo mayor costo con S/. 33.86, seguido el tratamiento T2 (E2= Cebada y F1 = Seaweed Creme) con S/.33.17 y el tratamiento T1 (E1= Cebada y F0 = Testigo) tuvo S/. 32.37. Mientras que el tratamiento T8 (E2= Avena y F3 = Biogyz) tuvo mayor costo con S/. 31.55, seguido del tratamiento T6 (E2= Avena y F1 = Seaweed Creme) con S/.30.86 y el tratamiento T7 (E2= Avena y F2 = Phyllum) tuvo S/. 30.83.

En el ingreso total, el tratamiento T4 (E1= Cebada y F3 = Biogyz) tuvo mayor ingreso total S/. 56.26, seguido del tratamiento T1 (E1= Cebada y F0 = Testigo) tuvo S/. 50.21 y el tratamiento T2 (E2= Cebada y F1 = Seaweed Creme) con S/.48.69. Mientras que el tratamiento T8 (E2= Avena y F3 = Biogyz) tuvo mayor ingreso total con S/. 50.74, seguido del tratamiento T6 (E2= Avena y F1 = Seaweed Creme) con S/.45.42 y el tratamiento T7 (E2= Avena y F2 = Phyllum) tuvo S/. 44.03.

En el ingreso neto, el tratamiento T4 (E1= Cebada y F3 = Biogyz) tuvo mayor ingreso neto S/. 22.40, seguido del tratamiento T1 (E1= Cebada y F0 = Testigo) tuvo S/. 17.84 y el tratamiento T2 (E2= Cebada y F1 = Seaweed Creme) con S/.15.52 y. Mientras que el tratamiento T8 (E2= Avena y F3 = Biogyz) tuvo mayor ingreso neto con S/. 19.19, seguido del tratamiento T6 (E2= Avena y F1 = Seaweed Creme) con S/.14.56 y el tratamiento T7 (E2= Avena y F2 = Phyllum) tuvo S/. 13.20.

En rentabilidad y relación B/C, el tratamiento T4 (E1= Cebada y F3 = Biogyz) tuvo 66.16% y S/.1.66 de R B/C, seguido del T1 (E1= Cebada y F0 = Testigo) tuvo 55.09% y S/.1.55 de R B/C, y el tratamiento T2 (E1= Cebada y F1 = Seaweed Creme) con 46.80% y S/. 1.47 de R B/C. Mientras que el tratamiento T8 (E2= Avena y F3 = Biogyz) tuvo 60.83% y S/. 1.61, seguido del tratamiento T6 (E2= Avena y F1 = Seaweed Creme) con 47.19% y S/.1.47 y el tratamiento T7 (E2= Avena y F2 = Phyllum) tuvo 42.81% y S/. 1.43.

V. CONCLUSIONES

El mayor valor cultural del FVH de cebada se obtiene, con la aplicación de Biogyz (F3) con 96.04%, seguido de Seaweed Creme (F1) con 95.22%. En avena, con Seaweed Creme (F1) se tuvo 81.47%, seguido de Biogyz (F3) con 80.68%. En altura de planta, la cebada con la aplicación de Biogyz (F3) se tuvo 17.47 cm, seguido de Seaweed Creme (F1) con 16.83 cm; mientras en avena, con la aplicación de Biogyz (F3) se tuvo 15.27 cm, seguido de Seaweed Creme (F1) con 14.30 cm.

El mayor rendimiento de biomasa del forraje verde, de cebada se obtiene con la aplicación de Biogyz (F3) con 18.67 kg/m², seguido de Seaweed Creme (F1) con 16.17 kg/m²; en avena con la aplicación de Biogyz (F3) se tuvo 16.83 kg/m², seguido de Seaweed Creme (F1) con 15.17 kg/m².

En el análisis bromatológico de Forraje Verde Hidropónico de cebada se obtiene con la aplicación de Biogyz (F3) con 14.27% de proteína cruda, 52.10% de fibra detergente neutro, 25.32% de carbohidratos, 3.54% de extracto etéreo, 7.51% de ceniza y 12.62% de materia seca. En avena con la aplicación de Phyllum (F2), se tuvo 13.44% de proteína cruda, 62.70% de fibra detergente neutro, 24.70% de carbohidratos, 6.83% de extracto etéreo, 4.43% de ceniza y 20.59% de materia seca.

En relación costo/beneficio, la mayor rentabilidad obtenido fue con la cebada y aplicación de Biogyz que corresponde al T4 que tuvo 1.66 soles, seguido del testigo (T1) con 1.55 soles; en la especie forrajera avena, con la aplicación de Biogyz que corresponde al T8 que tuvo 1.61 soles, seguido Seaweed Creme (T6) con 1.47 soles.

VI. RECOMENDACIONES

Por los resultados positivos obtenidos en valor cultural, altura de planta, y rendimiento de biomasa verde y en costo beneficio se recomienda la aplicación de Biogyz como fitohormona.

Realizar más trabajos de investigación en la producción de forraje hidropónico según las necesidades del productor considerando el sistema de producción intensivo y las condiciones climáticas por cada zona agroecológica.

En zonas frías se recomendaría realizar estudios con el uso del tipo de plástico agrofil en colores y se resalte los costos de producción (directo e indirecto) para la implementación.

VII. REFERENCIAS

Arellano, H. (2015). *Manual de la cebada cervecera*. 12p.

Cadenillas, U. (1999). *Producción y Manejo de Pastos y Forrajes*. Ed. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Lima – Perú. 65 p.

Casa, C. (2008). *Efecto de la utilización del forraje verde hidropónico de avena, cebada, maíz y trigo en la alimentación de cuyes*. Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 90p.

Castillo, J.R. (2015). *Producción de biomasa y calidad nutricional de forraje verde hidropónico de Avena sativa L. y Hordeum vulgare L. con dos cortes sucesivos*. Tesis de Pre grado. Carrera de Ingeniería Agronómica. Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Loja. 103 p. Recuperado de web: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/19630/1/JAMES%20RODRIGO%20CASTILLO%20VALDIVIESO.pdf>

CIFE (2014). *Evaluación Económica*. Capítulo 4. Facultad de Economía UNAM. Separata. Recuperado de web: <http://www.economia.unam.mx/secss/docs/tesisfe/GomezAM/cap4.pdf>

Cutipa, I. (2015). *Uso de microorganismos eficaces (EM) y ácido giberelico sobre forraje verde hidropónico a partir de granos de cereales en el Altiplano*. Tesis de pregrado. Facultad de ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 110 p.

Darmanet, R. (2009). *Manual de especies forrajeras y manejo de pasturas*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (inifap). Manual. México. 97 p.

Dosal, J. (1987). *Efecto de la dosis de siembra, época de cosecha y fertilización sobre la calidad y cantidad de forraje de avena producido bajo condiciones de hidroponía*. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, Sede Chillán. Chile. 102 p.

Ediciones Culturales VER. (1992). *Cultivos Hidropónicos*. Industria Agroquímica, S.A., fascículo 9, Bogotá, Colombia.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). (2001). *Forraje Verde Hidropónico*. Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. (Manual Técnico). 68p.

Gómez, M. I. (2012). *Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz y cebada, con diferentes dosis de siembra para las etapas de crecimiento y engorde de cuyes*. 115 p.

Miranda, I. (2006). *Fertilizantes foliares en cultivo hidropónico de cebada (Hordeum vulgare)*. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.

Mora, M. (2004). *La fertilización de cebada de riego en el estado de Querétaro*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (inifap). Publicación técnica No1. Querétaro – México. 33 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. (2001). Manual Técnico. Forraje verde Hidropónico. Santiago de Chile. 68 p.

Orellana, E. (2015). *Evaluación de tres niveles de fertilización en forraje verde hidropónico de Cebada (Hordeum vulgare)*. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca. Cuenca – Ecuador. 113 p.

Paredes, R. (2010). *Comparación de Medios Nutricionales en Cultivo Hidropónico de Maíz (Zea mays)*. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.

Parsons, D. (1994). *Trigo, cebada, avena*. Editorial Trillas S.A. Impreso en México.

Regalado, F. (2009). *Cultivos hidropónicos*. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.

Rimache, M. (2008). *Cultivo de avena, trigo y cebada*, Primera edición. Macro E.I.R.L. Perú. 70 p.

Rodríguez, L. (2002). *Hidroponía agricultura y bienestar*. Doble Hélice Universidad Autónoma de Chihuahua - México.

Rojas, M. (2009). *Evaluación de los parámetros de producción y calidad nutricional de forraje verde hidropónico de avena y trigo producidos de manera artesanal en el zoológico de Buin, Chile*. Universidad de la Salle. Bogotá – Colombia. 66 p.

Ruiz, C., y Tapia M. (1987). *Producción y manejo de forrajes en los andes del Perú*. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho. Proyecto de Investigación de los Sistemas Agropecuarios Andinos. PISA. Convenio INIPA-CIID-ACDI. Lima, Perú.

Sepúlveda, R. (1994). *Notas Sobre Producción de Forraje Hidropónico*. Chile. 21 p.

Sotomayor, J. (1992). *Estudio de formato a la producción y apoyo a la producción de quinua*. CORDEPAZ (Corporación de Desarrollo de La Paz). La Paz, Bolivia. V. 1. 152 p.

Tarrillo, H. (2005). *Forraje Verde Hidropónico*. Manual de Producción. 1ª Edición propia y revisada por Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Tito, A. (2016). *Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.), con cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado en la provincia murillo del departamento de La Paz*. Tesis de grado. Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 167 p. Recuperado de web:

<http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10505/T-2341.pdf?sequence=3>

Toapanta, M. (2014). *Forrajicultura*. Universidad Técnica de Ambato. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Documento. Ambato. Ecuador.46 p.

Universidad Agraria La Molina. (2005). Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. (En línea). Lima, Perú. 10 de oct. De 2015. Disponible en:
<http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/default.htm>

Vásquez, V. (1990). Experimentación agrícola. Amaru editores. Lima, Perú. 89 p.

ANEXOS

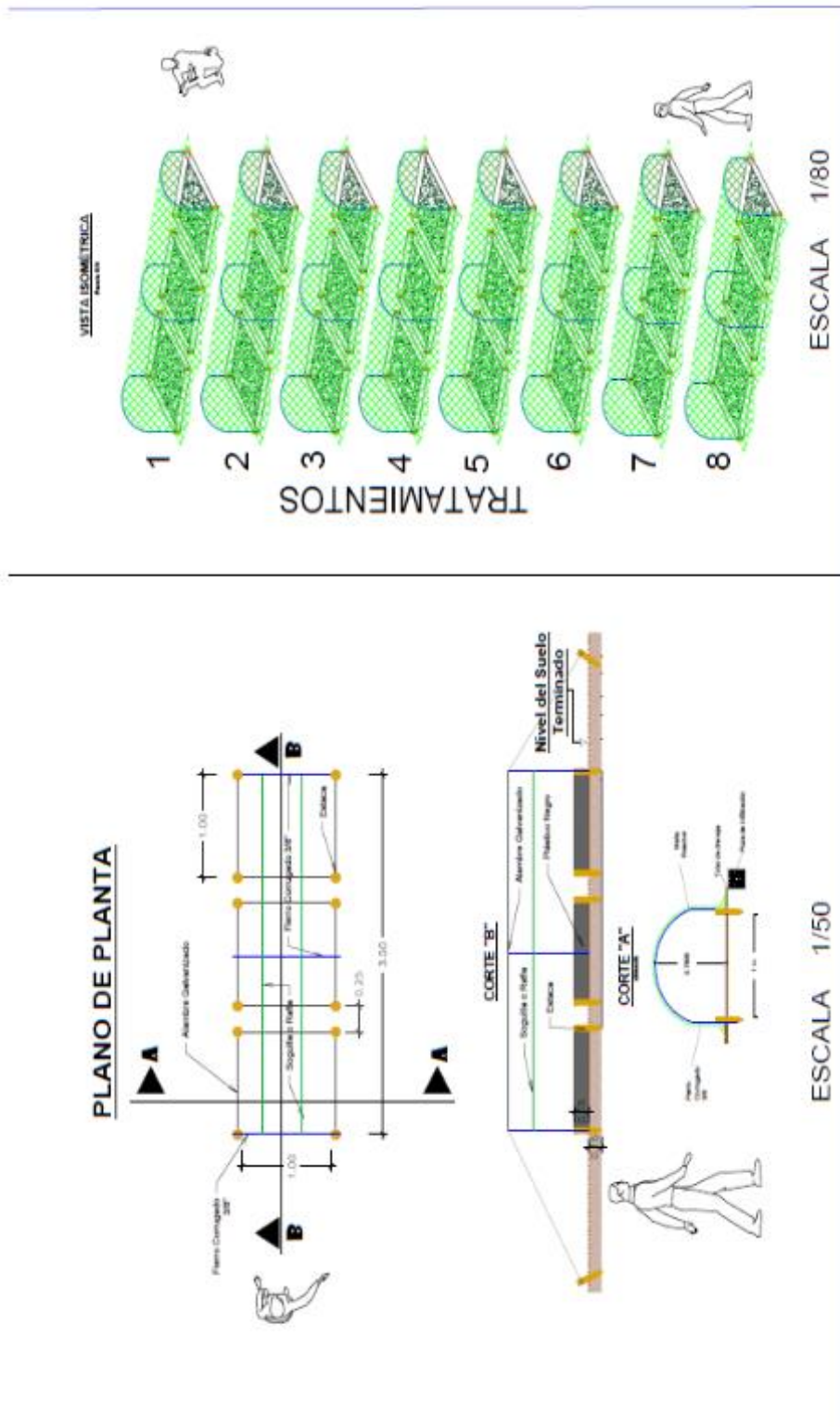


Figura 29. Descripción del plano del módulo de producción de forraje hidropónico.

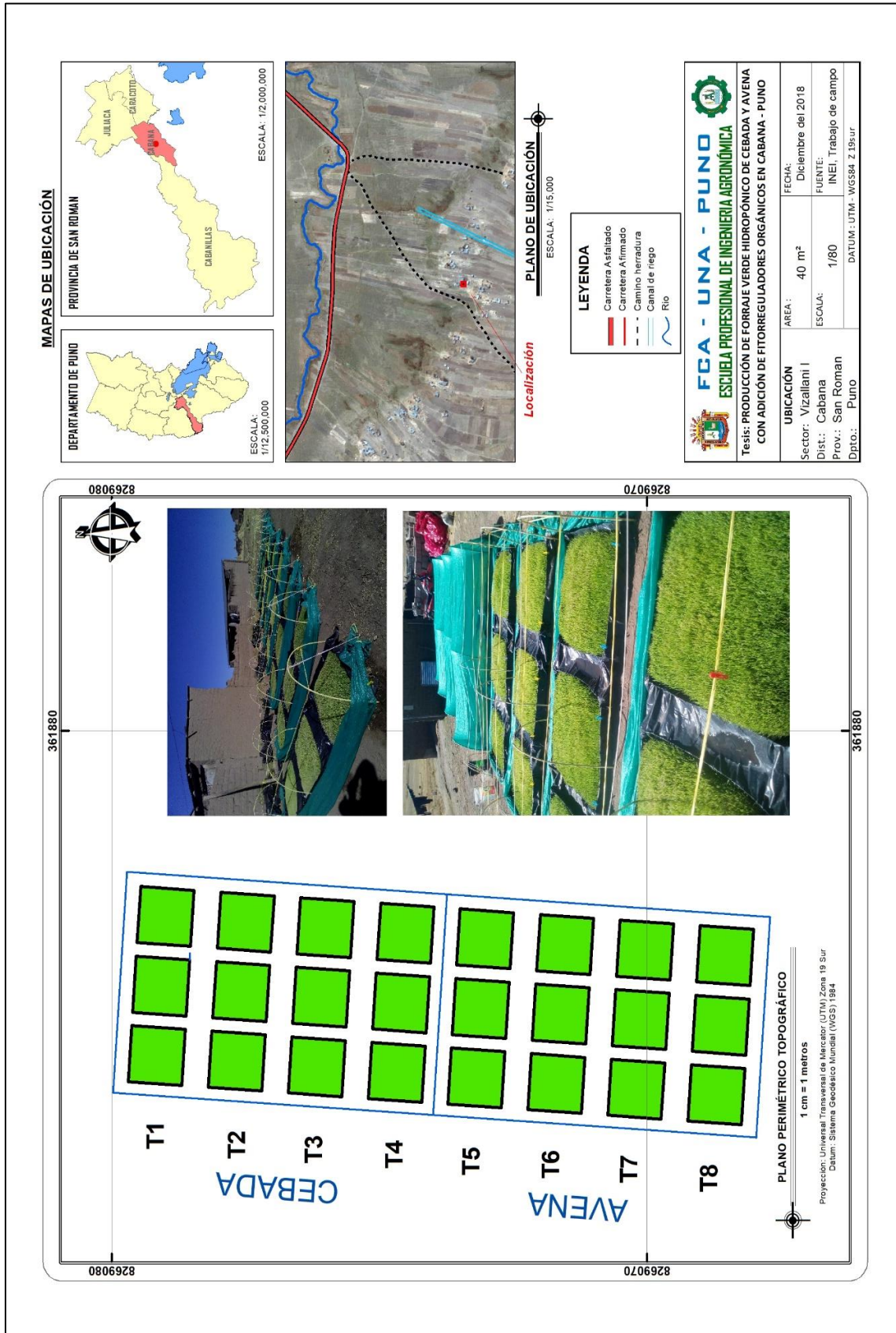


Figura 30. Ubicación del trabajo de investigación.

Tabla 49. Registro de temperatura máxima diaria

Día	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1	18.0	18.5	18.0	20.0
2	18.0	19.0	16.0	21.0
3	18.0	19.0	18.0	21.0
4	19.0	19.0	17.5	21.0
5	18.0	18.0	16.5	21.0
6	19.0	18.0	18.0	20.5
7	20.0	19.0	18.0	21.0
8	19.5	18.0	18.0	19.5
9	19.5	17.5	17.0	18.0
10	18.5	19.5	16.5	17.0
11	19.5	19.5	16.0	18.0
12	19.5	18.0	17.0	17.5
13	19.0	18.0	17.5	17.0
14	19.0	18.0	18.0	19.5
15	19.0	16.5	20.0	20.0
16	19.0	19.0	19.5	20.0
17	18.5	19.0	20.0	18.5
18	19.0	19.5	20.0	20.5
19	20.5	19.0	20.0	18.0
20	19.5	18.0	20.0	18.5
21	18.0	18.0	20.0	19.5
22	15.0	18.0	20.0	19.5
23	13.5	18.0	19.5	20.0
24	12.0	17.5	19.0	21.0
25	13.0	18.0	18.0	20.0
26	15.0	19.0	17.0	20.0
27	15.0	19.0	17.0	20.5
28	16.5	19.0	17.0	20.0
29	18.5	18.0	18.5	20.0
30	17.0	19.0	18.5	17.5
31	19.0		19.0	
Media	17.8	18.5	18.2	19.5
Max.ABS	20.5	19.5	20.0	21.0

Tabla 50. Registro de temperatura mínima diaria

Día	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1	-2.0	-5.5	-1.5	-3.5
2	-3.5	-5.0	-0.5	-6.5
3	-3.0	-4.0	-5.5	-7.5
4	-2.0	-3.5	-7.5	-3.0
5	-4.5	-5.0	-7.0	-4.5
6	-1.5	-6.0	-6.0	-6.5
7	-1.5	0.5	-5.0	-3.5
8	-0.5	-1.5	-8.0	-4.5
9	-1.5	-6.5	-10.0	-4.0
10	2.0	-1.5	-9.0	-3.5
11	-2.5	-3.5	-9.0	-5.0
12	-4.0	-8.5	-7.5	-9.5
13	-3.5	-9.0	-6.5	-9.0
14	-5.0	-7.0	-6.0	-7.5
15	-3.0	-8.5	-5.0	-5.0
16	-2.0	-10.0	-6.5	-6.0
17	1.0	-7.0	-6.5	1.0
18	-3.0	-7.0	-6.5	1.0
19	-5.0	-8.0	-7.5	1.0
20	-2.5	-8.0	-7.5	-10.0
21	1.0	-7.0	-7.5	-7.5
22	-1.0	-5.5	-7.5	-8.5
23	-1.0	-4.5	-3.5	4.5
24	0.0	-5.0	-6.5	-7.5
25	-1.5	-3.5	-6.0	-6.5
26	0.0	-4.0	-7.0	-3.0
27	-3.5	-9.5	-7.5	-5.0
28	-1.0	-6.0	-6.5	-3.5
29	-0.5	-1.5	-6.0	-2.5
30	0.0	-0.5	-7.5	-4.0
31	-5.5		-5.5	
Media	-2.0	-5.4	-6.4	-4.7
Dias Helad	25	29	31	26
Min.ABS	-5.5	-10.0	-10.0	-10.0

Tabla 51. Registro de precipitación pluvial diaria

Día	Mayo	Junio	Julio	Agosto
1	0.0	0.0	1.5	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	1.5	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.0	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	0.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0
17	0.0	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.0	0.0	0.0	0.0
21	0.0	0.0	0.0	0.0
22	6.0	0.0	0.0	0.0
23	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.5	0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0
26	0.0	0.0	0.0	0.0
27	0.0	0.0	0.0	0.0
28	0.0	0.0	0.0	0.0
29	2.0	0.0	0.0	0.0
30	0.0	0.0	0.0	0.0
31	0.0		0.0	0.0
TOTAL	13.50	1.50	1.50	0.00
Promedio	0.44	0.05	0.05	0.00
Max 24	6.00	1.50	1.50	0.00
N° Días	4	1	1	0

Tabla 52. Altura de planta a los 5 días de evaluación

Rep.	C1				C2			
	F0	F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3
r1	0.9	1.1	1.3	1.7	0.8	0.9	0.8	1.3
r2	0.8	1.0	1.1	1.9	0.7	1.1	0.5	1.3
r3	0.8	1.2	0.9	1.6	0.7	1.0	0.6	1.0
Total	2.5	3.3	3.3	5.2	2.2	3.0	1.9	3.6
Prom.	0.83	1.10	1.10	1.73	0.73	1.00	0.63	1.20
Prom. C.	1.19				0.89			
Prom. F.	0.78		1.05		0.87		1.47	

Tabla 53. Altura de planta a los 10 días de evaluación

Rep.	C1				C2			
	F0	F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3
r1	7.0	7.5	8.2	11.0	7.7	8.3	7.7	8.5
r2	6.8	7.0	8.0	10.8	7.3	7.7	7.6	8.3
r3	6.1	6.5	6.4	10.0	7.0	7.3	7.0	8.2
Total	19.9	21.0	22.6	31.8	22.0	23.3	22.3	25.0
Prom.	6.63	7.00	7.53	10.60	7.33	7.77	7.43	8.33
Prom. C.	7.94				7.72			
Prom. F.	6.98		7.38		7.48		9.47	

Tabla 54. Altura de planta a los 15 días de evaluación

Rep.	C1				C2			
	F0	F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3
r1	10.1	11.4	11.8	13.3	9.9	11.2	10.7	11.9
r2	10.0	11.3	11.6	12.8	9.8	11.1	10.7	12.0
r3	9.0	9.8	9.8	12.3	9.4	10.9	10.4	11.4
Total	29.1	32.5	33.2	38.4	29.1	33.2	31.8	35.3
Prom.	9.70	10.83	11.07	12.80	9.70	11.07	10.60	11.77
Prom. C.	11.10				10.78			
Prom. F.	9.70		10.95		10.83		12.28	

Tabla 55. Altura de planta a los 20 días de evaluación

Rep.	C1				C2			
	F0	F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3
r1	12.3	15.1	14.6	15.9	12.1	12.7	12.5	14.2
r2	12.1	15.1	14.4	15.6	12.1	12.6	12.4	14.2
r3	11.8	14.2	12.6	15.1	11.7	12.4	12.1	13.7
Total	36.2	44.4	41.6	46.6	35.9	37.7	37.0	42.1
Prom.	12.07	14.80	13.87	15.53	11.97	12.57	12.33	14.03
Prom. C.	14.07				12.73			
Prom. F.	12.02		13.68		13.10		14.78	

Tabla 56. Altura de planta a los 25 días de evaluación

Rep.	C1				C2			
	F0	F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3
r1	15.6	16.8	15.7	17.7	13.5	14.8	13.6	15.2
r2	15.2	17.0	15.5	17.5	13.4	14.1	14.6	15.5
r3	14.5	16.7	15.0	17.2	13.0	14.0	14.3	15.1
Total	45.3	50.5	46.2	52.4	39.9	42.9	42.5	45.8
Prom.	15.10	16.83	15.40	17.47	13.30	14.30	14.17	15.27
Prom. C.	16.20				14.26			
Prom. F.	14.20		15.57		14.78		16.37	

Tabla 57. Velocidad de crecimiento

Rep.	C1				C2			
	F0	F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3
r1	1.84	2.08	2.06	2.38	1.76	1.92	1.81	2.04
r2	1.80	2.06	2.02	2.34	1.73	1.86	1.83	2.05
r3	1.69	1.94	1.79	2.25	1.67	1.82	1.78	1.98
Total	5.32	6.07	5.88	6.98	5.16	5.60	5.42	6.07
Prom.	1.77	2.02	1.96	2.33	1.72	1.87	1.81	2.02
Prom. C.	2.02				1.86			
Prom. F.	1.75		1.95		1.88		2.17	

Tabla 58. Cosecha (rdto) de biomasa

Rep.	C1				C2			
	F0	F1	F2	F3	F0	F1	F2	F3
r1	15	16	15	19.5	14	15.5	15	17
r2	14	16	15.5	18	13.5	15	14.5	17
r3	14.5	16.5	14.5	18.5	14	15	14.5	16.5
Total	43.5	48.5	45.0	56.0	41.5	45.5	44.0	50.5
Prom.	14.50	16.17	15.00	18.67	13.83	15.17	14.67	16.83
Prom. C.	16.08				15.13			
Prom. F.	14.17		15.67		14.83		17.75	

Tabla 59. Cálculo de depreciación de materiales

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)	VIDA UTIL (Años)	DEP. CAMPAÑA
MATERIALES ADQUIRIDOS						
Plástico	m	S/4.00	4.5	S/18.00	1	S/ 1.29
Malla Rashell	m	S/7.00	5	S/35.00	2	S/ 1.25
Alambre galvanizado N°16	kg	S/8.00	2	S/16.00	3	S/ 0.38
Fierro corrugado 3/8	Unidad	S/14.00	1	S/14.00	3	S/ 0.33
Grapa 1"	kg	S/5.00	1	S/5.00	3	S/ 0.12
Martillo	Unidad	S/28.00	1	S/28.00	3	S/ 0.67
Wincha de lona	Unidad	S/22.00	1	S/22.00	3	S/ 0.52
Nivel de carpintero	Unidad	S/9.00	1	S/9.00	3	S/ 0.21
Cordel	Unidad	S/10.00	1	S/10.00	3	S/ 0.24
Manguera de nivel	Unidad	S/1.00	8	S/8.00	3	S/ 0.19
Rafia	Ovillo	S/5.00	1	S/5.00	1	S/ 0.36
Sacos	Unidad	S/3.00	1.5	S/4.50	3	S/ 0.11
Baldes	Unidad	S/2.00	2	S/4.00	2	S/ 0.14
Corta fierro	Unidad	S/12.00	1	S/12.00	3	S/ 0.29
Alicate	Unidad	S/10.00	1	S/10.00	3	S/ 0.24
Romana	Unidad	S/28.00	1	S/28.00	3	S/ 0.67
Clavo	Kg	S/0.25	12	S/3.00	3	S/ 0.07
Estacas de madera	Unidad	S/1.00	12	S/12.00	1	S/ 0.86
TOTAL						S/ 7.93

Tabla 60. Costos de producción del tratamiento T1 (C1=Cebada + F0=Testigo)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)
I. COSTOS FIJOS				S/. 7.93
A. DEPRECIACIÓN DE MATERIALES ADQUIRIDOS				
				S/. 7.93
II. COSTOS VARIABLES				S/. 21.50
A. INSUMOS				S/. 21.50
Semilla Cebada	kg	S/2.00	10.5	S/. 21.00
Lejía	unidad	S/1.00	0.5	S/. 0.50
Abono: -	Lt	S/0.00	0	S/. 0.00
SUB TOTAL:				S/. 29.43
IMPREVISTOS (10%)				S/. 2.94
COSTO TOTAL				S/. 32.37

Tabla 61. Análisis económico del tratamiento T1 (C1=Cebada + F0=Testigo)

ANALISIS ECONOMICO			
1. Costo Total	s/.		32.37
2. Rendimiento de FVH	kg/Trt.		43.50
3. Costo Unitario	s/.		0.74
4. Margen de ganancia	s/.		0.41
5. Costo Unitario de Venta	s/.		1.15
6. Ingreso Total	s/.		50.21
7. Ingreso Neto	s/.		17.84
8. Rentabilidad	%		55.09
9. Relacion Beneficio/Costo	adm		1.55
10. Punto de Equilibrio	kg de cebada		28.05

Tabla 62. Costos de producción del tratamiento T2 (C1=Cebada + F1= Seaweed Creme)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)
I. COSTOS FIJOS				S/. 7.93
A. DEPRECIACIÓN DE MATERIALES ADQUIRIDOS				S/. 7.93
II. COSTOS VARIABLES				S/. 22.22
A. INSUMOS				S/. 22.22
Semilla Cebada	kg	S/2.00	10.5	S/. 21.00
Lejia	unidad	S/1.00	0.5	S/. 0.50
Abono: SEAWEED CREME	Lt	S/72.00	0.01	S/. 0.72
SUB TOTAL:				S/. 30.15
IMPREVISTOS (10%)				S/. 3.02
COSTO TOTAL				S/. 33.17

Tabla 63. Análisis económico del tratamiento T2 (C1=Cebada + F1= Seaweed Creme)

ANALISIS ECONOMICO		
1. Costo Total	s/.	33.17
2. Rendimiento de FVH	kg/Trt.	48.50
3. Costo Unitario	s/.	0.68
4. Margen de ganancia	s/.	0.32
5. Costo Unitario de Venta	s/.	1.00
6. Ingreso Total	s/.	48.69
7. Ingreso Neto	s/.	15.52
8. Rentabilidad	%	46.80
9. Relacion Beneficio/Costo	adm	1.47
10. Punto de Equilibrio	kg de cebada	33.04

Tabla 64. Costos de producción del tratamiento T3 (C1=Cebada + F2= Phyllum)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)
I. COSTOS FIJOS				S/. 7.93
A. DEPRECIACIÓN DE MATERIALES ADQUIRIDOS				S/. 7.93
II. COSTOS VARIABLES				S/. 22.20
A. INSUMOS				S/. 22.20
Semilla Cebada	kg	S/2.00	10.5	S/. 21.00
Lejia	unidad	S/1.00	0.5	S/. 0.50
Abono: PHYLLUM	Lt	S/70.00	0.01	S/. 0.70
SUB TOTAL:				S/. 30.13
IMPREVISTOS (10%)				S/. 3.01
COSTO TOTAL				S/. 33.14

Tabla 65. Análisis económico del tratamiento T3 (C1=Cebada + F2= Phyllum)

ANALISIS ECONOMICO		
1. Costo Total	s/.	33.14
2. Rendimiento de FVH	kg/Trt.	45.00
3. Costo Unitario	s/.	0.74
4. Margen de ganancia	s/.	0.26
5. Costo Unitario de Venta	s/.	1.00
6. Ingreso Total	s/.	44.84
7. Ingreso Neto	s/.	11.70
8. Rentabilidad	%	35.30
9. Relacion Beneficio/Costo	adm	1.35
10. Punto de Equilibrio	kg de cebada	33.26

Tabla 66. Costos de producción del tratamiento T4 (C1=Cebada + F3= Biogyz)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)
I. COSTOS FIJOS				S/. 7.93
A.				
DEPRECIACIÓN DE MATERIALES ADQUIRIDOS				S/. 7.93
II. COSTOS VARIABLES				S/. 22.85
A. INSUMOS				S/. 22.85
Semilla Cebada	kg	S/2.00	10.5	S/. 21.00
Lejia	unidad	S/1.00	0.5	S/. 0.50
Abono: BIOGYZ	Lt	S/135.00	0.01	S/. 1.35
SUB TOTAL:				S/. 30.78
IMPREVISTOS (10%)				S/. 3.08
COSTO TOTAL				S/. 33.86

Tabla 67. Análisis económico del tratamiento T4 (C1=Cebada + F3= Biogyz)

ANALISIS ECONOMICO		
1. Costo Total	s/.	33.86
2. Rendimiento de FVH	kg/Trt.	56.00
3. Costo Unitario	s/.	0.60
4. Margen de ganancia	s/.	0.40
5. Costo Unitario de Venta	s/.	1.00
6. Ingreso Total	s/.	56.26
7. Ingreso Neto	s/.	22.40
8. Rentabilidad	%	66.16
9. Relacion Beneficio/Costo	adm	1.66
10. Punto de Equilibrio	kg de cebada	33.70

Tabla 68. Costos de producción del tratamiento T5 (C1=Cebada + F0=Testigo)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)
I. COSTOS FIJOS				S/. 7.93
A. DEPRECIACIÓN DE MATERIALES ADQUIRIDOS				S/. 7.93
II. COSTOS VARIABLES				S/. 19.40
A. INSUMOS				S/. 19.40
Semilla Avena	kg	S/1.80	10.5	S/. 18.90
Lejia	unidad	S/1.00	0.5	S/. 0.50
Abono: -	Lt	S/0.00	0	S/. 0.00
SUB TOTAL:				S/. 27.33
IMPREVISTOS (10%)				S/. 2.73
COSTO TOTAL				S/. 30.06

Tabla 69. Análisis económico del tratamiento T5 (C1=Cebada + F0=Testigo)

ANÁLISIS ECONOMICO		
1. Costo Total	s/.	30.06
2. Rendimiento de FVH	kg/Trt.	41.50
3. Costo Unitario	s/.	0.72
4. Margen de ganancia	s/.	0.28
5. Costo Unitario de Venta	s/.	1.00
6. Ingreso Total	s/.	41.68
7. Ingreso Neto	s/.	11.62
8. Rentabilidad	%	38.65
9. Relacion Beneficio/Costo	adm	1.39
10. Punto de Equilibrio	kg de avena	29.93

Tabla 70. Costos de producción del tratamiento T6 (C1=Cebada + F1= Seaweed Creme)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)
I. COSTOS FIJOS				S/. 7.93
A. DEPRECIACIÓN DE MATERIALES ADQUIRIDOS				S/. 7.93
II. COSTOS VARIABLES				S/. 20.12
A. INSUMOS				S/. 20.12
Semilla Avena	kg	S/1.80	10.5	S/. 18.90
Lejia	unidad	S/1.00	0.5	S/. 0.50
Abono: SEAWEED CREME	Lt	S/72.00	0.01	S/. 0.72
SUB TOTAL:				S/. 28.05
IMPREVISTOS (10%)				S/. 2.81
COSTO TOTAL				S/. 30.86

Tabla 71. Análisis económico del tratamiento T6 (C1=Cebada + F1= Seaweed Creme)

ANALISIS ECONOMICO		
1. Costo Total	s/.	30.86
2. Rendimiento de FVH	kg/Trt.	45.50
3. Costo Unitario	s/.	0.68
4. Margen de ganancia	s/.	0.32
5. Costo Unitario de Venta	s/.	1.00
6. Ingreso Total	s/.	45.42
7. Ingreso Neto	s/.	14.56
8. Rentabilidad	%	47.19
9. Relacion Beneficio/Costo	adm	1.47
10. Punto de Equilibrio	kg de avena	30.91

Tabla 72. Costos de producción del tratamiento T7 (C1=Cebada + F2= Phyllum)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)
I. COSTOS FIJOS				S/. 7.93
A.				
DEPRECIACIÓN DE MATERIALES ADQUIRIDOS				S/. 7.93
II. COSTOS VARIABLES				S/. 20.10
A. INSUMOS				S/. 20.10
Semilla Avena	kg	S/1.80	10.5	S/. 18.90
Lejía	unidad	S/1.00	0.5	S/. 0.50
Abono: -	Lt	S/70.00	0.01	S/. 0.70
SUB TOTAL:				S/. 28.03
IMPREVISTOS (10%)				S/. 2.80
COSTO TOTAL				S/. 30.83

Tabla 73. Análisis económico del tratamiento T7 (C1=Cebada + F2= Phyllum)

ANALISIS ECONOMICO		
1. Costo Total	s/.	30.83
2. Rendimiento de FVH	kg/Trt.	44.00
3. Costo Unitario	s/.	0.70
4. Margen de ganancia	s/.	0.30
5. Costo Unitario de Venta	s/.	1.00
6. Ingreso Total	s/.	44.03
7. Ingreso Neto	s/.	13.20
8. Rentabilidad	%	42.81
9. Relacion Beneficio/Costo	adm	1.43
10. Punto de Equilibrio	kg de avena	30.81

Tabla 74. Costos de producción del tratamiento T8 (C1=Cebada + F3= Biogyz)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO PARCIAL (S/.)
I. COSTOS FIJOS				S/. 7.93
A. DEPRECIACIÓN DE MATERIALES ADQUIRIDOS				S/. 7.93
II. COSTOS VARIABLES				S/. 20.75
A. INSUMOS				S/. 20.75
Semilla Avena	kg	S/1.80	10.5	S/. 18.90
Lejía	unidad	S/1.00	0.5	S/. 0.50
Abono: -	Lt	S/135.00	0.01	S/. 1.35
SUB TOTAL:				S/. 28.68
IMPREVISTOS (10%)				S/. 2.87
COSTO TOTAL				S/. 31.55

Tabla 75. Análisis económico del tratamiento T8 (C1=Cebada + F3= Biogyz)

ANALISIS ECONOMICO		
1. Costo Total	s/.	31.55
2. Rendimiento de FVH	kg/Trt.	50.50
3. Costo Unitario	s/.	0.62
4. Margen de ganancia	s/.	0.38
5. Costo Unitario de Venta	s/.	1.00
6. Ingreso Total	s/.	50.74
7. Ingreso Neto	s/.	19.19
8. Rentabilidad	%	60.83
9. Relacion Beneficio/Costo	adm	1.61
10. Punto de Equilibrio	kg de avena	31.40



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica
LABORATORIO DE PASTOS Y FORRAJES



RESULTADOS DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

(Hidroponía Cebada-Avena)

INTERESADO : Bach. Julio César Paeco Cahuana
 PROCEDENCIA : Distrito Cabana (Vizallant) Prov. San Román - Puno
 PRODUCTO : FVH de cebada y avena
 MOTIVO : Investigación (Tesis)
 MUESTREO : 24 de Julio del 2017
 RECEPCIÓN : 24 de Julio del 2017

DETERMINACIONES FÍSICO-QUÍMICAS

N/O	Clave de Campo	Humedad %	Materia Seca %	Ceniza %	Proteína cruda %	Extracto etéreo %	Fibra detergente Neutro %	Carbohidratos %
T1	C1F0	83.67	16.33	17.38	9.87	2.30	49.66	13.22
T2	C1F1	87.23	12.77	9.86	10.30	1.56	52.42	8.95
T3	C1F2	84.67	15.33	10.42	11.73	1.62	62.87	23.77
T4	C1F3	87.38	12.62	7.51	14.27	3.54	52.10	25.32
T5	C1F0	78.12	21.88	5.90	10.76	6.50	51.33	23.16
T6	C2F1	82.20	17.80	5.40	13.34	6.90	61.21	25.64
T7	C2F2	79.41	20.59	4.43	13.44	6.83	62.70	24.70
T8	C2F3	80.23	19.77	4.55	11.70	6.51	65.13	22.76


Puno, C.U. 20 de octubre del 2017.



M.Sc. Ing. Francis Miranda Choque
 INGENIERO DE PASTOS Y FORRAJES FCA-IPFA
 UNA - PUNO

Marcelino Teona Cruz
 ANALISTA DE LABORATORIO
 F.C.A. UNA - PUNO

Figura 31. Resultados de análisis bromatológico.




UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICOQUÍMICO MUESTRA DE AGUA

PROCEDENCIA : SECTOR MIZALLANI I DISTRITO DE CABANA – PUNO,
 INTERESADO : BACH. JULIO CESAR PACCO CAHUANA
 MOTIVO : Análisis Físico-químico (para riego)
 MUESTREO : 30/05/2017 (por el Interesado)
 ANALISIS : 30/05/2017

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto : Limpido transparente
 Color : Incoloro
 Olor : Inodoro
 Sabor : Insipido

CARACTERÍSTICAS FÍSICO – QUÍMICA:

pH : 6.77 C.E.: 0.25 ms/cm.


CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

Dureza total (como CaCO ₃)	:	110.20	mg/l
Alcalinidad (como CaCO ₃)	:	48.14	mg/l
Cloruros (como Cl ⁻)	:	22.69	mg/l
Sulfatos (como SO ₄ ⁻²)	:	30.00	mg/l
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	:	0.00	mg/l
Calcio (como Ca ⁺⁺)	:	18.24	mg/l
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	:	15.50	mg/l
Sólidos totales	:	132.89	mg/l
Sólidos Disueltos Totales	:	0.14	g/l
Sodio (como Na ⁺)	:	1.91	mg/l
Potasio (como K ⁻)	:	0.78	mg/l
SAR	:	0.46	
CLASE	:	C2S1	


INTERPRETACION (Según Normas de ECAs)

Las características físico-químicas del agua son normales.
 Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

DICTAMEN
 El Agua analizada se encuentra entre los límites permisibles para agua de riego.



Ing. M.Sc. Jorge Pantoja
 SUB DIRECTOR GENERAL DE AGUAS Y SUELOS



Ing. M.Sc. Angel Can
 SUB DIRECTOR GENERAL DE AGUAS Y SUELOS

Figura 32. Resultado de análisis de agua.

Panel fotográfico



Figura 33. Preparación de terreno para el experimento.



Figura 34. Armado de módulos de FVH.



Figura 35. Siembra de avena en bandejas.



Figura 36. Siembra de cebada en bandejas.



Figura 37. Desarrollo de plantas de cebada y avena como FVH.



Figura 38. Evaluación de altura de planta del FVH en módulos.



Figura 39. Producción de avena como forraje verde hidropónico.



Figura 40. Producción de cebada como forraje verde hidropónico.