



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



**EVALUACIÓN DE FITOHORMONAS EN LA PRODUCCIÓN  
FORRAJERA DE TRIGO DE INVIERNO (*Triticum aestivum* L.) EN  
EL DISTRITO DE ANANEA, PUNO, PERÚ**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. EBER METODIO MAMANI CHAMBI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

A mis padres:

Asunto Alipio Mamani Chacón y Susana Chambi Roque, por formarme como persona y así poder culminar mis estudios de manera satisfactoria.

A ella, que siempre estuvo presente en mi formación profesional, con sus correcciones y críticas, por su supuesto constructivas, a pesar de tanto afecto que sentía hacia mí.

A Illari y Sami

A la familia Mamani Chambi

*Eber Metodio*



## 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.

Agradezco 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, M.Sc. Luis Amilcar Bueno Macedo, por sus valiosos consejos, orientación y asesoramiento en el presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado: M.Sc. Juan Larico Vera, D.Sc. Ali William Canaza Cayo, M.Sc. Rony Abel Ciprian Carreon, por su comprensión y colaboración en la culminación del presente estudio.

Finalmente, agradezco M.Sc Julio Choque Lázaro por haberme brindado su apoyo, y compartir sus conocimientos hacia mi persona y por haberme guiado en este trabajo de investigación.

*Eber Metodio*



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 17**

**ABSTRACT..... 18**

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVOS..... 20**

1.1.1. Objetivo general..... 20

1.1.2. Objetivos específicos ..... 20

## **CAPITULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. CULTIVO DE TRIGO ..... 21**

2.1.1. Ubicación Taxonómica del trigo ..... 21

**2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL TRIGO ..... 22**

2.2.1. Raíz ..... 22

2.2.2. Tallo ..... 22

2.2.3. Hojas ..... 22

2.2.4. Inflorescencia..... 23

2.2.5. Flor..... 23

2.2.5. Fruto..... 23



<b>2.3. FENOLOGÍA DEL TRIGO .....</b>	<b>24</b>
2.3.1. Germinación .....	24
2.3.2. Ahijado o macollaje .....	24
2.3.3. Encañado.....	24
2.3.4. Embuchado .....	25
2.3.5. Espigado .....	25
2.3.6. Floración .....	25
2.3.7. Grano acuoso .....	25
2.3.8. Grano lechoso .....	25
2.3.9. Grano pastoso .....	26
2.3.10. Madurez fisiológica .....	26
<b>2.4. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS DEL TRIGO DE INVIERNO</b>	<b>26</b>
2.4.1. Exigencias climáticas.....	26
2.4.2. Exigencias edáficas.....	26
<b>2.5. LABORES AGRÍCOLAS DEL TRIGO DE INVIERNO.....</b>	<b>27</b>
2.5.1. Siembra.....	27
2.5.2. Fertilización .....	27
2.5.3. Control de plagas y enfermedad clave.....	27
2.5.4. Método de cosecha .....	28
<b>2.6. CALIDAD NUTRICIONAL DEL FORRAJE DE TRIGO DE INVIERNO...</b>	<b>29</b>
<b>2.7. FITOHORMONAS.....</b>	<b>29</b>
2.7.1. Auxinas .....	30
2.7.2. Giberelinas .....	30
2.7.3. Citoquininas.....	30
<b>2.8. ALGAS MARINAS.....</b>	<b>31</b>



<b>2.9.EFECTO DE LAS FITOHORMONAS SOBRE LOS CULTIVOS</b>	
<b>FORRAJEROS .....</b>	<b>32</b>
<b>2.10. COSTOS DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>32</b>
2.10.1. Costos directos.....	33
2.10.2. Costos indirectos.....	33
2.10.3. Costo total.....	33
2.10.4. Rentabilidad.....	33
2.10.5. Relación beneficio-costo .....	34
<b>CAPITULO III</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<b>3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>35</b>
3.1.1. Ubicación política del área del experimento .....	35
3.1.2. Ubicación geográfica del área del experimento.....	35
<b>3.2. MATERIALES.....</b>	<b>35</b>
3.2.1. Material de campo .....	35
3.2.2. Material experimental.....	36
<b>3.3. FACTORES DE ESTUDIO .....</b>	<b>37</b>
<b>3.4. CARACTERIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>37</b>
<b>3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>37</b>
<b>3.6. ACTIVIDADES PREVIAS REALIZADAS.....</b>	<b>39</b>
3.6.1. Análisis del suelo.....	39
<b>3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.....</b>	<b>39</b>
3.7.1. Preparación del terreno .....	39
3.7.2. Siembra.....	40
3.7.3. Labores culturales.....	40



3.7.4. Cronograma de aplicación de fitohormonas.....	41
3.7.5. Cosecha del forraje .....	41
<b>3.8. VARIABLES DE RESPUESTA Y OBSERVACIONES METEOROLOGICAS</b> .....	<b>41</b>
3.8.1. Variable de respuesta:.....	41
3.8.2. Observaciones meteorológicas .....	42
<b>3.9. EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA .....</b>	<b>43</b>
3.9.1. Emergencia de plántulas en campo.....	43
3.9.2. Altura de planta.....	44
3.9.3. Rendimiento de forraje verde .....	44
3.9.4. Rendimiento de la materia seca .....	45
3.9.5. Análisis bromatológico.....	45
3.9.6. Costos de producción.....	45
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
<b>4.1. EMERGENCIA Y CRECIMIENTO EN ALTURA DE PLANTA DE TRIGO</b> <b>DE INVIERNO VARIEDAD SALCEDO 80 .....</b>	<b>46</b>
4.1.1. Emergencia de plántulas (%).....	46
4.1.2. Altura de planta (cm).....	48
<b>4.2. RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO DE INVIERNO VARIEDAD</b> <b>SALCEDO 80.....</b>	<b>60</b>
4.2.1. Rendimiento de forraje verde .....	60
4.2.2. Rendimiento de materia seca.....	62
<b>4.3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL CULTIVO DEL FORRAJE DE TRIGO</b> <b>DE INVIERNO VARIEDAD SALCEDO 80 .....</b>	<b>64</b>



4.3.1. Contenido de proteína.....	64
4.3.2. Contenido de grasa .....	66
4.3.3. Contenido de ceniza.....	68
4.3.4. Contenido de FDN .....	69
<b>4.4. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TRIGO DE INVIERNO VARIEDAD SALCEDO 80 .....</b>	<b>71</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>74</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>78</b>

**Área** : Ciencias agrícolas.

**Tema** : Manejo de pastizales y cultivos forrajeros.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 26 de agosto del 2022





## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Comportamiento de temperaturas (setiembre 2021- enero 2022) según SENAMHI.....	43
<b>Figura 2.</b> Precipitación pluvial (mm) setiembre 2021 - enero 2022, según SENAMHI	43
<b>Figura 3.</b> Representación gráfica porcentaje de plántulas emergidas, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.	47
<b>Figura 4.</b> Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 21 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	49
<b>Figura 5.</b> Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 42 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	51
<b>Figura 6.</b> Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 63 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	53
<b>Figura 7.</b> Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 84 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	55
<b>Figura 8.</b> Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 105 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	57
<b>Figura 9.</b> Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 126 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	59



<b>Figura 10.</b> Representación gráfica de rendimiento de forraje verde (kg/ha), como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	61
<b>Figura 11.</b> Representación gráfica de rendimiento de materia seca (kg/ha), como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	63
<b>Figura 12.</b> Representación gráfica de contenido de proteína, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	65
<b>Figura 13.</b> Representación gráfica de contenido de grasa, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	67
<b>Figura 14.</b> Representación gráfica de contenido de ceniza, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	69
<b>Figura 15.</b> Representación gráfica de contenido de FDN, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	71
<b>Figura 16.</b> Muestra del suelo para su análisis correspondiente. ....	93
<b>Figura 17.</b> Instalación de parcelas experimentales ....	93
<b>Figura 18.</b> Trigo de invierno var. Salcedo 80, en las primeras evaluaciones. ....	93
<b>Figura 19.</b> Trigo de invierno var. Salcedo 80 en la penúltima evaluación. ....	94
<b>Figura 20.</b> Última evaluación de trigo de invierno para su cosecha correspondiente. ..	94
<b>Figura 21.</b> Cosecha de los tres surcos centrales de cada parcela experimental para la evaluación de rendimiento de forraje de trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	94
<b>Figura 22.</b> Parcelas experimentales cosechadas y rendimiento de forraje. ....	95
<b>Figura 23.</b> Análisis bromatológico en laboratorio. ....	95



<b>Figura 24.</b> Resultado de análisis bromatológico de forraje de trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	96
<b>Figura 25.</b> Resultados de análisis de fertilidad de suelo.....	97



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Análisis de varianza para un diseño completamente al azar. ....	38
<b>Tabla 2.</b> Cronograma de aplicación de fitohormonas.....	41
<b>Tabla 3.</b> Registro de temperaturas y precipitación pluvial (2021-2022).....	42
<b>Tabla 4.</b> Cronograma de evaluación de altura de plantas.....	44
<b>Tabla 5.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) plántulas emergidas (%) como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	47
<b>Tabla 6.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 21 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	49
<b>Tabla 7.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 42 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	51
<b>Tabla 8.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 63 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	53
<b>Tabla 9.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 84 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	55
<b>Tabla 10.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 105 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	57
<b>Tabla 11.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 126 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	59
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para rendimiento de forraje verde, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	61
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para rendimiento de materia seca, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	63



<b>Tabla 14.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para contenido de proteína, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	65
<b>Tabla 15.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para contenido de grasa, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	67
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para contenido de ceniza, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	68
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para contenido de FDN, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80. ....	70
<b>Tabla 18.</b> Análisis económico de costo de producción de trigo de invierno Var. Salcedo 80 kg/ha. ....	72
<b>Tabla 19.</b> Análisis de varianza para número de plántulas emergidas (%). ....	78
<b>Tabla 20.</b> Análisis de varianza para altura de planta a los 21 días. ....	78
<b>Tabla 21.</b> Análisis de varianza para altura de planta a los 42 días. ....	78
<b>Tabla 22.</b> Análisis de varianza para altura de planta a los 63 días. ....	78
<b>Tabla 23.</b> Análisis de varianza para altura de planta a los 84 días. ....	78
<b>Tabla 24.</b> Análisis de varianza para altura de planta a los 105 días. ....	79
<b>Tabla 25.</b> Análisis de varianza para altura de planta a los 126 días. ....	79
<b>Tabla 26.</b> Análisis de varianza para la producción de forraje verde de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes fitohormonas. ....	79
<b>Tabla 27.</b> Análisis de varianza para la producción de materia seca de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes fitohormonas. ....	79
<b>Tabla 28.</b> Análisis de varianza para el contenido de proteína de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes fitohormonas. ....	79



<b>Tabla 29.</b> Análisis de varianza para el contenido de grasa de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes fitohormonas. ....	80
<b>Tabla 30.</b> Análisis de varianza para el contenido de ceniza de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes fitohormonas. ....	80
<b>Tabla 31.</b> Análisis de varianza para el contenido de FDN de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes fitohormonas. ....	80
<b>Tabla 32.</b> Datos para análisis de varianza del porcentaje de emergencia, transformados a $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$ .....	80
<b>Tabla 33.</b> Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 21 días...	81
<b>Tabla 34.</b> Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 42 días...	81
<b>Tabla 35.</b> Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 63 días...	81
<b>Tabla 36.</b> Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 84 días. ..	81
<b>Tabla 37.</b> Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 105 días.	82
<b>Tabla 38.</b> Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 126 días.	82
<b>Tabla 39.</b> Datos para análisis de varianza de producción de forraje verde kg/ha. ....	82
<b>Tabla 40.</b> Datos para análisis de varianza de producción de materia seca kg/ha. ....	82
<b>Tabla 41.</b> Datos para análisis de varianza de contenido de Proteína, transformados a $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$ .....	83
<b>Tabla 42.</b> Datos para análisis de varianza de contenido de Grasa, transformados a $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$ .....	83
<b>Tabla 43.</b> Datos para análisis de varianza de contenido de Ceniza, transformados a $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$ .....	84



<b>Tabla 44.</b> Datos para análisis de varianza de contenido de FDN, transformados a $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$ .....	84
<b>Tabla 45.</b> Costos de producción de forraje de trigo invierno var. Salcedo 80 (T0) sin fitohormona. ....	85
<b>Tabla 46.</b> Costos de producción de forraje de trigo invierno var. Salcedo 80 (T1) con FH1.....	87
<b>Tabla 47.</b> Costos de producción de forraje de trigo invierno var. Salcedo 80 (T2) con FH2.....	89
<b>Tabla 48.</b> Costos de producción de forraje de trigo invierno var. Salcedo 80 (T3) con FH3.....	91



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

T°	: Temperatura
°C	: grados centígrados
mm	: milímetros
Fc	: F calculada
CV	: Coeficiente de variabilidad
GL	: Grados de libertad
FV	: Fuente de variabilidad
SC	: Suma de cuadrados
Cm	: Centímetros
CM	: Cuadrado medio
*	: Es significativo
**	: Altamente significativo
Kg	: kilogramos
Sig.	: Significancia
Trat.	: Tratamientos
FH	: Fitohormona
A/E	: Área experimental
m.s.n.m	: metros sobre el nivel del mar
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.





## RESUMEN

La investigación se realizó en la Comunidad Campesina de Limata, Distrito de Ananea, Provincia San Antonio de Putina, a 4588 m.s.n.m., donde existe un limitado crecimiento vegetativo de pastos naturales, trayendo consigo el sobrepastoreo y como consecuencia la degradación del suelo. Frente a este problema se propuso desarrollar un sistema de producción de forraje instalando el trigo de invierno variedad Salcedo 80 con la adición de fitohormonas para mejorar su producción forrajera. Los objetivos fueron: a) Determinar el rendimiento de biomasa del forraje, porcentaje de emergencia y crecimiento de altura en trigo de invierno var. Salcedo 80 con la adición de fitohormonas. b) Realizar análisis bromatológico de los tratamientos con fitohormonas. c) Estimar el índice de rentabilidad y la relación de beneficio/costo en la producción forrajera de trigo de invierno variedad Salcedo 80 con la adición de fitohormonas. Los factores en estudio fueron las fitohormonas FH1, FH2, FH3 y testigo, haciendo un total de 4 tratamientos, los cuales fueron conducidos bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales. Los resultados obtenidos fueron: a) El mayor rendimiento en la producción de forraje con la aplicación de fitohormonas lo obtuvo el T3 fitohormona 3 (FH3) con 12278 kg/ha de forraje verde, en porcentaje de plántulas emergidas el mejor resultado lo obtuvo el T2 fitohormona 2 (FH2) con 73.98% de emergencia, la aplicación de fitohormonas también muestra resultados óptimos en cuanto al crecimiento en altura de planta siendo el T3 fitohormona 3 (FH3), la que obtuvo la mayor altura con 45cm, b) La aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80 muestra resultados óptimos para el análisis bromatológico donde el mejor resultado lo obtuvo el T2 fitohormona 2 (FH2) con 31.56% de proteína, 13.90% de grasa, 9.81% de ceniza y 41.03% de FDN. c) En índice de rentabilidad, la mejor rentabilidad obtenida corresponde al T3 fitohormona 3 (FH3) con 40.43% de rentabilidad siendo ampliamente superior al T0 sin fitohormona aplicada con 2.60% de rentabilidad, en relación B/C también el T3 fitohormona 3 (FH3) es la que tuvo mejor resultado con 1.40 soles.

**Palabras Clave:** Fitohormonas, producción forrajera, rendimiento, tratamiento, trigo.



## ABSTRACT

The research was carried out in the Peasant Community of Limata, District of Ananea, Province of San Antonio de Putina, at 4,588 meters above sea level, where there is limited vegetative growth of natural pastures, bringing with it overgrazing and, as a consequence, soil degradation. Faced with this problem, it was proposed to develop a forage production system by installing Salcedo 80 variety winter wheat with the addition of phytohormones to improve its forage production. The objectives were: a) To determine the forage biomass yield, emergence percentage and height growth in winter wheat var. Salcedo 80 with the addition of phytohormones. b) Carry out bromatological analysis of treatments with phytohormones. c) Estimate the profitability index and the benefit/cost ratio in forage production of winter wheat variety Salcedo 80 with the addition of phytohormones. The factors under study were the phytohormones FH1, FH2, FH3 and control, making a total of 4 treatments, which were conducted under a completely randomized design with three repetitions, making a total of 12 experimental units. The results obtained were: a) The highest yield in forage production with the application of phytohormones was obtained by T3 phytohormone 3 (FH3) with 12278 kg/ha of green forage, in percentage of emerged seedlings, the best result was obtained by T2 phytohormone 2 (FH2) with 73.98% emergence, the application of phytohormones also shows optimal results in terms of growth in plant height, being the T3 phytohormone 3 (FH3), the one that obtained the highest height with 45cm, b) The application of phytohormones in winter wheat var. Salcedo 80 shows optimal results for the bromatological analysis where the best result was obtained by T2 phytohormone 2 (FH2) with 31.56% protein, 13.90% fat, 9.81% ash and 41.03% NDF. c) In profitability index, the best profitability obtained corresponds to T3 phytohormone 3 (FH3) with 40.43% profitability, being widely superior to T0 without phytohormone applied with 2.60% profitability, in relation B/C also T3 phytohormone 3 (FH3 ) is the one that had the best result with 1.40 soles

**Keywords:** Phytohormones, forage production, yield, treatment, wheat



# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

En el altiplano de Puno los pastizales naturales son el principal recurso pastoril para la alimentación de la ganadería en la región, las cuales se encuentran en avanzado estado de degradación, causada por el manejo deficiente, sobre carga animal, pastoreo extensivo continuo, a este se añade los cambios climáticos, que ocasiona reducción de la cobertura vegetal. (Choque, 2021).

Por lo tanto se tiene una baja producción pecuaria de camélidos sudamericanos en las zonas altoandinas de la región de Puno. Frente a esta situación diagnosticada se propone generar una oferta de forrajes de buena calidad nutritiva para la alimentación de los animales en los meses de estiaje porque están en pleno crecimiento y hay carencia de pastos naturales, para así evitar la mortandad de crías, ya que es el único sustento económico de las familias rurales que viven a más de 4000 msnm.

El trigo de invierno, es una alternativa muy buena para mitigar la carencia de forraje de buena calidad para los meses de estiaje, ya que existen variedades resistentes a temperaturas bajas como es la variedad Salcedo 80, sin embargo falta investigaciones que permitan incrementar su producción forrajera y nutritiva, en beneficio del productor pecuario de las zonas andinas de la región de Puno.

Por lo mencionado el trabajo de investigación, se enfoca al estudio de la producción de forraje de trigo de invierno variedad Salcedo 80, con la aplicación de fitohormonas, para así recomendar el uso de fitohormonas o abstenerse en la aplicación de dichos productos. Para ello se planteó los siguientes objetivos.



## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de las fitohormonas en la producción de forraje de trigo de invierno (*Triticum aestivum* L.) en relación a costos de producción en la Comunidad Campesina de Limata del Distrito de Ananea.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el rendimiento de biomasa del forraje, porcentaje de emergencia y crecimiento de altura en trigo de invierno var. Salcedo 80 con la adición de fitohormonas.
- Realizar análisis bromatológico de los tratamientos con fitohormonas.
- Estimar índice de rentabilidad y la relación de beneficio/costo en la producción forrajera de trigo de invierno var. Salcedo 80 con la adición de fitohormonas.



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. CULTIVO DE TRIGO

##### Origen del cultivo de trigo

El origen del trigo se ubica al Sur Oeste del macizo del Himalaya y en el norte de África (hoy Turquía); su domesticación se data en unos 8000 años AC. En la Mesopotamia del Tigris y del Éufrates, actual zona de Irak, Irán y Siria. Fue allí donde se radicaron las primeras villorías agrarias. (Mujica & Chura, 2012).

El trigo de invierno fue introducido al Perú en 1977 por la Universidad Nacional Agraria La Molina. Posteriormente el convenio Perú – Canadá, inicia trabajos de evaluación de germoplasma de trigos de invierno en diversas localidades del Altiplano de Puno. (Coulombe, 1984).

##### 2.1.1. Ubicación Taxonómica del trigo

El trigo, taxonómicamente se ubica de la siguiente forma:

Reino	:	Vegetal
Sub. Reino	:	Phanerogamae
División	:	Angiospermae
Clase	:	Monocotyledoneae
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Sub. Familia	:	Poaideae
Tribu	:	Triticeae
Género	:	Triticum



Especie : *Triticum aestivum* L.

(Coulombe, 1984).

## **2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL TRIGO**

### **2.2.1. Raíz**

(Mujica & Chura, 2012), indican que la raíz es fasciculada y suele alcanzar más de un metro de profundidad, situándose la mayoría de ellas en los primeros 25 cm. de suelo, se desarrollan inicialmente a partir de la corona ubicada en el subnudo donde se une el mesocotilo y el coleoptilo. Normalmente existen cinco raíces seminales, una radical o primaria y cuatro laterales, que funcionan durante toda la vida de la planta tal como menciona (Parsons, 1994).

### **2.2.2. Tallo**

Los tallos son erectos, cilíndrico, hueco, con entrenudos más cortos que el trigo primaveral, de acuerdo a la variedad crece de 50 a 100 cm. de altura, tiene buena capacidad de macollamiento (Choque, 2005).

(Mujica & Chura, 2012), también señalan que el tallo es hueco o de tipo caña, excepto a nivel de los nudos. Es de forma cilíndrica y termina en una espiga, lleva 7 a 8 hojas envainadoras a lo largo de la longitud de un entrenudo y presentan de 6 a 7 nudos.

### **2.2.3. Hojas**

Según (Choque, 2005) representa a la hoja como una lámina lanceolada de color oscuro, con un ancho de 0.70 cm. una longitud de 14-25 cm. con aurículas pubescentes y lígula membranosa de color blanco, cada planta tiene de 4 a 6 hojas.

(Mujica & Chura, 2012), señala que las hojas son paralelinervadas y terminan en punta, se componen básicamente de dos partes: una vaina hendida longitudinalmente, que



envuelve una porción del tallo por encima del nudo y una lámina relativamente larga y angosta, cuya dirección sigue más o menos la horizontal.

#### **2.2.4. Inflorescencia**

Según (Mujica & Chura, 2012) la inflorescencia corresponde a espiga, que están compuestas por 15 a 25 espiguillas; estas son sésiles y se presentan dispuestas en torno a un raquis. Las espiguillas están protegidas por dos brácteas más o menos coriáceas o glumas, a ambos lados. Cada espiguilla presenta nueve flores, de las cuales aborta la mayor parte, quedando dos, tres, cuatro y a veces hasta seis flores. Algunas variedades pueden presentar espiga aristada y otras espiga mútica tal como señala (Choque, 2005).

#### **2.2.5. Flor**

Consta de tres estambres y dos estigmas plumosos que nacen directamente del ovario; en la base de la flor se encuentran dos estructuras transparentes llamadas lodículas o glumélulas. Todas las estructuras de la flor se encuentran protegidas por dos brácteas; lemma, la más externa y pálea, la más interna tal como señala: (Mujica & Chura, 2012)

Según (Choque, 2005), afirma que la flor es hermafrodita.

#### **2.2.5. Fruto**

(Choque, 2005), menciona que el fruto del trigo botánicamente se le conoce como Cariópside que es un fruto seco desnuda. Tomando esa afirmación (Mujica & Chura, 2012) señalan que el fruto llamado Cariópside es de carácter indehiscente y posee una sola semilla que tiene forma ovoide algo aplastada y provista de pelos, en la semilla las paredes del ovario (pericarpio) y la testa, están estrechamente unidas siendo inseparables. El endospermo contiene las sustancias de reserva que constituyen la masa principal del grano.



## **2.3. FENOLOGÍA DEL TRIGO**

Es importante que el productor agrario conozca el proceso de desarrollo de la planta de trigo, para realizar un manejo agrario oportuno y adecuado para así obtener una buena producción forrajera.

A continuación detallaremos cada una de las fases fenológicas:

### **2.3.1. Germinación**

Según (Mujica & Chura, 2012), la temperatura óptima para la germinación en condiciones de laboratorio es de 20 a 25 °C. Hasta los 30 a 32 °C. La germinación desencadena el incremento de la actividad fisiológica del germen, que se traduce en la movilización de reservas del grano, esta fase finaliza cuando se inicia el crecimiento de la plántula; con la aparición de la coleorriza bajo la forma de un punto blanco que perfora los tegumentos del grano y por la aparición posterior del coleóptilo.

Por otra parte (León & Rosell, 2007), señalan que las semillas tras un periodo de latencia, comienzan a liberar hormonas (giberelinas) en el interior del germen. Estas hormonas desencadenan la producción y activación de las enzimas que permiten que el germen se alimente de las sustancias de reserva del grano.

### **2.3.2. Ahijado o macollaje**

Según (Tejada, 2008), menciona Cuando salen brotes o hijuelos de la corona o base de la planta. Una planta puede formar hasta 40 macollos, pero en promedio forma has 20 macollos tal como señalan (Mujica & Chura, 2012).

### **2.3.3. Encañado**

(Mujica & Chura, 2012), señalan que tiene lugar una vez que comienza a elevarse las temperaturas, los nudos pierden la facultad de emitir hijos y comienzan a alargarse los





entrenados del tallo, el encañado consiste, por lo tanto, en el crecimiento del tallo por alargamiento de los entrenudos.

#### **2.3.4. Embuchado**

(Tejada, 2008), menciona que inicia cuando la espiga se palpa o se nota dentro de la hoja bandera. La vaina de la hoja bandera está hinchada por la espiga.

#### **2.3.5. Espigado**

Es cuando la espiga sale de la vaina de la hoja bandera según señala (Tejada, 2008). Dicho periodo de espigado es el de máxima actividad fisiológica, con una transpiración y una extracción de humedad y alimentos del suelo que llegan al máximo tal como señalan (Mujica & Chura, 2012).

#### **2.3.6. Floración**

Según (Tejada, 2008), es cuando las florecillas se abren y el polen se desprende entre las glumas. En este momento el agricultor dice: “el trigo está con liendre”.

#### **2.3.7. Grano acuoso**

(Mujica & Chura, 2012), señalan que el grano de las espigas presenta una característica de que al ser presionados por las uñas no muestran ninguna resistencia, dejando salir un líquido acuoso.

#### **2.3.8. Grano lechoso**

Las espigas presentan granos que al ser apretados presentan un líquido lechoso. Las hojas inferiores están secas y el resto de la planta continúa verde (Mujica & Chura, 2012). También se identifica esta fase cuando el futuro grano alcanza el tamaño de la semilla madura; pero, su contenido es blando tal como señala (Tejada, 2008).



### **2.3.9. Grano pastoso**

Según (Mujica & Chura, 2012), las espigas presentan granos que al ser apretados presenta cierta resistencia.

A esta fase (Tejada, 2008) señala como estado de grano masoso y describe que es cuando el futuro grano se solidifica, formando una masita.

### **2.3.10. Madurez fisiológica**

Según (Mujica & Chura, 2012), es cuando la espiga presenta granos que al ser apretados presentan consistencia dura. La planta está seca. Se debe segar el cultivo cuando el grano ofrece resistencia a la penetración de la uña, tal como lo menciona (Tejada, 2008).

## **2.4. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS DEL TRIGO DE INVIERNO**

### **2.4.1. Exigencias climáticas**

El trigo de invierno en la zona del altiplano de Puno, tienen buena tolerancia a las heladas de invierno y a la sequía, moderadamente resistente al granizo. Los trigos de invierno necesita una exposición al frío en estado juvenil para entrar de su fase vegetativa a la reproductiva, o sea de una vernalización que se da en la época de invierno; mostrando al mismo tiempo su resistencia a las helada, pasan vegetando durante el invierno en sus primeros estadios de desarrollo, tal como menciona (Choque, 2005).

Según (Mujica & Chura, 2012), han demostrado en años secos que un trigo puede desarrollarse bien con 300 a 44 mm. de lluvia siempre que la distribución de esta lluvia sea uniforme.

### **2.4.2. Exigencias edáficas**

Según (Choque, 2005) Para el cultivo del trigo, los suelos más apropiados es el franco profundos permeables, ni ácidos ni alcalinos con pH entre 6.0 a 7.5, los suelos



menos adecuados son los arenoso, pedregoso o muy ácidos. Sin embargo, se puede cultivar en suelos con un pH de hasta 8, pero no prospera en tierras ácidas tal como señala (Parsons, 1994).

## **2.5. LABORES AGRÍCOLAS DEL TRIGO DE INVIERNO**

### **2.5.1. Siembra**

La época de siembra de trigos de invierno es variable de acuerdo a la zona. En el Altiplano de Puno se realiza entre los meses de abril a julio dependiendo del propósito del cultivo y de la variedad, el trigo de invierno variedad Salcedo 80, para forraje se siembra desde 15 de abril a fines de junio (Choque, 2005).

La cantidad de semilla dependerá de acuerdo al propósito del cultivo. Para forraje se recomienda utilizar 110 kg/há en líneas con sembradora, con junta 120 kg/há y al voleo 130kg/ha, con distancias entre surcos de 25 a 30 cm. a una profundidad de 4-5 cm.

### **2.5.2. Fertilización**

Según (Choque, 2005), las deficiencias de N, P, K limitan al rendimiento de forraje y grano, en general el cultivo de trigo de invierno requiere entre 60-100 de N/há, 50-60 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> / há y 40 K<sub>2</sub>O/há, aplicando el nitrógeno fraccionado en tres partes: a la siembra, macollamiento o encañado y después del último corte.

El potasio no se incluye debido a las evidencias de alta disponibilidad en los suelos del Altiplano de Puno.

### **2.5.3. Control de plagas y enfermedad clave**

#### **Plagas clave**

(Choque, 2005), afirma que en el cultivo de trigo de invierno, los pulgones de las especies *Stryzapis graminum* y *Toxoptera graminum*, pueden ser económicamente importantes en el futuro, las plantas atacadas por pulgones se toman amarillentas, además



conforme se alimenta de la savia inyectan una toxina a hojas lo que produce necrosis y enrollamiento de las hojas.

Su control se efectúa con el uso de insecticidas sistémicos.

### **Enfermedad clave**

(Choque, 2005) Destaca la roya amarilla (*Puccinia striiformis*), es un hongo que también se le llama “roya de las alturas”, ataca a toda la planta formando pústulas de color amarillo en forma paralela. Es la más dañina y la mutación de este hongo puede provocar rápidamente su susceptibilidad de las variedades mejoradas tal como señala (Tejada, 2008).

#### **2.5.4. Método de cosecha**

##### **Para heno**

Se recomienda realizar el corte antes del espigado, porque las aristas de las espigas con como espinos que no hacen apetecibles al forraje y causa trastornos digestivos a los animales tal como sugiere (Choque, 2005).

(Miranda & Terrones, 2002), señalan que la siega se puede realizar en forma manual y mecánica, el forraje cortado se deja en el campo a medida que se va cortando formando hileras para el secado, hasta que tenga un 15 a 20 % de humedad, tiempo promedio para un buen secado es de 4 a 6 días.

##### **Manejo del corte y pastoreo**

El corte o pastoreo, se puede iniciar cuando la planta de trigo tiene sus raíces secundarias bien desarrolladas con buen anclaje con una altura de 15 a 20 cm, desde el entallamiento hasta la aparición de la última hoja visible o embuchada, para la siembra



del 15 de abril al 15 de junio, se debe cortar o pastorear el trigo de invierno, cada vez que el cultivo tenga una altura de 15 cm. o más, según (Choque, 2005).

## **2.6. CALIDAD NUTRICIONAL DEL FORRAJE DE TRIGO DE INVIERNO**

Según (Argote, 1985), realizando ensayos de digestibilidad in vitro del trigo de invierno variedad Salcedo 80 determinó que contenía 21.7 % de proteína y con fibra cruda promedio de 79.54 %. En avances de experimentos realizados en pastos y forrajes por el INIA Illpa-Puno se obtuvo que el trigo de invierno tiene un alto contenido de proteína cruda de 10 a 21 %, y por sus características requiere de bajas temperaturas en sus primeros estadios vegetativos, tal como señalan (Argote & Miranda, 2001).

(Silva L. , 2013), en su trabajo de investigación realizado con la aplicación de productos hormonales en la producción de forraje bajo sistema hidropónico en semillas de trigo, avena y cebada, obtuvo los resultados bromatológicos siguientes para trigo: el mejor resultado para porcentaje de proteína bruta es de 16.45% con la aplicación de raizer, en fibra bruta se obtuvo 18.84% con la aplicación de raizer, en grasa se obtuvo los mejores resultados de 3.52% con la aplicación de goteo plus.

## **2.7. FITOHORMONAS**

Una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta, que ejerce su función en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control. Los reguladores vegetales son compuestos sintetizados químicamente u obtenidos de otros organismos y son, en general, mucho más potentes que los análogos naturales, tal como lo definen (Alcantara & Acero, 2019).

Las fitohormonas más conocidas e importantes para la producción agrícola son:



### **2.7.1. Auxinas**

Según (Jordán & Casaretto, 2006), las auxinas se encuentran en todos los tejidos de la planta, una mayor concentración ocurre en las regiones que están en crecimiento activo, donde el ápice de los tallos y de las yemas es sin duda el tejido por excelencia donde se sintetiza IAA y se transporta polarmente hacia la raíz a través de células parenquimáticas asociadas al tejido vascular.

Las auxinas influyen tanto la división, como el crecimiento y diferenciación celular, estimulan el crecimiento de los tallos y coleóptilos, inhiben el crecimiento de la raíz primaria pero estimulan la formación de raíces secundarias. El efecto que tienen las auxinas sobre el crecimiento de tallos y raíces es importante para controlar los tropismos, las auxinas promueven el crecimiento de las plantas principalmente por un aumento de la expansión celular

### **2.7.2. Giberelinas**

(Herrera, 2012) Sostiene que las giberelinas estas formados por numerosas variantes del ácido giberélico; tiene una influencia directa en el alargamiento de los tejidos y de los tallos en particular, corrigiendo el enanismo de las plantas.

El efecto más notable de las giberelinas es inducir crecimiento en altura, promueven el desarrollo súbito de inflorescencias y la floración en muchas plantas, también inducen la germinación en semillas en condiciones de dormancia según (Jordán & Casaretto, 2006).

### **2.7.3. Citoquininas**

(Jordán & Casaretto, 2006), señalan que la síntesis de las citoquininas acontece principalmente en la raíz, las citoquininas se localizan en ambos sistemas conductores, floema y xilema y su presencia se considera como una posible señal vinculada con un



déficit de nutrientes en el suelo, los efectos fisiológicos de las citoquininas son: Promueven la división celular donde estimula la progresión del ciclo celular, provocan la iniciación de brotes, organogénesis y androgénesis, también las citoquininas causan una dominancia apical reducida o anulada, con brotación y crecimiento de yemas axilares, uno de los efectos de las citoquininas es retardar la senescencia de las hojas, provocando que las hojas permanezcan más tiempo verdes por mayor contenido de clorofila y funcionales, por último activan yemas laterales en dormancia.

También tienen efectos secundarios como influencia sobre el ahijado en cereales, la acumulación de sustancias de reserva en el grano de cereales tal como manifiesta (Herrera, 2012).

## **2.8. ALGAS MARINAS**

(Guerrero, 2006) Menciona que las algas son consideradas como organismos fotosintetizadores, los cuales están organizados en forma muy simple. Su hábitat normal es en agua o en ambientes húmedos, también son consideradas como activadores biológicos y bioestimulantes orgánicos y lo más adecuado es la utilización de más de una alga, para aumentar el contenido de nutrientes, y a la vez su disponibilidad para una rápida asimilación durante el desarrollo de las plantas.

Se ha reportado que al aplicar extractos de algas marinas al follaje, las enzimas que contienen refuerzan en las plantas sus defensas, su nutrición y su fisiología, aportando más resistencia a estrés, más nutrición y vigor, asimismo se ha citado que los extractos de algas al aplicarlos vía suelo y foliar, fijan nitrógeno del aire, lo que ayuda a proporcionar más nutrición y vigor a los cultivos.



## **2.9. EFECTO DE LAS FITOHORMONAS SOBRE LOS CULTIVOS**

### **FORRAJEROS**

(Pacco, 2018) En su investigación realizada en la Región de Puno sobre la producción de forraje verde bajo un sistema hidropónico con la adición de fitohormonas, obtuvo los siguientes resultados:

Para el peso de biomasa verde, la cebada adicionada con Biogyz (producto), tuvo mayor rendimiento con 18,67 Kg/m<sup>2</sup>, lo cual es superior a los demás tratamientos con diferentes productos.

En cuanto al análisis bromatológico, en proteína, el tratamiento conformado por cebada mas 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%. Sobre el testigo con 9.87 % 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%., esto nos va a conocer que hay un efecto positivo con la aplicación de fitohormonas en cuanto a la calidad bromatológica de los cultivos en cebada y avena.

## **2.10. COSTOS DE PRODUCCIÓN**

(AgroWin, 2011), define a los costos de producción como la valoración de los recursos destinados a la transformación de la materia prima (semillas, insumos y materiales) en los productos que la empresa o finca produce y vende.

En las empresas agrícolas de campo se llama costo de producción a la aplicación de recursos (mano de obra, insumos y otros) que conduzcan a la obtención de la producción y al proceso de transformación de la producción en productos terminados para la venta (post-cosecha). Y se clasifican en:





### **2.10.1. Costos directos**

Son la valoración económica de los recursos aplicados a los lotes o cultivos cuyas cantidades se pueden establecer con precisión por cada lote o cultivo (como Jornales, fertilizantes, fungicidas, semillas, productos veterinarios, alimentos para animales, etc.). En general se refieren a la mano de obra, insumos y materiales.

### **2.10.2. Costos indirectos**

Son la valoración económica de los recursos sacrificados en el proceso productivo y cuya incidencia de aplicación afecta más de un lote o cultivo. En este caso, para efectos de costeo, es necesario recurrir a sistemas de prorrateo para cargarle a cada lote o cultivo lo que le corresponde del costo total.

### **2.10.3. Costo total**

(Ghida & Marcos, 2009), definen al costo total como la suma del total de costos asignables a determinada actividad; es decir, la suma de los costos directos e indirectos requeridos para llevarla a cabo.

### **2.10.4. Rentabilidad**

(Bravo, 2002), sustenta que, la rentabilidad nos permite conocer en qué medida los costos establecidos permiten a la empresa conseguir un beneficio, mantener la prosperidad de su producción, o en caso contrario inducirle a organizarse de modo diferente, para asegurar su supervivencia, o a su expansión. La rentabilidad de cualquier producción con fines de lucro se mide por medio de un índice, llamado índice de rentabilidad de capital y si existen ganancias sirven para remunerar a todos los capitales puestos a su disposición sean propios o ajenos.



### **2.10.5. Relación beneficio-costo**

Según (Guerra, 1992), la relación beneficio-costo o costo-beneficio es aquella relación en que tanto el flujo de beneficios como el de los costos se actualiza a una tasa de interés que se considera próxima al costo de oportunidad del capital; se determina así la relación entre el valor actualizado de los beneficios y el valor actualizado de los costos.



## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Ubicación política del área del experimento

La ubicación política de la zona donde se realizó la investigación es la siguiente:

Comunidad Campesina	: Limata
Distrito	: Ananea
Provincia	: San Antonio de Putina
Región	: Puno

##### 3.1.2. Ubicación geográfica del área del experimento

El lugar del experimento se encuentra a una altura de 4588 m.s.n.m., longitud Oeste  $69^{\circ}34'01''$  y latitud Sur  $14^{\circ}36'11''$ .

#### 3.2. MATERIALES

##### 3.2.1. Material de campo

- Picos
- rastrillo
- Estacas
- Yeso (para trazado de parcelas)
- Cordel
- Palos de 1.50m. (para el cerco)
- Yute (para el cerco)
- Cinta métrica
- Mochila fumigadora
- Hoz



- Balanza
- Cuaderno de campo
- Metarranch mz 58 wp

### 3.2.2. Material experimental

#### **Semilla**

Se empleó semillas de trigo de invierno “*Triticum aestivum* L.”, de la variedad Salcedo - 80, lo cual fue adquirido del Instituto Nacional de Innovación Agraria Illpa – Puno.

Las fitohormonas que se utilizaron son:

#### **Fitohormona 1 (FH1)**

Es un regulador de crecimiento formulado en concentrado soluble (LS). Es 100% natural no contaminante, biodegradable y contiene: auxinas, citoquininas, giberelinas, macro y micro nutrientes y ácidos orgánicos, lo cual se adquirió en la tienda comercial agrícola HORTUS de la ciudad de Arequipa.

#### **Fitohormona 2 (FH2)**

Se adquirió en la tienda comercial agrícola HORTUS de la ciudad de Arequipa, es un regulador de crecimiento formulado como concentrado soluble (SL). Tiene alto contenido de citoquininas; además contiene auxinas, giberelinas, macro y micro nutrientes.

#### **Fitohormona 3 (FH3)**

Es un regulador de crecimiento formulado como concentrado soluble (SL). Con alto contenido de auxinas; además contiene, citoquininas, giberelinas, macro y micro



nutrientes, también fue adquirido de la tienda comercial agrícola HORTUS de la ciudad de Arequipa.

### 3.3. FACTORES DE ESTUDIO

T0 = Testigo

T1 = Fitohormona 1 FH1 = (Phyllum)

T2 = Fitohormona 2 FH2 = (Phyllum Max F)

T3 = Fitohormona 3 FH3 = (Phyllum Max R)

### 3.4. CARACTERIZACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Área del campo experimental : 273m<sup>2</sup>

Largo : 21m

Ancho : 13m

Área de la parcela : 12m<sup>2</sup>

Largo : 4m

Ancho : 3m

Calle : 1m

Las características del campo experimental fueron basadas en una investigación que realizó (Noli, 2006), para evaluar variedades de trigo de invierno, para la producción de forraje en la Sierra Central del Perú.

### 3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento fue conducido bajo el diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 12 unidades experimentales, se utilizó este modelo estadístico porque el terreno es uniforme.



### Tabla 1.

*Análisis de varianza para un diseño completamente al azar.*

Fuente de Variabilidad (F.V.)	Grados de Libertad (G.L.)
Tratamientos	$t-1 = 4-1=3$
Error	$t(r-1) = 4(3-1) = 8$
Total	$tr-1 = (4)(3)-1 = 11$

**El modelo estadístico es:**

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Con  $i=1, \dots, a = 4$  (dosis);  $j=1, \dots, b = 3$  (repeticiones)

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la variable de respuesta observada en la  $i$ -ésima dosis,  $j$ -ésima parcela.

$\mu$  = Es la media general de la variable de respuesta.

$\alpha_i$  = Es el efecto de la  $i$ -ésima dosis sobre la variable de respuesta.

$\epsilon_{ij}$  = Es el error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

### HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas fueron:

$H_0$  = Todos los tratamientos producen el mismo efecto

$H_a$  = Al menos uno de los tratamientos produce efectos distintos

### Transformación de datos

Se transformaron los datos expresados en porcentajes, como es el caso de porcentaje de emergencia en campo con aplicación de fitohormonas, el contenido de proteína, contenido de grasa, contenido de cenizas y contenido de FDN(fibra detergente neutro).



La transformación se realizó aplicando la tabla de transformación de la  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$ , para realizar el análisis de varianza correspondiente, según lo recomienda (Bueno, 2016).

### 3.6. ACTIVIDADES PREVIAS REALIZADAS

#### 3.6.1. Análisis del suelo

La muestra del suelo se realizó antes del marcado de las parcelas experimentales en forma zig-zag a una profundidad de 20 cm, tal como señalan, (Andia & Argote, 2006), se lograron obtener 12 sub-muestras y luego se mezcló las sub-muestras para sacar una muestra representativa de 1 kg aproximadamente, esta muestra se llevó al laboratorio de suelos y aguas del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) para su respectivo análisis físico-químico.

### 3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

#### 3.7.1. Preparación del terreno

**Marcado de parcelas:** la marcación de parcelas experimentales se hizo conforme al croquis experimental previamente establecido, con el diseño completamente al azar, para ello se utilizó estacas, flexómetro, cordel y yeso para el respectivo marcado.

**Roturación de parcelas:** se realizó utilizando picos, a una profundidad de 25 a 30 cm, luego se golpeó los terrones con los mismos picos para realizar un nivelado adecuado de las parcelas experimentales. Esta actividad se realizó en el mes de agosto del 2021.

**Limpieza de parcelas:** esta actividad se realizó utilizando rastrillos, lo cual consistió en sacar las piedras, malezas que se encontraban dentro de la parcela experimental.



**Cercado del área experimental:** se realizó con yute, el cercado se realizó con el objetivo de tener un ambiente uniforme de todas las parcelas experimentales, ya que nuestra investigación es bajo el diseño completamente al azar.

### 3.7.2. Siembra

Previo a la siembra las semillas del trigo de invierno variedad Salcedo 80, fueron remojados por un tiempo de 30 min. con las fitohormonas, la siembra se realizó en surcos con el método a chorro continuo con una distancia de 35cm entre surcos y una densidad de siembra de 120 k/ha y 150 gr/parcela. Esta actividad se realizó el 05 de setiembre del 2021

### 3.7.3. Labores culturales

**Fertilización:** Previo a la aplicación de los fertilizantes se hizo los cálculos correspondientes de acuerdo a la interpretación de los resultados obtenidos de las muestras enviadas al laboratorio (ver anexo figura, 25), luego después de los cálculos correspondientes realizados se determinó que la dosis de fertilización para las parcelas experimentales será la siguiente:

- 4 kilos de urea para las 12 parcelas experimentales
- 14 kilos de roca fosfórica para las 12 parcelas experimentales

La fertilización se realizó, fraccionando el nitrógeno (urea) en dos partes, una a la siembra, y la otra en el macollamiento, mientras que el fosforo (roca fosfórica) se aplicó todo en la siembra.

**Riego:** el riego se realizó por inundación en los primeros meses de crecimiento de las plantas ya que hubo ausencia de lluvias, tal como se observa en la tabla 3.



### 3.7.4. Cronograma de aplicación de fitohormonas.

Las fitohormonas se aplicaron con una mochila fumigadora, esta aplicación se realizó con intervalos de cada 20 días, el periodo comprendido de la aplicación fue de setiembre a enero del 2022. Tal como se detalla en la tabla 2. El intervalo de aplicación fue de acuerdo a lo establecido en la ficha técnica de los productos donde recomienda un intervalo de 20 días post siembra para el cultivo de alfalfa y césped.

**Tabla 2.**

*Cronograma de aplicación de fitohormonas.*

APLICACION	PRODUCTOS	DOSIS	FECHA
1ra aplicación	Phyllum, Phyllum max F, Phyllum max R,	5ml/litro	26 setiembre 2021
2da aplicación	Phyllum, Phyllum max F, Phyllum max R,	5ml/litro	17 octubre 2021
3ra aplicación	Phyllum, Phyllum max F, Phyllum max R,	5ml/litro	07 noviembre 2021
4ta aplicación	Phyllum, Phyllum max F, Phyllum max R,	5ml/litro	28 noviembre 2021
5ta aplicación	Phyllum, Phyllum max F, Phyllum max R,	5ml/litro	19 diciembre 2021
6ta aplicación	Phyllum, Phyllum max F, Phyllum max R,	5ml/litro	09 de enero 2022

**Fuente:** Elaboración propia 2021

### 3.7.5. Cosecha del forraje

La cosecha se realizó en la fase fenológica de embuchamiento en el mes de enero a una altura promedio alcanzada por las plantas de 40 cm ( ver anexo tabla 38), se cosecho a los tres surcos centrales de cada parcela experimental, luego de esto se pesó para determinar el peso de forraje verde, posteriormente se tomó una muestra de 200g, para determinar el porcentaje de materia seca y análisis bromatológico, llevándolo al laboratorio de aguas y suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA-PUNO

## 3.8. VARIABLES DE RESPUESTA Y OBSERVACIONES METEOROLOGICAS

### 3.8.1. Variable de respuesta:

- Emergencia de plántulas (%)
- Altura de planta (cm)

- Rendimiento de forraje verde (kg/ha)
- Rendimiento de materia seca (kg/ha)
- Análisis bromatológico
- Costo de producción (S/.ha)

### 3.8.2. Observaciones meteorológicas

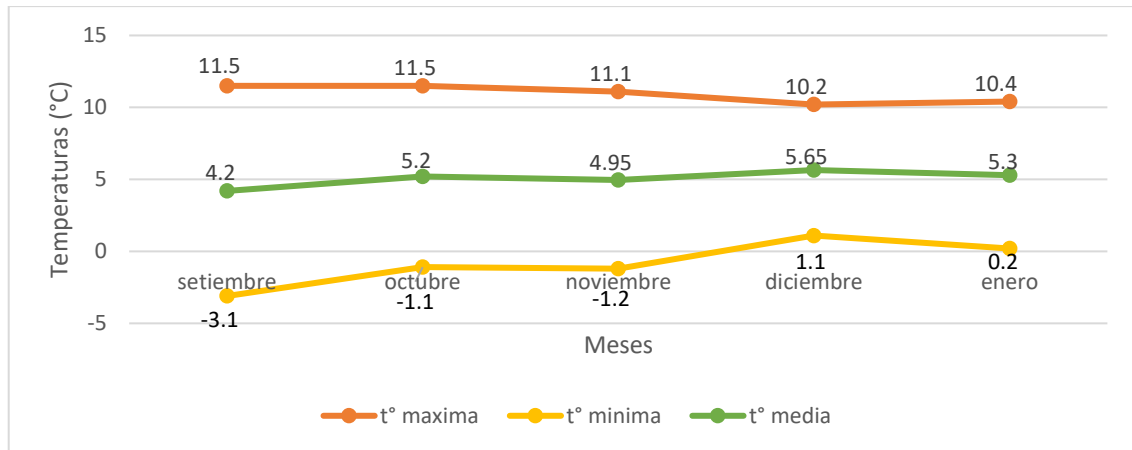
En la tabla 3, se observa el registro de temperaturas del lugar de investigación durante el tiempo que se condujo la investigación (setiembre – enero), en donde la temperatura máxima se dio en los meses de setiembre y octubre con 11.5°C y la temperatura mínima se dio en el mes de setiembre con -3.1 °C; en cuanto se refiere a temperatura media, la más baja fue en el mes de setiembre con 4.2°C y la mayor temperatura media fue en el mes de diciembre con 5.7 °C. En precipitación pluvial, la mayor precipitación se dio en el mes de enero con 133.6 mm, y la menor precipitación en el mes de setiembre con 20.4 mm.

#### Tabla 3.

*Registro de temperaturas y precipitación pluvial (2021-2022).*

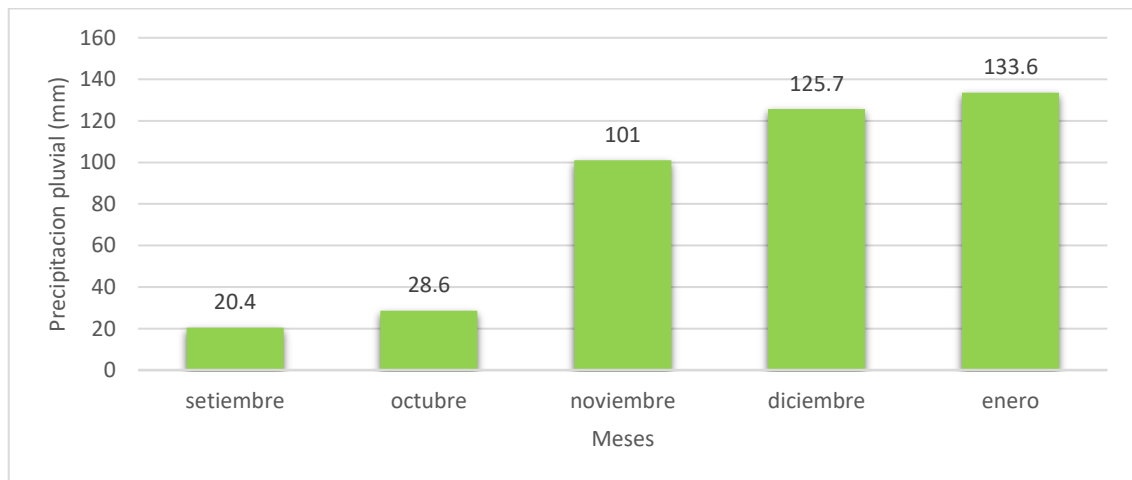
Meses	T° máxima (°C)	T° mínima (°C)	T° media (°C)	Precipitación pluvial (mm)
Setiembre	11.5	-3.1	4.2	20.4
Octubre	11.5	-1.1	5.2	28.6
Noviembre	11.1	-1.2	4.95	101
Diciembre	10.2	1.1	5.65	125.7
Enero	10.4	0.2	5.3	133.6

Fuente: SENAMHI (2022) estación Ananea



**Figura 1.** Comportamiento de temperaturas (setiembre 2021- enero 2022) según SENAMHI.

Detallando los datos de precipitación pluvial se trabajó con la suma total de la precipitación obtenida durante el mes en mención, donde se puede observar que la mayor precipitación desde el mes de noviembre con 101mm, llegando a 133.6 mm el mes de enero.



**Figura 2.** Precipitación pluvial (mm) de setiembre 2021 - enero 2022, según SENAMHI

### 3.9. EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA

#### 3.9.1. Emergencia de plántulas en campo

La evaluación del porcentaje de emergencia de plántulas en el campo se realizó sembrando 100 semillas de trigo de invierno variedad Salcedo 80, en el primer surco de cada parcela experimental, las semillas sembradas fueron tratados con los respectivos

productos (fitohormonas) de acuerdo al croquis experimental, la evaluación realizo a los 20 días después de la siembra, registrando los datos como número de plántulas por surco y parcela experimental, para calcular el porcentaje de emergencia se aplicó la siguiente formula:

$$\% \text{ de emergencia} = \frac{\# \text{ total de plántulas emergidas por surco}}{\# \text{ total de semillas sembradas en el surco}} \times 100$$

### 3.9.2. Altura de planta

La altura de planta, se evaluó desde la base del tallo, hasta el ápice de la hoja, para ello se eligió 10 plantas al azar por cada tratamiento experimental, esta actividad se realizó utilizando un flexómetro. Los resultados obtenidos de las 6 evaluaciones se observan en (ver anexo tabla 33-38). Se realizaron 06 evaluaciones con intervalos de 20 días durante toda la ejecución del experimento, el cronograma de evaluaciones y fases fenológicas se detalla en la tabla 4.

**Tabla 4.**

*Cronograma de evaluación de altura de plantas.*

NÚMERO DE EVALUACIONES	FECHA	FASE FENOLÓGICA
1ra evaluación	17 de Octubre del 2021	Macollaje
2da evaluación	07 de Noviembre del 2021	Macollaje
3ra evaluación	28 de Noviembre del 2021	Macollaje
4ta evaluación	19 de Diciembre del 2021	Macollaje
5ta evaluación	09 de Enero del 2022	Encañado
6ta evaluación	30 de Enero del 2022	Embuchado

**Fuente:** elaboración propia 2021

### 3.9.3. Rendimiento de forraje verde

El rendimiento de forraje verde, se estimó en base a la cosecha realizada de los tres surcos medios teniendo el área de (4.2 m<sup>2</sup>) de cada parcela experimental, luego el



forraje cosechado fue pesado en una balanza, la cosecha se realizó el 30 de enero del 2022. Los resultados de la evaluación se observan en (ver anexo tabla 39)

#### **3.9.4. Rendimiento de la materia seca**

Para esta evaluación se tomó una muestra de 200g. Por cada parcela experimental, y fueron remitidas al laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA-PUNO. Los resultados de la evaluación se observan en (ver anexo tabla 40)

#### **3.9.5. Análisis bromatológico**

Para el análisis bromatológico de trigo de invierno variedad Salcedo 80 se tomó una muestra representativa de 200g. Las cuales fueron debidamente rotulados y remitidos al laboratorio de Aguas y Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA-PUNO, para su respectivo análisis de (% de proteína, % grasa, % cenizas, % de FDN), los resultados obtenidos en el laboratorio fueron transformados a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$  para su respectivo análisis de varianza, tal como se observan en (ver anexo tablas 41-44)

#### **3.9.6. Costos de producción**

Los costos de producción, fueron determinados por cada tratamiento, para lo cual se usaron las siguientes formulas económicas:

- Costo total (CT) = costo fijo (CF) + costo variable (CV)
- Producción total = cantidad de materia producida
- Costo unitario (CU) =  $\frac{\text{costo total}}{\text{produccion total}}$
- Precio unitario de venta (PUV) = CU + margen de ganancias
- Rentabilidad =  $\frac{IN}{CT} \times 100$
- Relación B/C =  $\frac{\text{Ingreso total}}{\text{Costo total}}$



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. EMERGENCIA Y CRECIMIENTO EN ALTURA DE PLANTA DE TRIGO DE INVIERNO VARIEDAD SALCEDO 80

##### 4.1.1. Emergencia de plántulas (%)

Los datos referentes al porcentaje de emergencia de plántulas fueron transformados a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$  (ver anexo tabla 32).

Luego fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , se encontró diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, lo que nos muestra que los productos aplicados en semilla están teniendo un efecto sobre la emergencia de plántulas de trigo de invierno. Con un coeficiente de variabilidad de 4.16 %. (ver anexo tabla 19).

En la tabla 5, se muestra que los mejores resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de emergencia según la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), los están presentando los tratamientos que conforman el grupo (a), T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) y T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3), es decir que no existe diferencias estadísticamente hablando entre usar el tratamiento T2 y T3; Los cuales fueron superiores al tratamiento que conforman el grupo (b), T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1) y T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada).

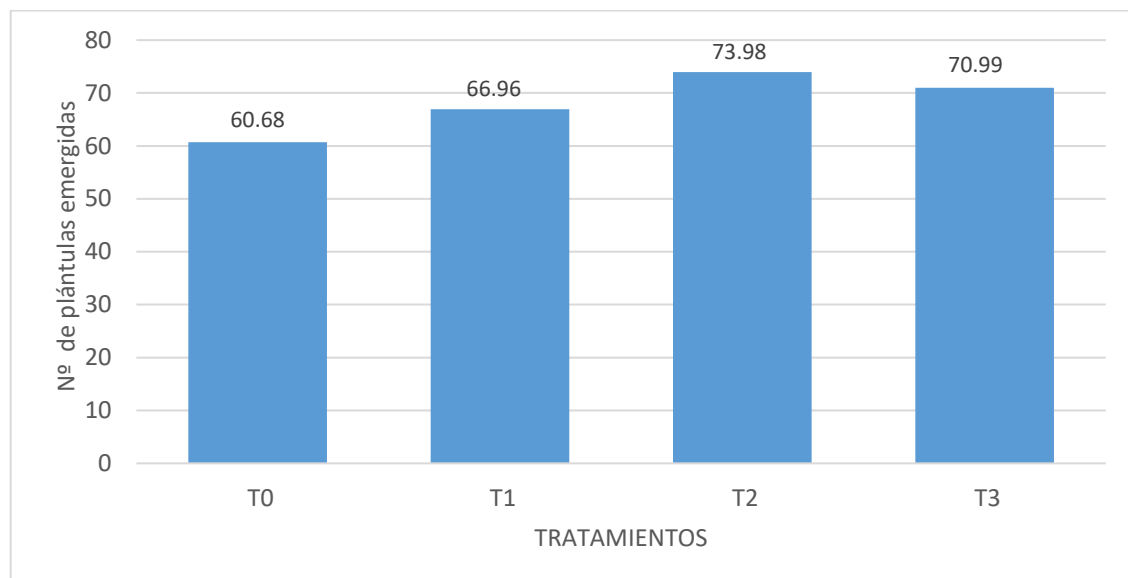
El mismo modo en la figura 3 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad de los tratamientos T2 y T3.

**Tabla 5.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) número de plántulas emergidas (%) como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cod.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	73.98	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	70.99	a
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	66.96	a b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	60.68	b

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 3.** Representación gráfica de porcentaje de plántulas emergidas, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

En la figura 3 se observa que el mayor número de porcentaje de emergencia lo obtuvo el T2 con 92 % pero este dato fue transformado a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$  para su análisis de varianza correspondiente, el resultado obtenido es inferior a lo que obtuvo (Silva L. , 2013) donde obtuvo 97.67% de emergencia en cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en forraje hidropónico con aplicación de productos hormonales

El aumento de número de plantas emergidas en los tratamientos, probablemente se deba a la activación de los procesos metabólicos en las semillas, producto de la



secreción bacteriana de sustancias estimuladoras como giberelinas, que son las encargadas de activar la síntesis de enzimas hidrolíticas en el endospermo tal como señalan (Torres, Pérez, & Norma, 2003).

#### **4.1.2. Altura de planta (cm)**

##### **A los 21 días de evaluación**

Los datos referentes a altura de planta a los 21 días de evaluación después de la emergencia fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos esto nos muestra que la aplicación de fitohormonas va teniendo efecto desde su primera aplicación. Con un coeficiente de variabilidad de 7.86 %. (ver anexo tabla 20)

En la tabla 6 se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para la altura de planta en cm a los 21 días después de la emergencia, en donde el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) es el que tuvo mayor altura de planta con 7.1 cm, seguido por el T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3) con 6.7 cm y el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1) con 6.0 cm, pero no existe diferencias estadísticamente hablando entre los tratamientos T2, T3 y T1; Los cuales son superiores al T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada).

El mismo modo en la figura 4 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad de los tratamientos T2, T3 y T1.

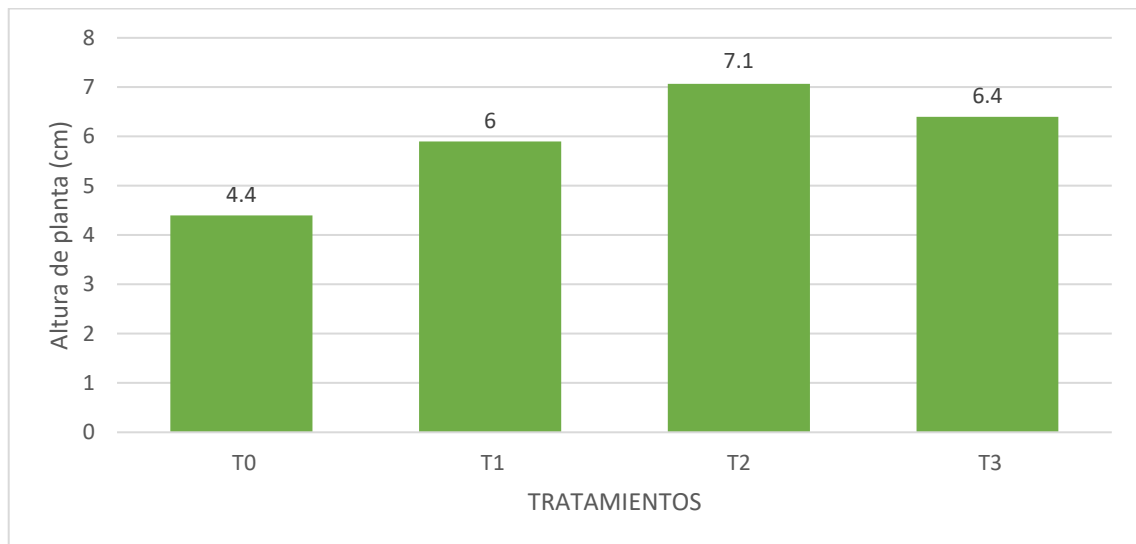


**Tabla 6.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 21 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cod.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	7.1	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	6.4	a
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	6	a
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	4.4	b

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 4.** Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 21 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

Los resultados de la figura 4 tienen similitudes con los resultados obtenidos por (Silva D. , 2017) donde obtuvo mayor altura de planta en menor tiempo en cebada con el tratamiento de CITOKIN (que es un producto a base de citoquininas), demostrando el efecto positivo que generan las citoquininas en el crecimiento en altura de las plantas.

También se debe resaltar que las citoquininas trabajan muy bien en momentos de estrés que provocan las heladas sobre las plantas, porque se tuvo temperaturas mínimas en el primer mes de establecimiento del cultivo como se puede observar en la tabla 3.



### **A los 42 días de evaluación**

Los datos referentes a altura de planta a los 42 días de evaluación después de la emergencia fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos esto nos muestra que la aplicación de fitohormonas va teniendo un efecto positivo en cuanto se trata al crecimiento en altura de las plantas. Con un coeficiente de variabilidad de 7.99 %. (ver anexo tabla 21)

En la tabla 7 se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para la altura de planta a los 42 días después de la emergencia, donde el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) es el que obtuvo mayor altura de planta con 11.8 cm, seguido por el T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3) con 11.6 cm y el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1) con 9.9 cm, pero no existe diferencias estadísticamente hablando entre los tratamientos T2, T3 y T1; Los cuales son superiores al T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada).

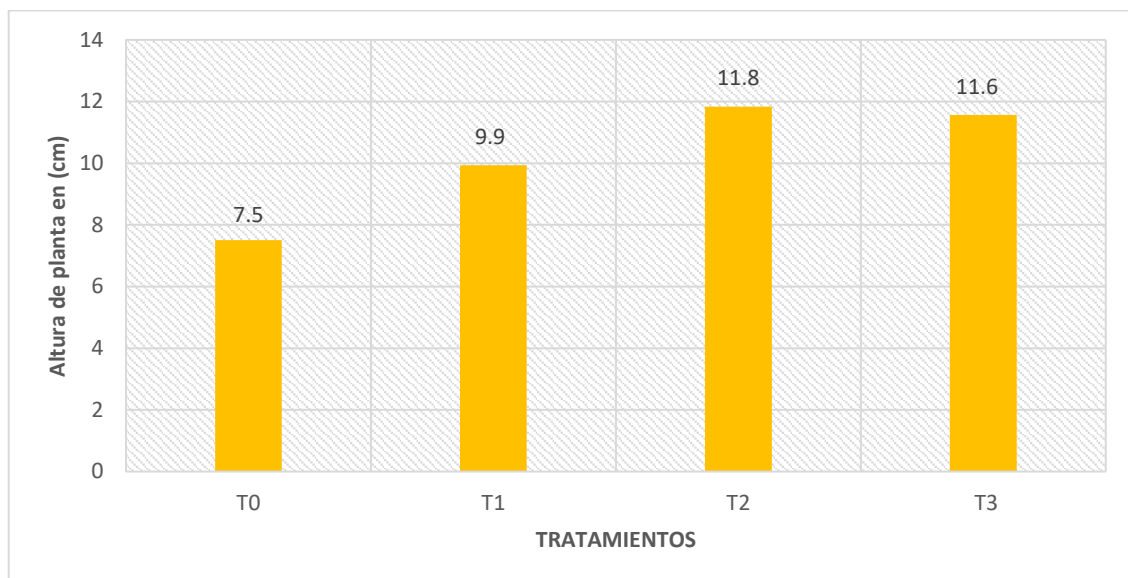
El mismo modo en la figura 5 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad de los tratamientos T2, T3 y T1.

**Tabla 7.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 42 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cód.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	11.8	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	11.6	a
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	9.9	a
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	7.5	b

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 5.** Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 42 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

En la figura 5, se observa una diferencia de altura de planta entre tratamientos, donde va teniendo un buen resultado la aplicación de FH2 que tiene un alto contenido de citoquininas, la función principal de las citoquininas es la movilización de nutrientes en la planta, hecho que pudo haber provocado que esta hormona ayude a la planta a asimilar de mejor manera los nutrientes disponibles en el suelo y de esto se aproveche la planta para desarrollar su tamaño como señala. (Bidwell, 1993) Los primeros días de



establecimiento de la plantas hubo temperaturas muy bajas como se puede observar en la tabla 3 lo que ocasionaron el estrés en el cultivo ,donde se notó el efecto de las citoquininas mitigando el estrés ocasionado por las heladas tal como señala en su ficha técnica.

### **A los 63 días de evaluación**

Los datos referentes a altura de planta a los 63 días de evaluación después de la emergencia fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos esto nos muestra que la aplicación de fitohormonas va teniendo un efecto positivo en cuanto se trata al crecimiento en altura de las plantas. Con un coeficiente de variabilidad de 7.31 %. (ver anexo tabla 22)

En la tabla 8 se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para la altura de planta a los 63 días después de la emergencia donde el T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3) es el que tuvo mayor altura de planta con 18.7 cm, seguido por el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) con 18.5 cm y el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1) con 15.8 cm, pero no existe diferencias estadísticamente hablando entre los tratamientos T3, T2 y T1; Los cuales son superiores al T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada).

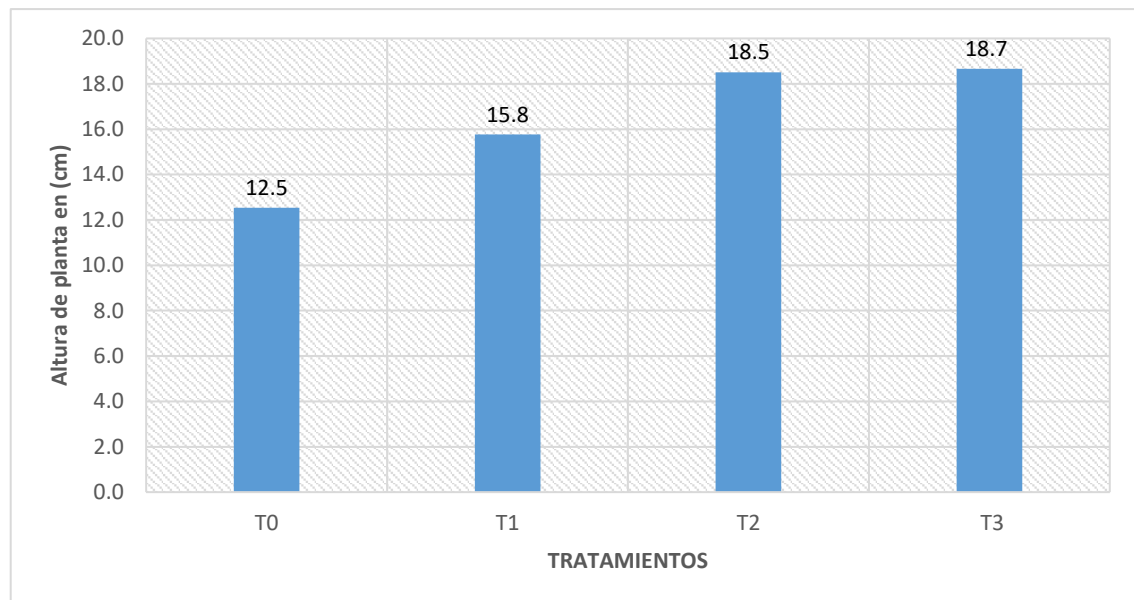
El mismo modo en la figura 6 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad de los tratamientos T3, T2 y T1.

**Tabla 8.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 63 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cód.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	18.7	a
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	18.5	a
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	15.8	a
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	12.5	b

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 6.** Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 63 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

En los resultados obtenidos en la figura 6, se puede observar que tuvo un crecimiento ligeramente mayor de plantas del T3 donde se utilizó FH3, que tiene un alto contenido de auxinas, las auxinas promueven el crecimiento de las plantas principalmente por un aumento de la expansión celular como señala (Jordán & Casaretto, 2006), este sería la razón por la que esta vez ya va teniendo un efecto las auxinas.



El crecimiento del trigo de invierno esta vez ya más acelerada se debe a que en esos meses hubo presencia de lluvias tal como se puede observar en la tabla 3, el agua es importante en las fases de crecimiento del trigo de invierno (Choque, 2005).

### **A los 84 días de evaluación**

Los datos referentes a altura de planta a los 84 días de evaluación después de la emergencia fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos esto nos muestra que la aplicación de fitohormonas va teniendo un efecto positivo en cuanto se trata al crecimiento en altura de las plantas. Con un coeficiente de variabilidad de 6.28 %. (ver anexo tabla 23)

En la tabla 9 se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para la altura de planta a los 84 días después de la emergencia del cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes fitohormonas, donde el T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3) es el que obtuvo mayor altura de planta con 26 cm, seguido por el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) con 25.7 cm, pero no existe diferencias estadísticamente hablando entre los tratamientos T3, T2; Los cuales son superiores al T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1) con 22.4 cm y al T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada) con 19.5 cm.

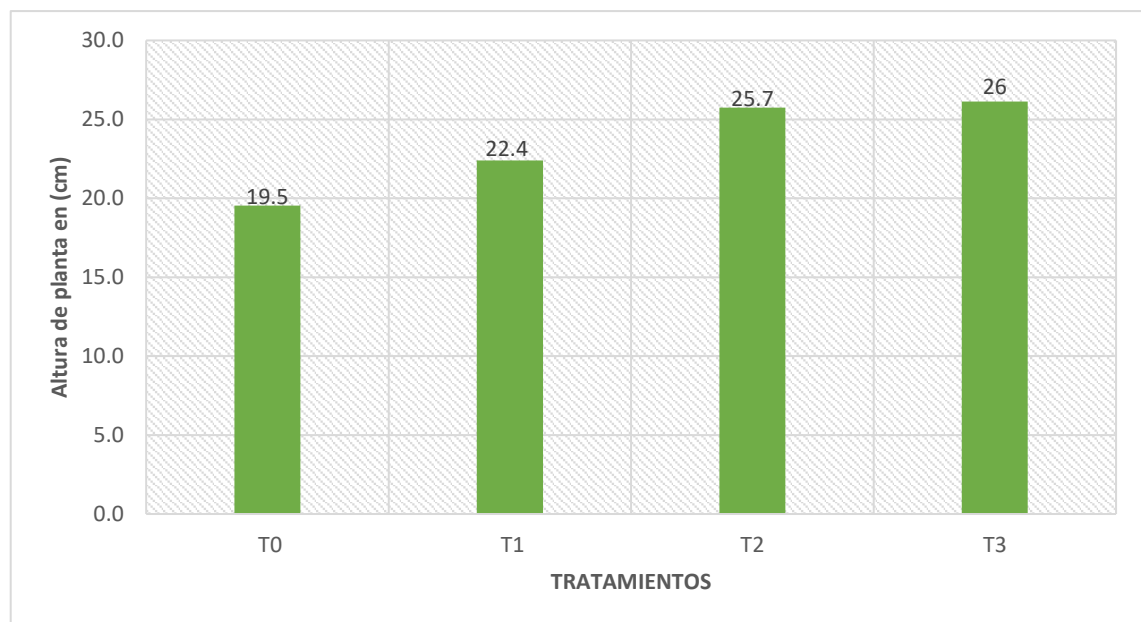
El mismo modo en la figura 7 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad de los tratamientos T3 y T2.

**Tabla 9.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 84 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cód.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	26	a
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	25.7	a
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	22.4	a b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	19.5	b

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 7.** Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 84 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

Los resultados obtenidos en la figura 7 son parecidos a las que obtuvo (Pacco, 2018) quien reportó en su investigación, que obtuvo mayor altura de planta en cebada con la aplicación de biogyz que es un bioestimulante en base a (auxinas, giberelinas y citoquininas).

De los resultados obtenidos podemos deducir que la aplicación de las fitohormonas va teniendo un buen efecto en cuanto se refiere al crecimiento en altura de



las plantas de trigo de invierno var. Salcedo 80, ya que requiere de bastante humedad y precipitación pluvial para su desarrollo fenológico adecuado.

### **A los 105 días de evaluación**

Los datos referentes a altura de planta a los 105 días de evaluación después de la emergencia fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos esto nos muestra que la aplicación de fitohormonas va teniendo un efecto positivo en cuanto se trata al crecimiento en altura de las plantas. Con un coeficiente de variabilidad de 3.35 %. (Ver anexo tabla 24)

En la tabla 10 se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para la altura de planta a los 105 días después de la emergencia del cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes fitohormonas, donde el T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3) es el que tuvo mayor altura de planta con 36.3 cm, seguido por el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) con 34.8 y el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1) con 32.5 cm, en los que no existe diferencias estadísticamente hablando entre los tratamientos T2, T1; Los cuales son superiores al T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada) con 28.5 cm.

El mismo modo en la figura 8 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad del tratamiento T3.

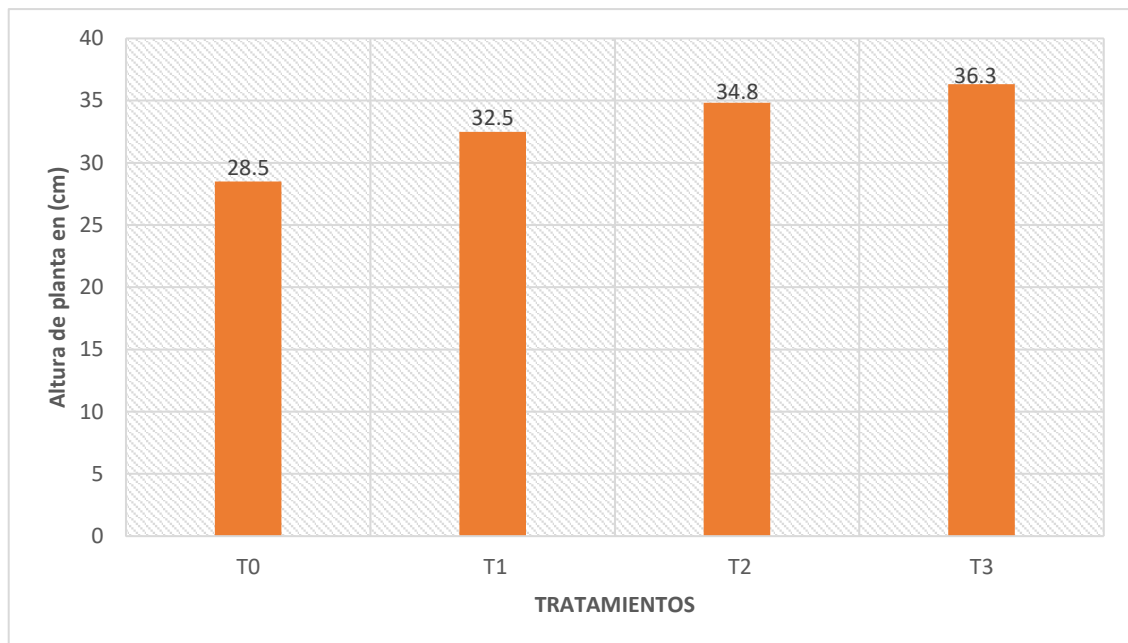


**Tabla 10.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 105 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cód.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	36.3	a
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	34.8	a b
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	32.5	b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	28.5	c

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 8.** Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 105 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

Observando la figura 8 se puede deducir que sigue la predominancia en crecimiento de altura del T3, con la aplicación de FH3 compuesto principalmente por auxinas, este crecimiento se debe a que las auxinas promueven la elongación de los tallos en las plantas como lo mencionan (Garay, Paz, & Garcia, 2014).



### **A los 126 días de evaluación**

Los datos referentes a altura de planta a los 126 días de evaluación después de la emergencia fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencias altamente significativas entre tratamientos esto nos muestra que la aplicación de fitohormonas va teniendo un efecto positivo en cuanto se trata al crecimiento en altura de las plantas. Con un coeficiente de variabilidad de 3.84 %. (ver anexo tabla 25).

En la tabla 11 se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para la altura de planta a los 126 días después de la emergencia del cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes fitohormonas, donde el T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3) es el que tuvo mayor altura de planta con 45 cm, seguido por el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) con 42.2 cm y el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1) con 39.4 cm, en los que no existe diferencias estadísticamente hablando entre los tratamientos T2, T1; Los cuales son superiores al T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada) con 35.2 cm.

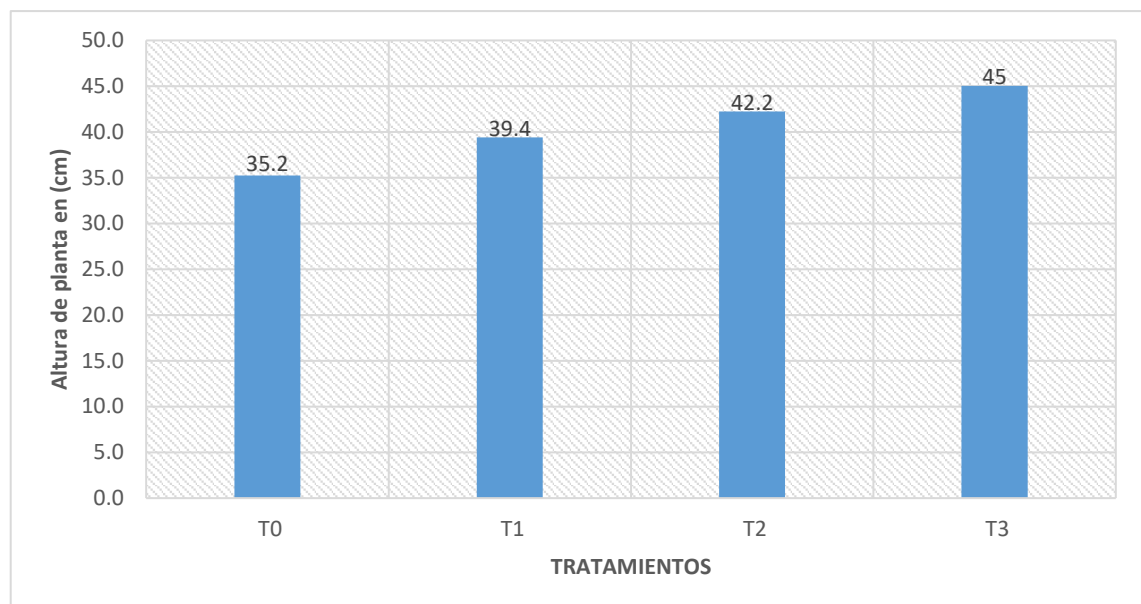
El mismo modo en la figura 9 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad del tratamiento T3.

**Tabla 11.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para altura de planta a los 126 días, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cód.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	45	a
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	42.2	a b
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	39.4	b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	35.2	c

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 9.** Representación gráfica de altura de planta en (cm) a los 126 días después de la emergencia, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

Es la última evaluación de altura que se hizo a las plantas (trigo de invierno var. Salcedo 80) donde en los resultados obtenidos va teniendo más altura el T3 con la aplicación de FH3, estos resultados tienen semejanza al reportado por (Silva D. , 2017), porque obtuvo mejores resultados con aplicaciones de diferentes fitohormonas como CYTOKIN, RAIZAL con respecto al testigo en el cultivo de cebada a los 18 días con una altura de 21.3 cm.



Este crecimiento también se debe a la precipitación alta que hubo durante el mes de enero como se puede observar en la tabla 3, y el trigo requiere mayor cantidad de agua durante sus fases fenológicas como señala (Choque, 2005).

## **4.2. RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE TRIGO DE INVIERNO VARIEDAD SALCEDO 80**

### **4.2.1. Rendimiento de forraje verde**

Los datos de rendimiento de forraje verde fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencia estadística significativa entre tratamientos esto nos muestra existe una variabilidad de peso de biomasa forrajera entre tratamientos, como efecto a la aplicación de diferentes fitohormonas. Con un coeficiente de variabilidad de 13.68 %, esto nos indica que los datos evaluados son confiables (Vasquez, 1990). (ver anexo tabla 26)

En la tabla 12 se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el rendimiento de forraje verde en kg/ha del cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes fitohormonas, donde el T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3) es superior a los demás tratamientos ya que obtuvo mayor rendimiento con 12278 kg/ha, seguido por el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) con 11667 kg/ha y el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1) con 9852 kg/ha, donde no existe diferencias estadísticamente hablando entre los tratamientos T2, T1; Los cuales son superiores al T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada) con 8339 kg/ha.

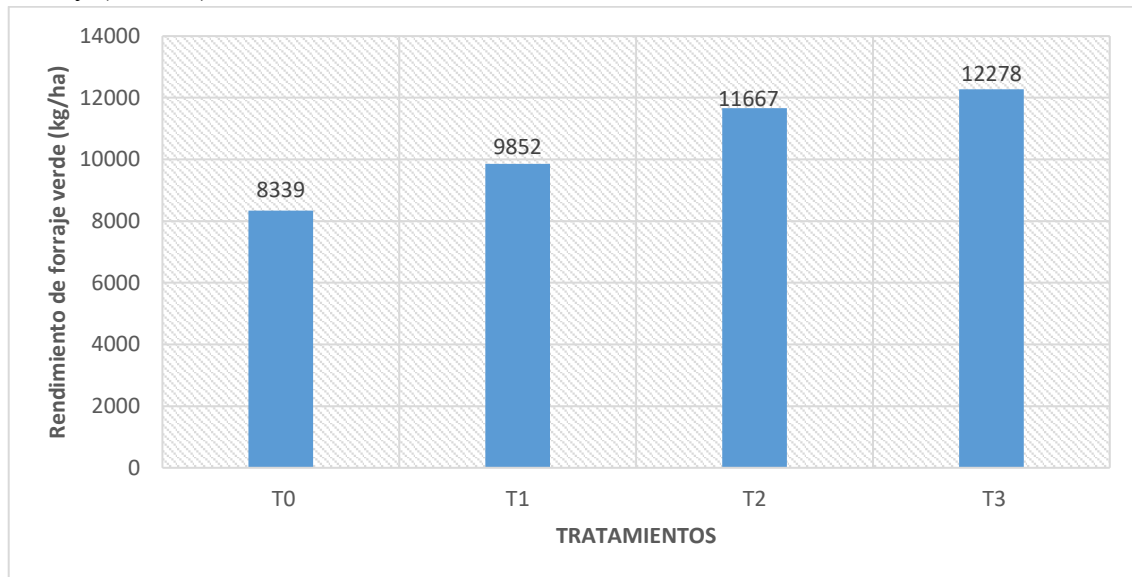
El mismo modo en la figura 10 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad del tratamiento T3.

**Tabla 12.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para rendimiento de forraje verde (kg/ha), como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cód.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	12278	a
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	11667	a b
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	9852	a b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	8339	b

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 10.** Representación gráfica de rendimiento de forraje verde (kg/ha), como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

Los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento de materia verde son similares a las que obtuvo (Silva D. , 2017) con la aplicación de CYTOKIN tuvo una producción de 1,08 kg/m<sup>2</sup> de materia verde, el mayor rendimiento que se obtuvo con el T3 se debe a que las auxinas se encuentran en todos los tejidos de la planta, una mayor concentración ocurre en las regiones que están en crecimiento activo, donde el ápice de los tallos y de las yemas es sin duda el tejido por excelencia donde se sintetiza IAA tal como menciona (Jordán & Casaretto, 2006).



#### 4.2.2. Rendimiento de materia seca

Los datos de rendimiento de materia seca fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencia estadística significativa entre tratamientos esto nos muestra que existe una variabilidad de peso de materia seca entre tratamientos, como efecto a la aplicación de diferentes fitohormonas. Con un coeficiente de variabilidad de 13.67 %, esto nos indica que los datos evaluados son confiables (Vasquez, 1990).(ver anexo tabla 27).

En la tabla 13 se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el rendimiento de materia seca en kg/ha del cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes fitohormonas, donde el T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3) es superior a los demás tratamientos ya que obtuvo mayor rendimiento con 3704 kg/ha, seguido por el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) con 3539 kg/ha y el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1) con 2946 kg/ha, donde no existe diferencias estadísticamente hablando entre los tratamientos T2, T1; Los cuales son superiores al T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada) con 2536 kg/ha.

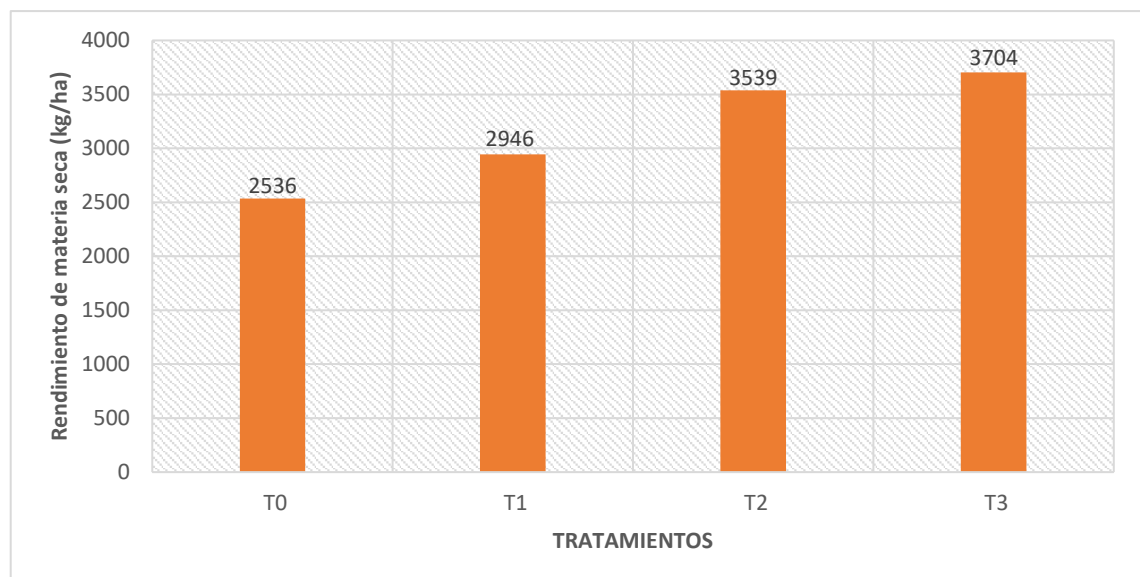
El mismo modo en la figura 11 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad del tratamiento T3.

**Tabla 13.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para rendimiento de materia seca (kg/ha), como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cód.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	3704	a
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	3539	a b
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	2946	a b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	2536	b

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 11.** Representación gráfica de rendimiento de materia seca (kg/ha), como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

En materia seca se obtuvo un menor rendimiento a la que tuvo (Sucapuca, 2018), donde su mayor rendimiento de materia seca fue de 9245 kg/ha, mayor al rendimiento que yo obtuve, pero este resultado se debe a que yo hice mi investigación a una altura considerable de la región de Puno.



### 4.3. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL CULTIVO DEL FORRAJE DE TRIGO DE INVIERNO VARIEDAD SALCEDO 80

#### 4.3.1. Contenido de proteína

Los datos de contenido de proteína fueron transformados en  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$ , luego fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos como efecto a la aplicación de diferentes fitohormonas. Con un coeficiente de variabilidad de 0.10 %. (ver anexo tabla 28).

En la tabla 14, se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el contenido de proteína del cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes fitohormonas, donde el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) es el que tuvo mayor contenido de proteína, por lo tanto, es superior a los demás tratamientos, seguido por el T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3) y el T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1), mientras que en el último lugar se ubica el T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada).

El mismo modo en la figura 12 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad del T2.

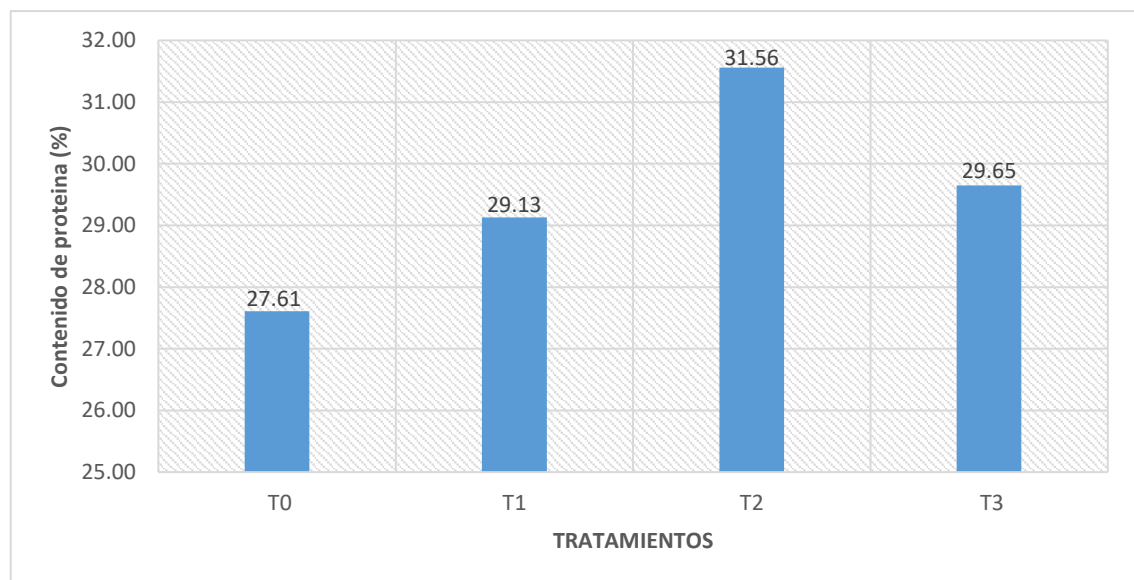


**Tabla 14.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para contenido de proteína, como respuesta a la aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cód.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	31.56	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	29.65	b
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	29.13	c
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	27.61	d

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 12.** Representación gráfica de contenido de proteína, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

El T2 es el que obtuvo mayor contenido de proteína con 27.4 %, pero este dato fue transformado a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$  para su análisis de varianza correspondiente dando como resultado de la transformación 31.46 %, el resultado alto en proteína obtenido se debe por que la cosecha se realizó en las primeras etapas de desarrollo fenológico de la planta , al respecto (Castro, 1976) reporta que en cebada, avena, trigo y triticale, no hubo diferencias en contenido de proteína entre especies, encontrándose un promedio de 35 % en las primeras etapas de desarrollo y 7 % a la mitad del espigamiento.



El resultado obtenido en laboratorio es superior a lo que reportan (Argote, 1985), realizando ensayos in vitro del trigo de invierno variedad Salcedo 80 determinó que contenía 21.7 % de proteína. En avances de experimentos realizados en pastos y forrajes por el INIA Illpa-Puno se obtuvo que el trigo de invierno tiene un alto contenido de proteína cruda de 10 a 21 %, tal como señalan (Argote & Miranda, 2001).

#### 4.3.2. Contenido de grasa

Los datos de contenido de grasa fueron transformados en  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$ , luego fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos como efecto a la aplicación de diferentes fitohormonas. Con un coeficiente de variabilidad de 0.53 %. (ver anexo tabla 29).

En la tabla 15, se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el contenido de grasa del cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes fitohormonas, donde el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) fue el que tuvo mayor contenido de grasa y por ende es superior a los demás tratamientos, seguido por el T1 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH1), T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3), y al T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada).

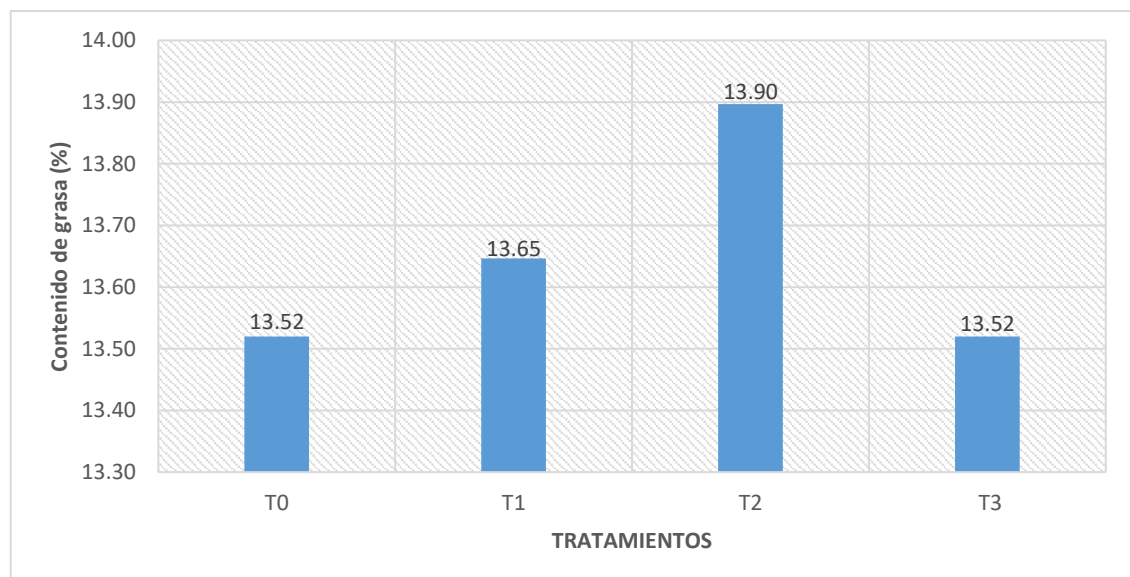
Asimismo, en la figura 13 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad del T2.

**Tabla 15.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para contenido de grasa, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cód.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	13.90	a
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	13.65	b
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	13.52	b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	13.52	b

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 13.** Representación gráfica de contenido de grasa, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

El T2 es el que tuvo mayor contenido de grasa con 5.75 %, pero esta dato fue transformado a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$  para su análisis de varianza correspondiente, el resultado obtenido en laboratorio es superior a lo que reporta (Silva L. , 2013) realizando ensayos en trigo (*Triticum aestivum* L.) que obtuvo 3.52% de grasa en cultivos hidropónicos.

### 4.3.3. Contenido de ceniza

Los datos de contenido de ceniza fueron transformados en  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$ , luego fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos como efecto a la aplicación de diferentes fitohormonas. Con un coeficiente de variabilidad de 1.29 %. (ver anexo tabla 30).

En la tabla 16, se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el contenido de ceniza del cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes fitohormonas, donde el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) fue el que tuvo mayor contenido de ceniza y por ende es claramente superior a los demás tratamientos, seguido por el T3 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH3) y al T1 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1), mientras que en el último lugar se ubica el T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada).

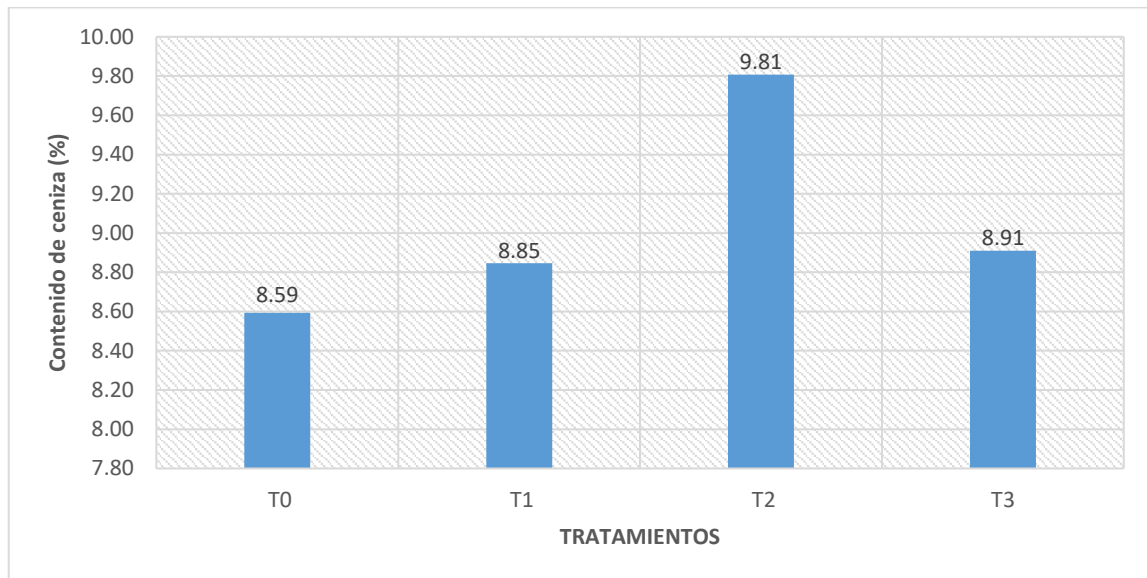
Asimismo, en la figura 14 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad del T2.

**Tabla 16.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para contenido de ceniza, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

Cód.	Descripción	Media	Sig. Tukey
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	9.81	a
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	8.91	b
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	8.85	b c
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	8.59	c

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 14.** Representación gráfica de contenido de ceniza, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

El T2 es el que tuvo mayor contenido de ceniza con 2.9 %, pero este dato fue transformado a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$  para su análisis de varianza correspondiente, el resultado obtenido en laboratorio es inferior a lo que reporta (Sucapuca, 2018), donde obtuvo 3.9% de ceniza en trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de microorganismos eficaces (EM).

También son inferiores a los que obtuvo (Silva L. , 2013) donde obtuvo 5.65% de ceniza en cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en forraje hidropónico con aplicación de productos hormonales.

#### 4.3.4. Contenido de FDN

Los datos de contenido de FDN fueron transformados en  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$ , luego fueron analizados mediante el análisis de varianza (ANVA), para la fuente de variabilidad  $P \leq 0.05$ , existe diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos como efecto a la aplicación de diferentes fitohormonas. Con un coeficiente de variabilidad de 0.10 %. ( ver anexo tabla 31).

En la tabla 17, se muestra la comparación de promedios de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para el contenido de FDN del cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes fitohormonas, donde el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) fue el que tuvo mayor contenido de FDN y por ende es claramente superior a los demás tratamientos, seguido por el T1 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH1), el T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3), y el T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada), donde el T1 es similar al T3 y al T0

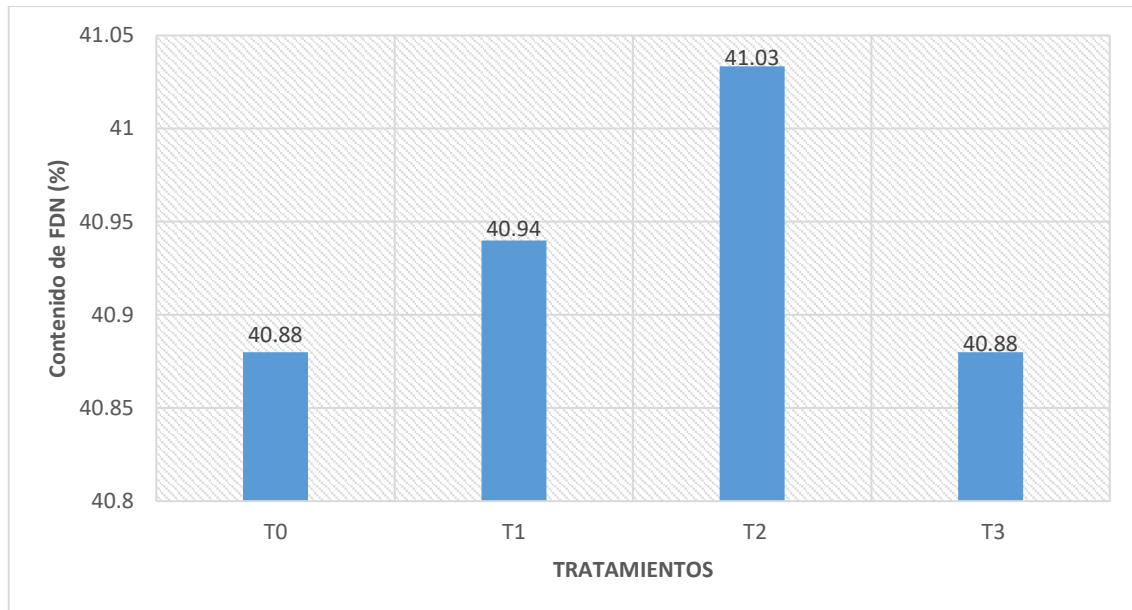
Asimismo, en la figura 15 se muestra estos resultados de forma gráfica con evidente superioridad del T2.

**Tabla 17.**

*Prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), para contenido de FDN, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.*

<b>Cód.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Media</b>	<b>Sig. Tukey</b>
T2	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH2	41.03	a
T1	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH1	40.94	a b
T3	Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3	40.88	b
T0	Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada	40.88	b

\*Medias con letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 15.** Representación gráfica de contenido de FDN, como respuesta a la aplicación de diferentes fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80.

En cuanto se refiere a FDN (fibra detergente neutro) el T2 es el que tuvo mayor contenido de con 43.09 %, pero esta dato fue transformado a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$  para su análisis de varianza correspondiente, el resultado obtenido en laboratorio es superior a lo que reporta (Sucapuca, 2018), donde obtuvo 40.9 % de FDN en trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de microorganismos eficaces (EM).

También son inferiores a los que obtuvo (Silva L. , 2013) donde obtuvo 18.84% de fibra bruta en cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en forraje hidropónico con aplicación de productos hormonales.

#### **4.4. ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TRIGO DE INVIERNO VARIEDAD SALCEDO 80**

En la tabla 18, se observa el análisis económico de costos de producción de trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de diferentes fitohormonas: donde en costo total del cultivo el T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3) tuvo mayor costo con s/. 4371.6, seguido por el T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) con s/. 4355.4, mientras que el T1(trigo de invierno var. Salcedo 80



con la aplicación de FH1) y el T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada) tuvieron menores costos.

En índice de rentabilidad (IR) el T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3) tuvo 40.43 %, seguido del T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) que tuvo 33.94 % y el mínimo índice de rentabilidad lo tuvo el T0 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 sin hormona aplicada)

En cuanto a relación beneficio/costo el T3 (Trigo de invierno var. Salcedo 80 con aplicación de FH3) 1.40, seguido por T2 (trigo de invierno var. Salcedo 80 con la aplicación de FH2) que tuvo 1.34, ambos superiores al T1 Y T0.

**Tabla 18.**

*Análisis económico de costo de producción de trigo de invierno Var. Salcedo 80 kg/ha.*

INDICADORES	T0	T1	T2	T3
Costos Total Cultivo: $CTC=CD+CI$	4063.8	4306.8	4355.4	4371.6
Valor Total Venta Producto VTVP	4169.5	4926	5833.5	6139
Utilidad Neta: $UN = VTVP - CTC$	105.7	619.2	1478.1	1767.4
Índice De Rentabilidad: $IR = UN * 100/CTC$	2.60	14.38	33.94	40.43
Costos Kilogramos Producido: $CTC/RDIO$	0.49	0.44	0.37	0.36
Relación beneficio/costo $B/C = VTVP/CTC$	1.03	1.14	1.34	1.40

Costo por kilo de forraje= 0.50 se tomó de (Grozo, 2021)





## V. CONCLUSIONES

1. El mayor rendimiento en la producción de forraje con la aplicación de fitohormonas lo obtuvo el número T3 con la aplicación de FH3 con 12278 kg/ha de forraje verde y 3704 kg/ha de materia seca. En porcentaje de plántulas emergidas el mejor resultado lo obtuvo el T2 con la aplicación de FH2, con 73.98%, seguido por el T3 con la aplicación de FH3 con 70.99% de emergencia. La aplicación de fitohormonas también muestra resultados óptimos en cuanto al crecimiento en altura de planta siendo el T3 con la aplicación de FH3, la que obtuvo la mayor altura con 45cm, siendo ampliamente superior al T0 testigo que solo obtuvo una altura de 35.2 cm.
2. La aplicación de fitohormonas en trigo de invierno var. Salcedo 80 muestra resultados óptimos para el análisis bromatológico donde el mejor resultado lo obtuvo el T2 con la aplicación de FH2 con 31.46% de proteína, 13.90% de grasa, 9.81% de ceniza y 41.03% de FDN.
3. En cuanto a índice de rentabilidad la mayor rentabilidad obtenida corresponde al T3 con la aplicación de FH3 con 40.43% de rentabilidad y en la relación de B/C el mejor resultado también corresponde al T3 con la aplicación de FH3 con 1.40 soles, seguido del T2 con la aplicación de FH2 con 1.34 soles.



## VI. RECOMENDACIONES

1. Por los resultados positivos obtenidos, en producción forrajera y crecimiento en altura de plantas en trigo de invierno var. Salcedo 80, se recomienda el uso de fitohormonas, con alto contenido de auxinas y realizar más trabajos de investigación en trigo de invierno en zonas de puna húmeda con aplicación de fitohormonas.
2. Se recomienda el uso de fitohormonas, con alto contenido de citoquininas, si el objetivo el productor es obtener forrajes de trigo de invierno var. Salcedo 80 de buena calidad, como es el caso de FH2.
3. Se recomienda conservar en heno el forraje producido, para el consumo de los animales en épocas de estiaje ya que hay déficit de pastos naturales en zonas altoandinas. Para reducir los costos de producción es loable realizar dos a tres cortes, en épocas de bastante precipitación pluvial ya que el trigo de invierno requiere de mucha humedad para desarrollar de manera adecuada sus fases fenológicas.



## VII. REFERENCIAS

- AgroWin. (2011). *Manual costos de producción*. Colombia: Sistema de gestión total para el agro.
- Alcantara, J., & Acero, J. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *SciELO*, 21.
- Andia, W., & Argote, G. (2006). *Guía práctica de pastos cultivados "instalación, producción y manejo"*. Lima: CARE Perú.
- Argote, G. (1985). Digestibilidad in-vitro en ovinos corriedales con trigo de invierno (*Triticum estivum*) variedad S-80 Y *falaris tuberinacea*. *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Argote, G., & Miranda, F. (2001). *Informe de avance de los experimentos en ejecución proyecto de investigación en pastos y forrajes*. Puno: INIA-IIIpa .
- Bidwell, R. (1993). *Fisiología vegetal*. Mexico: A.G.T. Editor, S.A.
- Bravo, M. (2002). *Los costos en síntesis*. Lima: Editorial San Marcos.
- Bueno, A. (2016). *Bioestadística; para su aplicación en experimentación agrícola (resumen y compilación del libro de Steel R.G.D. Y Torrie J.H. 1989)*. Perú.
- Castro, A. (1976). Rendimiento y calidad forrajera de cinco cereales evaluados en diferentes estados de desarrollo vegetativo. *tesis de maestría*. Colegio de Postgraduados Montecillo, Mexico.
- Choque, J. (2005). *Producción y manejo de especies forrajeras*. Puno: Editorial Universitaria UNA-Puno.
- Choque, J. (2021). *Manual de evaluación agrostológica de praderas y pastizales*. Puno.
- Coulombe, J. (1984). *Manejo del pastoreo y corte del trigo de invierno en Puno*. Puno: INIPA-CIPA XV Convenio Perú-Canadá.



- Garay, A., Paz, M., & Garcia, B. (2014). La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis Thaliana*. *Scielo*, 10.
- Ghida, C., & Marcos, J. (2009). *Indicadores económicos para la gestión de empresas agropecuarias*. Buenos Aires: PE Economía de los Sistemas de Producción.
- Grozo, J. (2021). *costos de producción para actividad: agricultura, ganadería, caza y silvicultura en base a la encuesta nacional agraria (ENA-2018)*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Guerra, G. (1992). *Manual de administración de empresas Agropecuarias*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura.
- Guerrero, J. (18 de Octubre de 2006). *La aplicación de las algas marinas para la fertilización*. Obtenido de Algaspacific: <http://www.hortalizas.com/nutrición-vegetal/la-aplicación-de-las-algas-marinas-para-la-fertilización/>
- Herrera, A. (2012). *Fertilidad del suelo*. Puno: Oficina universitaria de investigación Universidad Nacional del Altiplano.
- Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). *Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas*. Chile: Ediciones Universidad de La Serena.
- León, A., & Rosell, C. (2007). *De tales harinas, tales panes*. Córdoba: Báez Impresiones.
- Miranda, F., & Terrones, J. (2002). *Conservación de pastos y forrajes cultivados en el altiplano*. Lima: Instituto Nacional de Investigación Agraria Dirección General de Investigación Agraria.
- Mujica, A., & Chura, E. (2012). *Cultivo de granos andinos y cereales*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano Oficina Universitaria de Investigación.
- Noli, C. (2006). *Evaluación de variedades de trigo de invierno para forraje verde en la sierra dental del Perú*. Huancayo: Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria-INIEA.



- Pacco, J. (2018). Producción de forraje verde hidropónico de cebada y avena con adición de fitohormonas en Cabana-Puno. *Tesis*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Parsons, D. (1994). *Trigo, cebada, avena*. México: Editorial Trillas SEP.
- Silva, D. (2017). producción de forraje hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y maíz (*Zea mays* L.) con la aplicación de tres fitohormonas. *tesis*. Universidad Nacional de Loja, Loja.
- Silva, L. (2013). tratamiento pre germinativo de las semillas de trigo (*Triticum sativum*), avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en cultivos hidropónicos. *tesis*. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Sucapuca, L. (2018). Trigo de invierno (*Triticum aestivum* L.) y microorganismos eficaces (EM) en la producción de forraje en épocas de invierno en el CIP ILLPA-FCA-UNA-PUNO-2018. *tesis*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Tejada, T. (2008). *El cultivo de trigo en la sierra norte del Perú (Triticum aestivum L. y Triticum durum L.)*. Lima: Unidad de Medios y Comunicación Técnica - INIA.
- Torres, R., Pérez, C., & Norma, S. (2003). *Influencia de la inoculación de rizobacterias sobre la germinación de semillas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)*. Centro Agrícola.
- Vasquez, V. (1990). *Experimentación agrícola diseño estadístico para la investigación científica y tecnológica*. Lima: Amaru.



## ANEXOS

**Tabla 19.**

*Análisis de varianza para número de plántulas emergidas (%).*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	297.6979	99.2326	12.36	0.0023	**
Error	8	64.2377	8.0297			
Total	11	361.9356				

C.V. = 4.16 %

**Tabla 20.**

*Análisis de varianza para altura de planta a los 21 días.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	11.5625	3.8542	17.65	0.0007	**
Error	8	1.7467	0.2183			
Total	11	13.3092				

C.V. = 7.86%

**Tabla 21.**

*Análisis de varianza para altura de planta a los 42 días.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	35.6892	11.8964	17.89	0.0007	**
Error	8	5.3200	0.6650			
Total	11	41.0092				

C.V. = 7.99 %

**Tabla 22.**

*Análisis de varianza para altura de planta a los 63 días.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	74.6867	24.8956	17.41	0.0007	**
Error	8	11.4400	1.4300			
Total	11	86.1267				

C.V. = 7.31 %

**Tabla 23.**

*Análisis de varianza para altura de planta a los 84 días.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	86.5700	28.8567	13.30	0.0018	**
Error	8	17.3600	2.1700			
Total	11	103.9300				

C.V. = 6.28 %

**Tabla 24.***Análisis de varianza para altura de planta a los 105 días.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	104.8958	34.9653	28.50	0.0001	**
Error	8	9.8133	1.2267			
Total	11	114.7092				

C.V. = 3.35 %

**Tabla 25.***Análisis de varianza para altura de planta a los 126 días.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	157.5025	52.5008	21.74	0.0003	**
Error	8	19.3200	2.4150			
Total	11	176.8225				

C.V. = 3.84 %

**Tabla 26.***Análisis de varianza para la producción de forraje verde de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes fitohormonas.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	28822856.25	9607618.75	4.63	0.0369	*
Error	8	16602598.67	2075324.83			
Total	11	45425454.92				

C.V. = 13.68 %

**Tabla 27.***Análisis de varianza para la producción de materia seca de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes fitohormonas.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	2618583.583	872861.194	4.62	0.0371	*
Error	8	1512329.333	189041.167			
Total	11	4130912.917				

C.V. = 13.67 %

**Tabla 28.***Análisis de varianza para el contenido de proteína de cultivo de trigo de invierno var. Salcedo 80 con diferentes fitohormonas.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	23.9578	7.9859	9778.68	<0.0001	**
Error	8	0.0065	0.0008			
Total	11	23.9643				

C.V. = 0.10 %

**Tabla 29.**

*Análisis de varianza para el contenido de grasa de cultivo de trigo de invierno var.*

*Salcedo 80 con diferentes fitohormonas.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	0.2838	0.0946	18.13	0.0006	**
Error	8	0.0417	0.0052			
Total	11	0.3255				

C.V. = 0.53 %

**Tabla 30.**

*Análisis de varianza para el contenido de ceniza de cultivo de trigo de invierno var.*

*Salcedo 80 con diferentes fitohormonas.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	2.5247	0.8416	61.54	<0.0001	**
Error	8	0.1094	0.0137			
Total	11	2.6341				

C.V. = 1.29 %

**Tabla 31.**

*Análisis de varianza para el contenido de FDN de cultivo de trigo de invierno var.*

*Salcedo 80 con diferentes fitohormonas.*

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	0.0472	0.0157	9.49	0.0052	**
Error	8	0.0133	0.0017			
Total	11	0.0605				

C.V. = 0.10 %

**Tabla 32.**

*Datos para análisis de varianza del porcentaje de emergencia, transformados a*

*$\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$*

TRATAMIENTO	REPETICION	PORCENTAJE	$\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$
0	1	76	60.67
0	2	74	59.34
0	3	78	62.03
1	1	82	64.90
1	2	91	72.54
1	3	80	63.44
2	1	92	73.57
2	2	91	72.54
2	3	94	75.82
3	1	91	72.54
3	2	90	71.56
3	3	87	68.87





**Tabla 33.**

*Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 21 días.*

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>r1</b>	4.2	5.60	7.4	6.2
<b>r2</b>	5	6.1	7.3	6
<b>r3</b>	4	6	6.5	7
<b>SUMA</b>	13.2	17.70	21.2	19.2
<b>PROMEDIO</b>	4.4	6	7.1	6.4

**Tabla 34.**

*Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 42 días.*

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>r1</b>	7.1	8.80	12.3	11.5
<b>r2</b>	6.9	11	11.2	11
<b>r3</b>	8.5	10	12	12.2
<b>SUMA</b>	22.5	29.80	35.5	34.7
<b>PROMEDIO</b>	7.5	9.93	11.8	11.6

**Tabla 35.**

*Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 63 días.*

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>r1</b>	13	14.60	18.5	18
<b>r2</b>	12	16.5	18.8	17
<b>r3</b>	12.6	16.2	18.2	21
<b>SUMA</b>	37.6	47.30	55.5	56
<b>PROMEDIO</b>	12.5	15.8	18.5	18.7

**Tabla 36.**

*Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 84 días.*

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>r1</b>	19.2	21.20	27	26.2
<b>r2</b>	19.4	22	24.2	28.2
<b>r3</b>	20	24	26	24
<b>SUMA</b>	58.6	67.20	77.2	78.4
<b>PROMEDIO</b>	19.5	22.4	25.7	26

**Tabla 37.***Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 105 días.*

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>r1</b>	28	31.00	34	35.5
<b>r2</b>	28.2	32.5	34.5	37.5
<b>r3</b>	29.3	34	36	36
<b>SUMA</b>	85.5	97.50	104.5	109
<b>PROMEDIO</b>	28.5	32.5	34.8	36.3

**Tabla 38.***Datos para análisis de varianza de altura de planta, evaluada a los 126 días.*

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>r1</b>	36.2	39.50	44	46
<b>r2</b>	36.5	38.7	42.5	43.5
<b>r3</b>	33	40	40.2	45.6
<b>SUMA</b>	105.7	118.20	126.7	135.1
<b>PROMEDIO</b>	35.2	39.4	42.2	45

**Tabla 39.***Datos para análisis de varianza de producción de forraje verde kg/ha.*

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>r1</b>	7857	9821	13095	10119
<b>r2</b>	8350	8783	11667	12191
<b>r3</b>	8810	10952	10238	14524
<b>SUMA</b>	25017	29556.00	35000	36834
<b>PROMEDIO</b>	8339	9852	11667	12278

**Tabla 40.***Datos para análisis de varianza de producción de materia seca kg/ha.*

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>r1</b>	2391	2937	3968	3046
<b>r2</b>	2538	2626	3544	3688
<b>r3</b>	2679	3274	3104	4378
<b>SUMA</b>	7608	8837.00	10616	11112
<b>PROMEDIO</b>	2536	2946	3539	3704



**Tabla 41.**

*Datos para análisis de varianza de contenido de Proteína, transformados a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$*

TRATAMIENTO	REPETICION	PORCENTAJE	$\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$
0	1	21.45	27.63
0	2	21.44	27.56
0	3	21.46	27.63
1	1	23.72	29.13
1	2	23.73	29.13
1	3	23.7	29.13
2	1	27.39	31.56
2	2	27.37	31.56
2	3	27.4	31.56
3	1	24.43	29.60
3	2	24.45	29.67
3	3	24.47	29.67

**Tabla 42.**

*Datos para análisis de varianza de contenido de Grasa, transformados a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$*

TRATAMIENTO	REPETICION	PORCENTAJE	$\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$
0	1	5.48	13.56
0	2	5.46	13.44
0	3	5.47	13.56
1	1	5.56	13.69
1	2	5.57	13.69
1	3	5.54	13.56
2	1	5.77	13.94
2	2	5.73	13.81
2	3	5.75	13.94
3	1	5.48	13.56
3	2	5.43	13.44
3	3	5.45	13.56



**Tabla 43.**

*Datos para análisis de varianza de contenido de Ceniza, transformados a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$*

TRATAMIENTO	REPETICION	PORCENTAJE	$\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$
0	1	2.25	8.72
0	2	2.23	8.53
0	3	2.24	8.53
1	1	2.35	8.72
1	2	2.37	8.91
1	3	2.36	8.91
2	1	2.9	9.98
2	2	2.87	9.81
2	3	2.85	9.63
3	1	2.42	8.91
3	2	2.4	8.91
3	3	2.41	8.91

**Tabla 44.**

*Datos para análisis de varianza de contenido de FDN, transformados a  $\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$*

TRATAMIENTO	REPETICION	PORCENTAJE	$\sqrt{\text{porcentaje arco seno}}$
0	1	42.8	40.86
0	2	42.86	40.92
0	3	42.82	40.86
1	1	42.9	40.98
1	2	42.87	40.92
1	3	42.89	40.92
2	1	43.02	40.98
2	2	43.1	41.03
2	3	43.15	41.09
3	1	42.79	40.86
3	2	42.8	40.86
3	3	42.86	40.92

**Tabla 45.**

*Costos de producción de forraje de trigo invierno var. Salcedo 80 (T0) sin fitohormona.*

ACTIVIDAD AGRÍCOLA	UNIDAD DE MEDIDA		CANTIDAD		COSTO UNITARIO S/.		COSTOTOTAL S/.	
	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha
<b>A. COSTO DIRECTO</b>								
<b>1. Análisis de suelo</b>								
Muestreo suelo	Jornal	jornal	1	1	25	25	25	25
Análisis fertilidad	Análisis	análisis	1	1	70	70	70	70
							<b>Sub total</b>	<b>95 95</b>
<b>2. Preparación del terreno</b>								
Cercado del área experimental	Jornal		2		40		80	0
Limpieza	jornal	jornal	1	4	40	40	40	160
Roturación	Jornal	Hr/maq	2	4	40	60	80	240
Rastrado	Jornal	Hr/maq	2	3	40	70	80	210
							<b>Sub total</b>	<b>280 610</b>
<b>3. Siembra</b>								
tratamiento de semillas y siembra	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
tapado	Jornal	Hr/maq	1	2	20	70	20	140
fertilización 1ra	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
							<b>Sub total</b>	<b>60 300</b>
<b>4. Labores culturales</b>								
fertilización 2da	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
Deshierbos	Jornal	jornal	1	3	20	40	20	120
aplicación de riego	Jornal	jornal	1	1	20	40	20	40
control fitosanitario	Jornal	jornal	1	1	20	40	20	40
aplicación de fitohormonas y medición de altura	jornal	jornal	1	2	40	40	40	80
							<b>Sub total</b>	<b>120 360</b>
<b>5. Cosecha</b>								
muestreo del rendimiento	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
siega	Jornal	Hr/maq	1	2	20	70	20	140
pesado de muestras	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
							<b>Sub total</b>	<b>60 300</b>
<b>OTROS MATERIALES E INSUMOS</b>								
<b>a) Insumos</b>								
Semilla de trigo de invierno var. Salcedo 80	Kg/AE	Kg/ha	1.8	120	3.5	3.5	6.3	420
fitohormona (Phyllum)	L/AE	L/ha					0	0
<b>b) Fertilizantes</b>								
Urea	Kg/AE	sacos/ha	4	4	3	95	12	380
Roca fosfórica	kg/AE	sacos/ha	14	8	2.5	85	35	680
<b>c) Herramientas</b>								
Pico	Unidad	unidad	1	3	15	15	15	45



Pala	Unidad	unidad	1	2	25	25	25	50
Rastrillo	unidad	unidad	1	3	15	15	15	45
<b>d) Agroquímicos</b>								
Metarranch mz 58 wp	kg/AE	kg/ha	0.5	2	24	24	12	48
<b>e) Equipos</b>								
Mochila fumigadora	unidad	unidad	1	1	90	90	90	90
<b>f) otros materiales</b>								
manguera para riego	metros		100		0.75		75	0
yute para el cercado de la parcela	metros		70		5		350	0
palos para el cerco	unidad		34		3		102	0
balde	unidad	unidad	1	1	5	12	5	12
hoz	unidad	unidad	1	2	8	8	8	16
cinta metrica	unidad	unidad	1	2	10	10	10	20
balanza	unidad	unidad	1	1	14	14	14	14
<b>Sub total</b>							<b>774.3</b>	<b>1820</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTOS</b>							<b>1389.3</b>	<b>3485</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>								
Gastos Administrativos	8% CD.						111.144	278.8
uso de tierra	S/AE	S/ha	0.0144	1	300	300	4.32	300
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>							<b>115.464</b>	<b>578.8</b>
<b>RESUMEN DE COSTOS</b>					<b>VALOR EN S/.</b>			
			<b>0.0144 ha</b>		<b>1ha</b>			
COSTOS DIRECTOS			1389.3		3485			
COSTOS INDIRECTOS			115.5		578.8			
<b>TOTAL</b>			<b>1504.8</b>		<b>4063.8</b>			

AE= Área experimental

**Tabla 46.**

*Costos de producción de forraje de trigo invierno var. Salcedo 80 (T1) con FHI.*

ACTIVIDAD AGRÍCOLA	UNIDAD DE MEDIDA		CANTIDAD		COSTO UNITARIO S/.		COSTO TOTAL S/.	
	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha
<b>A. COSTO DIRECTO</b>								
<b>1. Análisis de suelo</b>								
Muestreo suelo	Jornal	jornal	1	1	25	25	25	25
Análisis fertilidad	Análisis	análisis	1	1	70	70	70	70
<b>Sub total</b>							<b>95</b>	<b>95</b>
<b>2. Preparación del terreno</b>								
cercado del área experimental	<b>Jornal</b>		2		40		80	0
Limpieza	jornal	jornal	1	4	40	40	40	160
Roturación	Jornal	Hr/maq	2	4	40	60	80	240
Rastrado	Jornal	Hr/maq	2	3	40	70	80	210
<b>Sub total</b>							<b>280</b>	<b>610</b>
<b>3. Siembra</b>								
tratamiento de semillas y siembra	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
tapado	Jornal	Hr/maq	1	2	20	70	20	140
fertilización 1ra	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
<b>Sub total</b>							<b>60</b>	<b>300</b>
<b>4. Labores culturales</b>								
fertilización 2da	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
Deshierbos	Jornal	jornal	1	3	20	40	20	120
aplicación de riego	Jornal	jornal	1	1	20	40	20	40
control fitosanitario	Jornal	jornal	1	1	20	40	20	40
aplicación de fitohormonas y medición de altura	jornal	jornal	1	2	40	40	40	80
<b>Sub total</b>							<b>120</b>	<b>360</b>
<b>5. Cosecha</b>								
muestreo del rendimiento	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
siega	Jornal	Hr/maq	1	2	20	70	20	140
pesado de muestras	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
<b>Sub total</b>							<b>60</b>	<b>300</b>
<b>OTROS MATERIALES E INSUMOS</b>								
<b>a) Insumos</b>								
Semilla de trigo de invierno var. Salcedo 80	Kg/AE	Kg/ha	1.8	120	3.5	3.5	6.3	420
fitohormona (Phyllum)	L/AE	L/ha	0.13	3	75	75	9.75	225
<b>b) Fertilizantes</b>								
Urea	Kg/AE	sacos/ha	4	4	3	95	12	380
Roca fosfórica	kg/AE	sacos/ha	14	8	2.5	85	35	680



<b>c) Herramientas</b>									
Pico	Unidad	unidad	1	3	15	15	15	15	45
Pala	Unidad	unidad	1	2	25	25	25	25	50
Rastrillo	unidad	unidad	1	3	15	15	15	15	45
<b>d) Agroquímicos</b>									
Metarranch mz 58 wp	kg/AE	kg/ha	0.5	2	24	24	12	12	48
<b>e) Equipos</b>									
Mochila fumigadora	unidad	unidad	1	1	90	90	90	90	90
<b>f) otros materiales</b>									
manguera para riego	metros		100		0.75		75		0
yute para el cercado de la parcela	metros		70		5		350		0
palos para el cerco	unidad		34		3		102		
balde	unidad	unidad	1	1	5	12	5	12	12
hoz	unidad	unidad	1	2	8	8	8	8	16
cinta métrica	unidad	unidad	1	2	10	10	10	10	20
balanza	unidad	unidad	1	1	14	14	14	14	14
							<b>Sub total</b>	<b>784.05</b>	<b>2045</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTOS</b>								<b>1399.05</b>	<b>3710</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>									
Gastos Administrativos	8% CD.						111.924		296.8
uso de tierra	S/AE	S/ha	0.0144	1	300	300	4.32		300
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>								<b>116.244</b>	<b>596.8</b>
<b>RESUMEN DE COSTOS</b>			<b>VALOR EN S/.</b>						
			<b>0.0144 ha</b>			<b>1ha</b>			
COSTOS DIRECTOS			1399.05			3710			
COSTOS INDIRECTOS			116.2			596.8			
<b>TOTAL</b>			<b>1515.3</b>			<b>4306.8</b>			

AE= Área experimental



**Tabla 47.**

*Costos de producción de forraje de trigo invierno var. Salcedo 80 (T2) con FH2.*

ACTIVIDAD AGRÍCOLA	UNIDAD DE MEDIDA		CANTIDAD		COSTO UNITARIO S/.		COSTO TOTAL S/.	
	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha
<b>A. COSTO DIRECTO</b>								
<b>1. Análisis de suelo</b>								
Muestreo suelo	Jornal	jornal	1	1	25	25	25	25
Análisis fertilidad	Análisis	análisis	1	1	70	70	70	70
<b>Sub total</b>							<b>95</b>	<b>95</b>
<b>2. Preparación del terreno</b>								
cercado del área experimental	<b>Jornal</b>		2		40		80	0
Limpieza	jornal	jornal	1	4	40	40	40	160
Roturación	Jornal	Hr/maq	2	4	40	60	80	240
Rastrado	Jornal	Hr/maq	2	3	40	70	80	210
<b>Sub total</b>							<b>280</b>	<b>610</b>
<b>3. Siembra</b>								
tratamiento de semillas y siembra	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
tapado	Jornal	Hr/maq	1	2	20	70	20	140
fertilizacion 1ra	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
<b>Sub total</b>							<b>60</b>	<b>300</b>
<b>4. Labores culturales</b>								
fertilizacion 2da	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
Deshierbos	Jornal	jornal	1	3	20	40	20	120
aplicación de riego	Jornal	jornal	1	1	20	40	20	40
control fitosanitario	Jornal	jornal	1	1	20	40	20	40
aplicación de fitohormonas y medicion de altura	jornal	jornal	1	2	40	40	40	80
<b>Sub total</b>							<b>120</b>	<b>360</b>
<b>5. Cosecha</b>								
muestreo del rendimiento	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
siega	Jornal	Hr/maq	1	2	20	70	20	140
pesado de muestras	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
<b>Sub total</b>							<b>60</b>	<b>300</b>
<b>OTROS MATERIALES E INSUMOS</b>								
<b>a) Insumos</b>								
Semilla de trigo de invierno var. Salcedo 80	Kg/AE	Kg/ha	1.8	120	3.5	3.5	6.3	420



fitohormona (Phyllum)	L/AE	L/ha	0.13	3	90	90	11.7	270
<b>b) Fertilizantes</b>								
Urea	Kg/AE	sacos/ha	4	4	3	95	12	380
Roca Fosfórica	kg/AE	sacos/ha	14	8	2.5	85	35	680
<b>c) Herramientas</b>								
Pico	Unidad	unidad	1	3	15	15	15	45
Pala	Unidad	unidad	1	2	25	25	25	50
Rastrillo	unidad	unidad	1	3	15	15	15	45
<b>d) Agroquímicos</b>								
Metarranch mz 58 wp	kg/AE	kg/ha	0.5	2	24	24	12	48
<b>e) Equipos</b>								
Mochila fumigadora	unidad	unidad	1	1	90	90	90	90
<b>f) otros materiales</b>								
manguera para riego	metros		100		0.75		75	0
yute para el cercado de la parcela	metros		70		5		350	0
palos para el cerco	unidad		34		3		102	
balde	unidad	unidad	1	1	5	12	5	12
hoz	unidad	unidad	1	2	8	8	8	16
cinta metrica	unidad	unidad	1	2	10	10	10	20
balanza	unidad	unidad	1	1	14	14	14	14
						<b>Sub total</b>	<b>786</b>	<b>2090</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTOS</b>							<b>1401</b>	<b>3755</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>								
Gastos Administrativos	8% CD.						112.08	300.4
uso de tierra	S/AE	S/ha	0.0144	1	300	300	4.32	300
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>							<b>116.4</b>	<b>600.4</b>

RESUMEN DE COSTOS	VALOR EN S/.	
	0.0144 ha	1ha
COSTOS DIRECTOS	1401	3755
COSTOS INDIRECTOS	116.4	600.4
<b>TOTAL</b>	<b>1517.4</b>	<b>4355.4</b>

AE= Área experimental

**Tabla 48.**

*Costos de producción de forraje de trigo invierno var. Salcedo 80 (T3) con FH3.*

ACTIVIDAD AGRÍCOLA	UNIDAD DE MEDIDA		CANTIDAD		COSTO UNITARIO S/.		COSTOTOTAL S/.	
	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha	0.0144ha	1ha
<b>A. COSTO DIRECTO</b>								
<b>1. Análisis de suelo</b>								
Muestreo suelo	Jornal	jornal	1	1	25	25	25	25
Análisis fertilidad	Análisis	analisis	1	1	70	70	70	70
<b>Sub total</b>							<b>95</b>	<b>95</b>
<b>2. Preparación del terreno</b>								
cercado del área experimental	Jornal		2		40		80	0
Limpieza	jornal	jornal	1	4	40	40	40	160
Roturación	Jornal	Hr/maq	2	4	40	60	80	240
Rastrado	Jornal	Hr/maq	2	3	40	70	80	210
<b>Sub total</b>							<b>280</b>	<b>610</b>
<b>3. Siembra</b>								
tratamiento de semillas y siembra	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
tapado	Jornal	Hr/maq	1	2	20	70	20	140
fertilización 1ra	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
<b>Sub total</b>							<b>60</b>	<b>300</b>
<b>4. Labores culturales</b>								
fertilización 2da	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
Deshierbos	Jornal	jornal	1	3	20	40	20	120
aplicación de riego	Jornal	jornal	1	1	20	40	20	40
control fitosanitario	Jornal	jornal	1	1	20	40	20	40
aplicación de fitohormonas y medición de altura	jornal	jornal	1	2	40	40	40	80
<b>Sub total</b>							<b>120</b>	<b>360</b>
<b>5. Cosecha</b>								
muestreo del rendimiento	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
siega	Jornal	Hr/maq	1	2	20	70	20	140
pesado de muestras	Jornal	jornal	1	2	20	40	20	80
<b>Sub total</b>							<b>60</b>	<b>300</b>
<b>OTROS MATERIALES E INSUMOS</b>								
<b>a) Insumos</b>								
Semilla de trigo de invierno var. Salcedo 80	Kg/AE	Kg/ha	1.8	120	3.5	3.5	6.3	420
fitohormona (Phyllum)	L/AE	L/ha	0.13	3	95	95	12.35	285
<b>b) Fertilizantes</b>								



Urea	Kg/AE	sacos/ha	4	4	3	95	12	380
Roca fosfórica	kg/AE	sacos/ha	14	8	2.5	85	35	680
<b>c) Herramientas</b>								
Pico	Unidad	unidad	1	3	15	15	15	45
Pala	Unidad	unidad	1	2	25	25	25	50
Rastrillo	unidad	unidad	1	3	15	15	15	45
<b>d) Agroquímicos</b>								
Metarranch mz 58 wp	kg/AE	kg/ha	0.5	2	24	24	12	48
<b>e) Equipos</b>								
Mochila fumigadora	unidad	unidad	1	1	90	90	90	90
<b>f) otros materiales</b>								
manguera para riego	metros		100		0.75		75	0
yute para el cercado de la parcela	metros		70		5		350	0
palos para el cerco	unidad		34		3		102	
balde	unidad	unidad	1	1	5	12	5	12
hoz	unidad	unidad	1	2	8	8	8	16
cinta metrica	unidad	unidad	1	2	10	10	10	20
balanza	unidad	unidad	1	1	14	14	14	14
<b>Sub total</b>							<b>786.65</b>	<b>2105</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTOS</b>							<b>1401.65</b>	<b>3770</b>
<b>B. COSTOS INDIRECTOS</b>								
Gastos Administrativos	8% CD.						112.132	301.6
uso de tierra	S/AE	S/ha	0.0144	1	300	300	4.32	300
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>							<b>116.45</b>	<b>601.6</b>

RESUMEN DE COSTOS	VALOR EN S/.	
	0.0144 ha	1ha
COSTOS DIRECTOS	1401.6	3770
COSTOS INDIRECTOS	116.4	601.6
<b>TOTAL</b>	<b>1518.0</b>	<b>4371.6</b>

AE= Área experimental



## PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 16.** Muestro del suelo para su análisis correspondiente.

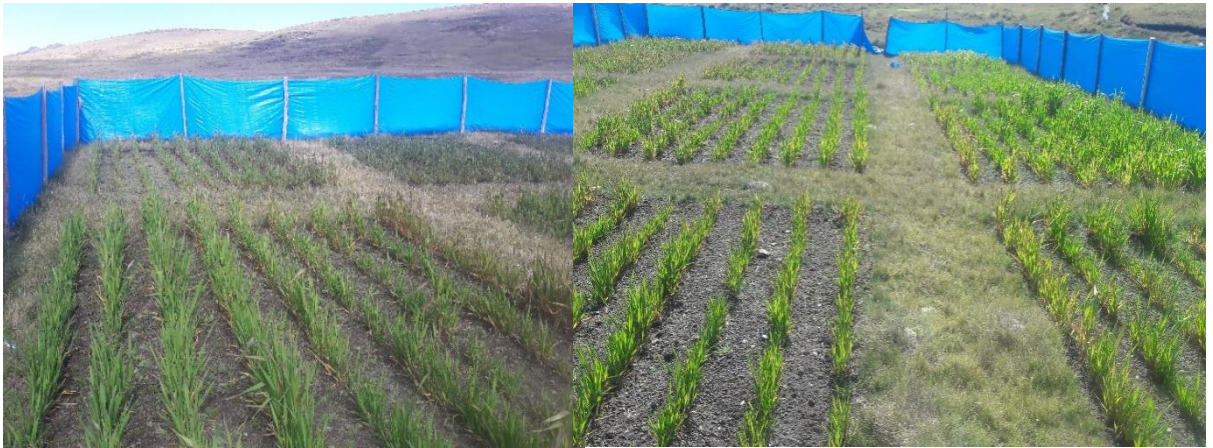


**Figura 17.** Instalación de parcelas experimentales

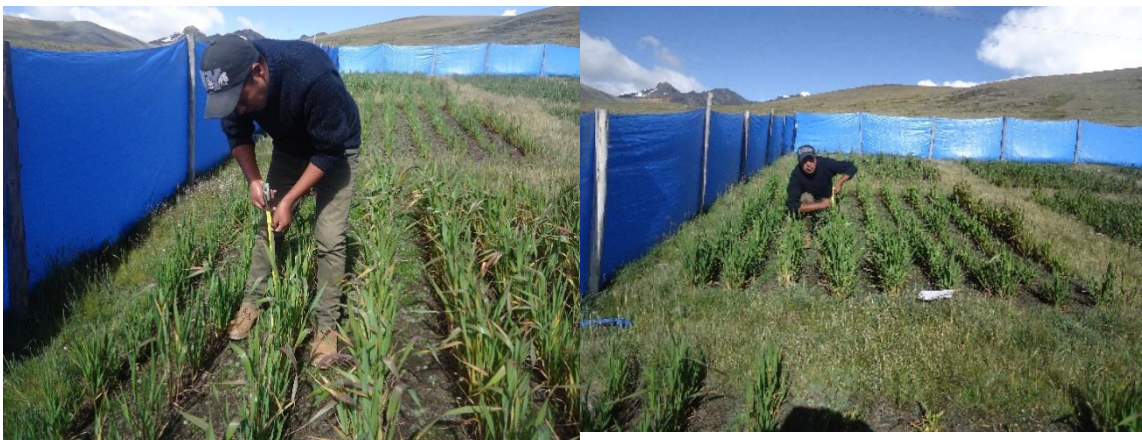


**Figura 18.** Trigo de invierno var. Salcedo 80, en las primeras evaluaciones.

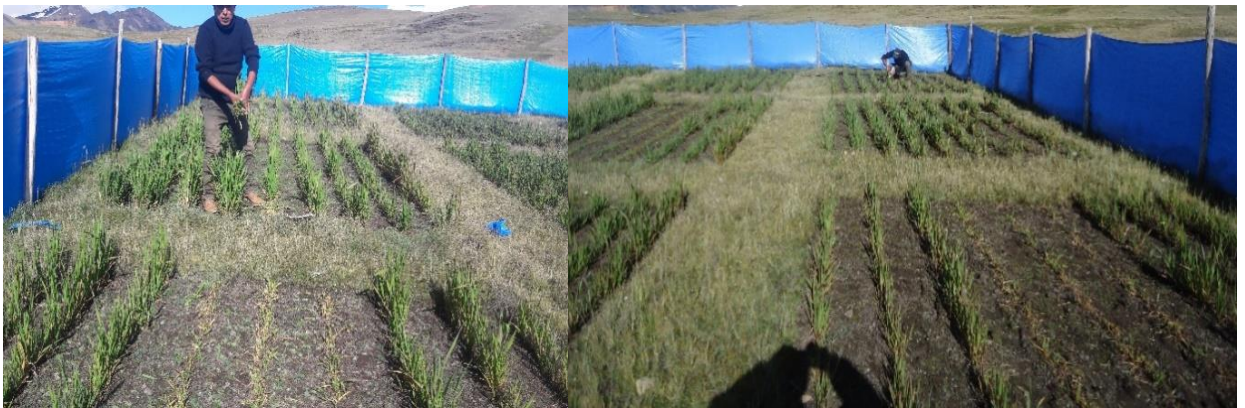




**Figura 19.** Trigo de invierno var. Salcedo 80 en la penúltima evaluación.



**Figura 20.** Última evaluación de trigo de invierno para su cosecha correspondiente.



**Figura 21.** Cosecha de los tres surcos centrales de cada parcela experimental para la evaluación de rendimiento de forraje de trigo de invierno var. Salcedo 80.

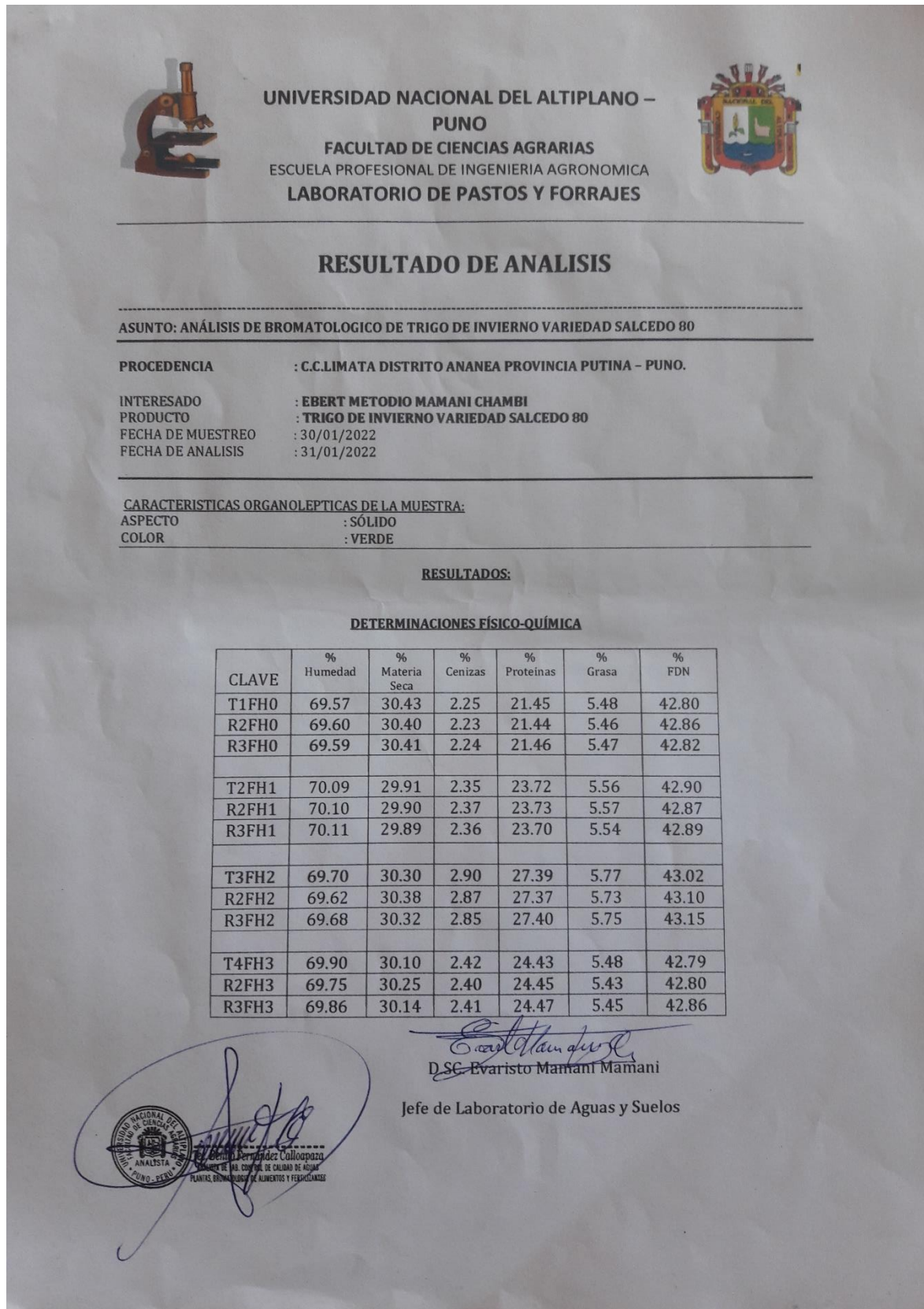




**Figura 22.** Parcelas experimentales cosechadas y rendimiento de forraje.

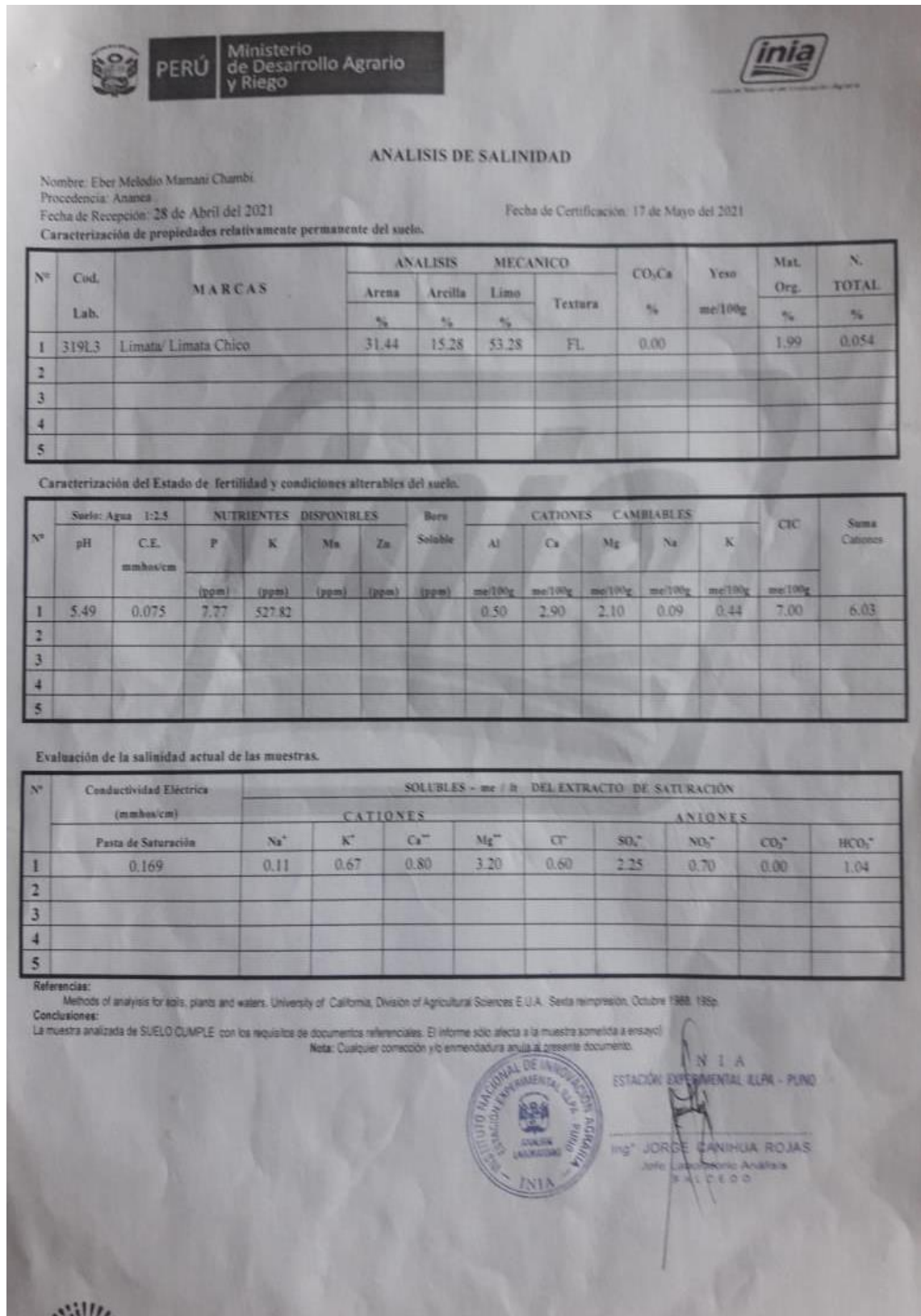


**Figura 23.** Análisis bromatológico en laboratorio.



**Figura 24.** Resultado de análisis bromatológico de forraje de trigo de invierno var. Salcedo 80.





**Figura 25.** Resultados de análisis de fertilidad de suelo