

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS PECUARIAS**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNISTA**



**T E S I S**

**“EVALUACIÓN DEL MEJOR ESTADO FENOLÓGICO DE LA ASOCIACIÓN  
AVENA (*Avena INIA 905 cajamarquina*) – VICIA (*Vicia INIA 907 caxamarca*)  
PARA ELABORACIÓN DE ENSILADO EN EL VALLE DE CAJAMARCA”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
LUIS EDUARDO CHILÓN CHIGNE**

**ASESOR:**

**Ing. Mg. Cs. Roy Florián Lescano.**

**Co asesores:**

**Ing. Mg. Cs. William Carrasco Chilón.**

**Ing. Mg. Sc. Maricela Chávarry Ríos.**

**CAJAMARCA-PERU**

**2018**

**“EVALUACIÓN DEL MEJOR ESTADO FENOLÓGICO DE LA ASOCIACIÓN  
AVENA (*Avena INIA 905 cajamarquina*) – VICIA (*Vicia INIA 907 caxamarca*)  
PARA ELABORACIÓN DE ENSILADO EN EL VALLE DE CAJAMARCA”**

## DEDICATORIA

*A Dios por la vida que nos da día a día*

*A mis padres y hermanos, por inculcarme el amor, el cariño y el respeto para con los demás también en apoyarme en cada una de las metas que me he trazado.*

*A mis asesores Ing. Roy Florián Lescano, Ing. William Carrasco Chilón, Ing. Maricela Chávarry Ríos, por su apoyo incondicional para realización de este trabajo.*

## **AGRADECIMIENTO**

*-Al Instituto Nacional de Investigación Agraria – Programa Nacional de Investigación Agraria, laboratorio de suelos y pastos de la estación experimental Baños del Inca*

*-A la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería en Ciencias pecuarias, escuela profesional de Ingeniería Zootecnista.*

*-A todos los docentes que me instruyeron durante todo el proceso de formación Universitaria.*

*-Profesionales técnicos del INIA*

## INDICE DE CONTENIDOS

	PAG.
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	4
CAPITULO III: METODOLOGÍA, TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN Y MATERIALES.....	13
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
CAPITULO V: CONCLUSIONES.....	32
CAPITULO VI RECOMENDACIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	34
ANEXOS.....	36

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
CUADRO N° 01: CARACTERÍSTICAS QUIMICAS DEL SUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	17
CUADRO N° 02: RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES POR LABORATORIO DE SUELOS DE LA ESTACION EXPERIMENTAL BAÑOS DEL INCA.....	17
CUADRO N° 03: APORTE DE NPK DE LOS INSUMOS UTILIZADOS...	18
CUADRO N° 04. PORCENTAJE MATERIA SECA DEL ENSILADO EN ESTADOS FENOLÓGICOS.....	21
CUADRO N°05. PORCENTAJE DE CENIZAS DEL ENSILADO EN CADA UNO DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS.....	22
CUADRO N° 06. PORCENTAJE PROTEÍNA DEL ENSILADO EN CADA UNO DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS.....	23
CUADRO N° 07. PORCENTAJE EXTRACTO ETÉREO DEL ENSILADO EN CADA UNO DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS.....	25
CUADRO N° 08. PORCENTAJE FIBRA DEL ENSILADO EN CADA UNO DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS.....	26
CUADRO N° 09. PORCENTAJE DE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO DEL ENSILADO EN CADA UNO DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS.....	27
CUADRO N° 10. RENDIMIENTO DE ENSILADO.....	28
CUADRO N° 11 COSTOS DE ELABORACIÓN DE ENSILADO ESTADO GRANO PASTOSO.....	29

## INDICE DE GRÁFICOS

	PAG
GRÁFICO N° 01. PORCENTAJES DE MATERIA SECA.	22
GRÁFICO N° 02. PORCENTAJES DE CENIZAS.	23
GRÁFICO N° 03. PORCENTAJES DE PROTEÍNA	24
GRÁFICO N° 04. PORCENTAJES DE EXTRACTO ETÉREO	25
GRÁFICO N° 05. PORCENTAJES DE FIBRA.	26
GRÁFICO N° 06. PORCENTAJES DE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO.	27
GRÁFICO N° 07. RENDIMIENTO DE SILAJE EN TM MS/HA	28

## INDICE DE FIGURAS TEXTO

	PAG
FIGURA 01: LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	13
FIGURA 02: CROQUIS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	14



## INDICE CUADROS EN EL ANEXO

	<b>Pág</b>
CÁLCULO DE LAS CANTIDADES DE FERTILIZANTES UTILIZADOS.....	35
CUADRO N° 12. ANÁLISIS DEL PODER GERMINATIVO.....	36
CUADRO N° 13. RENDIMIENTO DE ENSILADO POR PARCELA.....	37
CUADRO N° 14. CÁLCULO DEL RENDIMIENTO DE ENSILADO EN KG TCO Y MS POR HECTAREA .....	37
DESARROLLO DEL DISEÑO EN BLOQUES COMPLETAMENTE ALEATORIO – PROGRAMA ESTADÍSTICO SAS.....	38
CUADRO N° 15. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA HUMEDAD.....	38
CUADRO N° 16. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA HUMEDAD (ANVA).....	41
CUADRO N° 17. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA MATERIA SECA.....	41
CUADRO N° 18. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA MATÉRIA SECA (ANVA).....	44
CUADRO N° 19. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA CENIZAS.....	44
CUADRO N° 20. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CENIZAS (ANVA).....	47
CUADRO N° 21. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA PROTEÍNAS .....	47
CUADRO N° 22. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PROTEÍNAS (ANVA)....	50
CUADRO N° 23. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EXTRACTO ETÉREO...	50
CUADRO N° 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EXTRACTO ETÉREO (ANVA).....	53
CUADRO N° 25. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA FIBRA.....	53
CUADRO N° 26. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA FIBRA (ANVA).....	56
CUADRO N° 27. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO.....	56
CUADRO N° 28. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ELN (ANVA).....	59
CUADRO N° 29. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA RENDIMIENTO DE SILAJE.....	59
CUADRO N° 30. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO (ANVA).....	62

## INDICE DE FIGURAS EN EL ANEXO

	<b>Pág.</b>
FIGURA N° 03. CAJAS PARA BLOQUES VARIABLE HUMEDAD.....	39
FIGURA N° 04. CAJAS PARA TRATAMIENTOS VARIABLE HUMEDAD .....	39
FIGURA N° 05. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE HUMEDAD .....	40
FIGURA N°06. CAJAS PARA TRATAMIENTOS VARIABLE MATERIA SECA.....	42
FIGURA N°07. CAJAS PARA BLOQUES VARIABLE MATERIA SECA.....	42
FIGURA N°08. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE MATERIA SECA.....	43
FIGURA N°09. CAJAS PARA TRATAMIENTOS VARIABLE CENIZAS.....	45
FIGURA N°10. CAJAS DE BLOQUES PARA LA VARIABLE CENIZAS.....	45
FIGURA N°11. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE CENIZAS.....	46
FIGURA N°12. CAJAS PARA BLOQUES VARIABLE PROTEÍNA.....	48
FIGURA N°13. CAJAS PARA TRATAMIENTOS VARIABLE PROTEÍNA.....	48
FIGURA N°14. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE PROTEÍNA.....	49
FIGURA N°15 CAJAS DE TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE EXTRACTO ETÉREO.....	51
FIGURA N°16. CAJAS DE BLOQUES PARA LA VARIABLE EXTRACTO ETÉREO.....	51
FIGURA N°17. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE EXTRACTO ETÉREO.....	52
FIGURA N° 18. CAJA DE TRATAMIENTOS PARA VARIABLE FIBRA.....	54
FIGURA N° 19. CAJA DE BLOQUES PARA VARIABLE FIBRA.....	54

FIGURA N° 20. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE FIBRA.....	54
FIGURA N° 21. CAJAS DE BLOQUES PARA VARIABLE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO.....	55
FIGURA N° 22. CAJAS DE TRATAMIENTOS VARIABLE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO.....	57
FIGURA N° 23. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO.....	57
FIGURA N° 24. CAJAS DE TRATAMIENTOS PARA VARIABLE RENDIMIENTO.....	60
FIGURA N° 25. CAJAS PARA BLOQUES PARA VARIABLE RENDIMIENTO.....	60
FIGURA N° 26. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO .EN LOS DATOS DE RENDIMIENTO.....	61

**“Evaluación del mejor estado fenológico de la asociación Avena (*Inia 905 cajamarquina*)  
– Vicia (*Inia 907 caxamarca*) para elaboración de silaje en Cajamarca”.**

<sup>1</sup> Ing. M. Cs. Roy Roger Florián Lescano, <sup>2</sup> Ing. M. Cs. William Carrasco Chilón,  
<sup>3</sup> Ing. M. Sc. Maricela Chávarry Ríos, <sup>4</sup> Bachiller. Luis Eduardo Chilón Chigne.

<sup>1</sup> Docente de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

<sup>2</sup> Responsable del área de pastos del Instituto Nacional de Investigación Agraria Estación Experimental Baños del Inca.

<sup>3</sup> Co asesor, <sup>4</sup> Tesista.

## **RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar diferentes estados fenológicos de la asociación forrajera avena (*INIA 905 cajamarquina*) con vicia (*INIA 907 caxamarca*) para elaboración de silaje en el valle de Cajamarca se llevó a cabo un experimento en el fundo Cristo Rey, ubicado en el Distrito de Baños del Inca, Provincia y Departamento de Cajamarca, a fin de promover la práctica de conservación de forraje en forma de silaje para suplementar la alimentación del ganado vacuno lechero durante la temporada de sequía y escasez de pastos (junio a noviembre). La asociación avena – vicia se sembró en 9 parcelas de 7m de largo x 5m de ancho, distribuidas en 3 bloques de 21 m de largo x 5 m de ancho, realizándose el corte en tres estados fenológicos: T<sub>1</sub> 100% de floración alcanzado a los 97 días, T<sub>2</sub> en grano lechoso a los 120 días y T<sub>3</sub> en grano pastoso a los 152 días, y llenando minisilos de plástico sellados durante 60 días. Se evaluó la composición química: materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), cenizas (C), y extracto libre de nitrógeno (ELN) para cada estado fenológico, bajo un diseño en bloques completamente aleatorios con tres repeticiones. Los resultados obtenidos fueron: rendimientos de silaje en TCO de 52,403, 48,014 y 46,370 TM/ha, y en MS 10,53, 11,17 y 15,38 TM /ha, para T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, respectivamente; en cuanto a composición química se obtuvo para T<sub>1</sub> MS = 20,10%, PC = 10,09 %, EE = 6,32 %, FC = 33,24 %, C = 9,5 %, y ELN = 31,29 %, para T<sub>2</sub> MS = 23,26 %, PC = 7,73 %, EE = 6,08 %, FC = 38,7 %, C = 8.5 %, y ELN = 28,65%, y para T<sub>3</sub> MS = 33,18 %, PC = 8,81 %, EE = 5,15 %, FC = 17,35 % C = 9,16 %, y ELN = 47,24 %. El porcentaje de MS en T<sub>3</sub> resultó significativamente superior ( $P > 0,05$ ) con 33,18 % a T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> (23,267 y 20,1% respectivamente). No se observaron diferencias significativas sobre el contenido de PC, existiendo superioridad numérica a favor de T<sub>1</sub>; el porcentaje de FC en T<sub>3</sub> resultó significativamente superior ( $P > 0,05$ ) con 38,7% a T<sub>2</sub> (33,24 %) y T<sub>1</sub> (17,35%).

**Palabras clave:** Estado fenológico, avena-vicia, silaje.

**“Evaluation of the best phenological of the association oats (*Inia 905 cajamarquina*) -  
Vicia (*Inia 907 caxamarca*) for elaboration of silage in Cajamarca”.**

**<sup>1</sup> Ing. M. Cs. Roy Roger Florián Lescano, <sup>2</sup> Ing. M. Cs. William Carrasco Chilón,  
<sup>3</sup> Ing. M. Sc. Maricela Chávarry Ríos, <sup>4</sup> Bachiller. Luis Eduardo Chilón Chigne.**

**<sup>1</sup> Docente de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.**

**<sup>2</sup> Responsable del área de pastos del Instituto Nacional de Investigación Agraria Estación Experimental Baños del Inca.**

**<sup>3</sup> Co asesor, <sup>4</sup> Tesista.**

**ABSTRACT**

With the aim of evaluating different phenological states of the oat forage association (*Inia 905 cajamarquina*) with Spring Vetch (*Inia 907 caxamarca*) for silage processing in the Cajamarca valley, an experiment was carried out in Cristo Rey farm, located in Baños del Inca district, province and department of Cajamarca, in order to promote the practice of forage conservation as silage to supplement the feeding of dairy cattle during the dry season and shortage of pastures (June to November). The oat- spring vetch association was grown in 9 plots of 7m long x 5m wide, distributed in 3 blocks of 21m long x 5m wide each, cutting was made in three phenological stages: T1 100% of flowering reached at 97 days, T2 in milky grains at 120 days and T3 in pasty grains at 152 days, with this forage, mini silos were filling with sealed plastic for 60 days. The chemical composition was evaluated: dry matter (DM), raw protein (RP), Ether extract (EE), raw fiber (RF), ash (A), and nitrogen-free extract (NFE) for each phenological stage, under a randomized complete block design with three repetitions. The obtained results were: silo yields in SO (such as offered) of 52,403, 48,014 and 46,370 TM / ha, and in DM 10,53, 11,17 and 15,38 TM / ha, for T1, T2 and T3, respectively; in terms of chemical composition, it was obtained for T1 DM = 20.10%, RP = 10.09%, EE = 6.32%, RF = 33.24%, A = 9.5%, and NFE = 31.29 %, for T2 DM = 23.26%, RP = 7.73%, EE = 6.08%, RF = 38.7%, A = 8.5%, and NFE = 28.65%, and for T3 DM = 33.18%, RP = 8.81%, EE = 5.15%, RF = 17.35%, A = 9.16%, and NFE = 47.24%. The percentage of DM in T3 was significantly higher ( $p > 0.05$ ) with 33.18% at T2 and T3 (23.267 and 20.1% respectively). No significant differences were observed on the CP content, there were numerical superiority in favor of T1; the percentage of raw fiber in T3 was significantly higher ( $p > 0.05$ ) with 38.7% in T2 (33.24%) and T1 (17.35%).

**Key words:** Phenological stage, oats, spring vetch, silage.

## INTRODUCCIÓN

La baja productividad lechera es consecuencia de la falta de alimento, en calidad y volumen en las épocas de estiaje, época en la cual hay disminución de la producción, con la finalidad de contrarrestar la escasa producción de pastos es necesario almacenar forraje como silaje como única alternativa para disponer de alimento para el ganado en época seca, el INIA ha desarrollado una variedad de Avena forrajera ( *Avena Inia 905 cajamarquina*) que se adapta a diferentes condiciones medioambientales de la sierra del norte del Perú, su uso podrá ser en forma de silaje.

La avena es un cultivo forrajero que se adapta muy bien a la zona andina de Cajamarca, es de buena palatabilidad, valor nutritivo y alta producción forrajera favoreciendo el incremento de la productividad lechera. Azañero, I. (2013)

En consecuencia, es necesario seleccionar líneas promisorias de avena, con características de alta producción forrajera para elaboración de silaje, los cuales nos permiten aliviar la problemática de ausencia de cultivares de alto rendimiento en la Región Cajamarca durante la época de estiaje. LLANOS, N. (2004), el presente trabajo se enfocó evaluar tres estados fenológicos de la asociación de Avena + Vicia para elaboración de silaje.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Escases de forraje durante el año principalmente en los meses de sequía, se realiza siembras de avena y vicia estacionales es decir en época de lluvias, los productores ganaderos siembran pastos para ser conservados como silaje para la época de sequía donde la producción de pastos disminuye considerablemente, no saben cuál es el mejor estado fenológico óptimo para ensilar la avena asociada con vicia, además existe poca información sobre cuál es la mejor fase fenológica para elaboración de ensilado de avena y vicia.

#### **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El presente estudio plantea como alternativa ensilar avena asociada con vicia a fin de conservarla para épocas de sequía en tres estados fenológicos, pero se tiene la inquietud de saber ¿Cuál será el mejor estado fenológico para la elaboración de ensilado?

#### **JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El presente trabajo de investigación fue de carácter eminentemente experimental por lo que permitirá evaluar la composición química del silaje en tres diferentes estados fenológicos, considerando las condiciones climáticas del valle de Cajamarca

Despertar la inquietud por investigar las diferentes composiciones químicas que contiene el silaje elaborado en sus diferentes estados fenológicos

Con este trabajo de investigación se podrá capacitar a los productores en la práctica de conservación de forrajes en forma de silaje.

Promover la práctica de conservación de forraje en el estado fenológico óptimo como alimentación para el ganado en los meses de sequía.

## **OBJETIVOS**

### **- OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el mejor estado fenológico de la asociación avena + vicia para elaboración de ensilado en el valle de Cajamarca

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar la composición química del silaje de Avena en estado cien por ciento de floración + Vicia
2. Determinar la composición química del silaje de Avena en estado de Grano lechoso + Vicia.
3. Determinar la composición química del silaje de Avena en estado grano pastoso + Vicia.
4. Comparar los resultados obtenidos de composición química del ensilado de avena + vicia en diferentes estados fenológicos.
5. Rendimiento de silaje.
6. Costos de elaboración de silaje.

## **HIPOTESIS Y VARIABLES**

### **HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN**

El estado fenológico de la asociación avena + vicia influye en la composición química del silaje de avena + vicia

### **HIPOTESIS ESTADISTICAS**

$H_0: T_1 = T_2 = T_3$

$H_1: T_1 \neq T_2 \neq T_3$

## **VARIABLES**

### **VARIABLES INDEPENDIENTES.**

Silaje de Avena en estado fenológico de 100 % floración + vicia

Silaje de Avena en estado fenológico de grano lechoso + vicia

Silaje de Avena en estado fenológico grano pastoso + vicia



## **Variables Dependientes**

- Composición química del silaje de Avena + Vicia
  - Materia seca
  - Proteína
  - Extracto etéreo
  - Fibra bruta
  - Cenizas
  - Extracto libre de nitrógeno
- Rendimiento de silaje en tal como ofrecido y en materia seca.
- Costo de elaboración de ensilado.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

##### A. GENERALIDADES

###### **Incorporación de la vicia**

El cultivo de la vicia, es originaria del sur de Europa, se introdujo a Norte América, Australia, donde se siembra como cultivo de invierno luego a Brasil y otros países sudamericanos, nombres comunes: veza común, vica, avica, avesa, arveja o alverjilla común, algarabía, común, carrobillas, cuijetu.

Clasifica taxonómicamente al género vicia en:

Reino	:	Vegetal
Clase	:	Dicotiledónea
Orden	:	Leguminosales
Familia	:	Leguminosas
Tribu	:	Viceas
Género	:	Vicia
Especie	:	sativa
Nombre común	:	Vicia sativa

Según MATEO BOX, J. 1961.Citado por LOPEZ y TICLIAHUANCA (2003).

###### **Descripción Botánica.**

Leguminosa anual trepadora por medio de zarcillos, glabra, raíces profundas y ramificadas, tallo grueso, angulado, flexible, más o menos prismático de 1 m de altura, hojas compuestas, pinnadas con 4 a 12 foliolos y zarcillo terminal simple o ramificado; foliolos anchamente oblongos, haz glabro, envés pubescente; flores en pares de 1 a 4 dispuestas en fascículos en las axilas de las hojas, corola violeta o morada, raramente blanca o azul; vainas casi cilindradas, un poco comprimidas de 2.5 a 8 cm de largo, de color castaño opaco y la superficie algo ondulada, con 4 – 12 semillas globosas ligeramente comprimidas negruzcas o café. (LLANOS, 2004)

La avena y vicia forrajera constituyen una buena asociación de pastos anuales; agregan materia orgánica al suelo ejerciendo un efecto beneficioso sobre la estructura del suelo. Reporta que la vicia resiste al invierno, a plagas y enfermedades, resiste temperaturas inferiores a 0°C, HUGHES, (1996), citado por LOPEZ y TICLIAHUANCA (2003).

### **Avena forrajera**

La Avena (*Avena sativa*) es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas. Posee raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales; los tallos son gruesos y rectos, pueden variar de medio metro hasta metro y medio, están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos; las hojas son planas y alargadas; su borde libre es dentado, el limbo de la hoja es estrecho y largo; la flor es un racimo de espiguillas, situadas sobre largos pedúnculos y el fruto es una cariósida, con las glumillas adheridas. (García, 2007) citado por CONTRERAS, J. (2015).

Taxonomía de la avena strigosa, es una especie Diploide

Clase : Monocotiledónea

Familia : Gramíneas

Tribu : Poaceae

1Género : Avenae

Especie : Avena strigosa

Según expediente técnico de la Avena Forrajera variedad “La cajamarquina” – PNI- pastos y forrajes (2007)

### **Características Botánicas:**

Raíz: Es una planta de raíces reticulares, potentes y más abundantes que en el resto de los cereales.

Tallo: Su tallo es grueso y recto con poca resistencia al vuelco, su longitud puede variar de 50 cm a un metro y medio.

Hojas: Posee hojas lanceoladas de hasta unos 4 cm de longitud. son planas y alargadas, con un limbo estrecho y largo de color verde oscuro.

Flores: Las flores aparecen en espigas, pero lo que más se conocen son los granos que maduran sobre la misma espiga. Alcanzan 1,5 cm y presentan una forma bastante alargada y estrecha. Sus flores se presentan en espigas de dos o tres de ellas.

Fruto: El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas, CONTRERAS, J. (2015)

## **B. VENTAJAS DE LA CONSERVACIÓN DE FORRAJE COMO SILAJE**

El ensilado es una forma de conservación de pastos, como resultado de la fermentación anaeróbica de los carbohidratos solubles presentes en la parte aérea de la planta, donde mantiene su estado físico, pero cambia su composición química debido a las fermentaciones que sufre, con la finalidad de evitar la descomposición. Oude Elferink, S.J.W.H; Driehuis, F; Gottschal, J.C; Spoelstra, S.F. (1999).

Las plantas contienen dos tipos de carbohidratos, los carbohidratos estructurales, que forman la pared celular y los carbohidratos no estructurales o de reserva, que contienen los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta. Dentro de los carbohidratos de reserva se encuentran el almidón y los carbohidratos solubles, los cuales son una importante fuente de energía tanto para la planta como para los microorganismos encargados de la fermentación en el proceso de ensilaje. La cantidad y calidad de carbohidratos solubles de una planta, varían entre especies vegetales, siendo más abundantes en las gramíneas que en leguminosas y la madurez de la planta, disminuyendo con el paso del tiempo (Khan et al., 2012; Dunière et al., 2013; Martínez-Fernández et al., 2015). Citado por Sainz, A. (2018).

En el estado de grano lechoso es el más adecuado para la cosecha de avena, los coeficientes de digestibilidad de materia seca disminuyen conforme avanza la madurez de la planta, desde el inicio de floración, hasta el estado de endurecimiento del grano. (Tapia 1984) Citado por FLORIAN, R. (2005).

El forraje puede ser cortado y almacenado cuando llega al máximo de su valor nutritivo, proporcionando alimento de buen sabor por largo periodo de tiempo. Los nutrientes del forraje conservado se mantienen en mejor condición que el forraje henificado. La producción de silaje contribuye a controlar muchas de las malezas que existen en el campo, por cortes periódicos, en vista de que la semilla de malezas no sobrevive al proceso de fermentación. Oude Elferink, S.J.W.H; Driehuis, F; Gottschal, J.C; Spoelstra, S.F. (1999).

**Aditivos.** El objetivo que tiene el uso de aditivos durante el proceso de ensilaje es mejorar las características del producto final. Existen dos grupos en los que se clasifican los aditivos, los reductores y los estimuladores de la fermentación. El primer grupo se caracteriza por inhibir el desarrollo de fermentaciones indeseadas, en este grupo entran los ácidos minerales y ácidos orgánicos; en el segundo grupo entran los inóculos bacterianos, enzimas, nutrientes y absorbentes que como su nombre lo indica favorecen la fermentación (Contreras-Govea et al., 2011; Dunière et al., 2013; Martínez-Fernández et al., 2015). Citado por Sainz, A. (2018).

Una vez que las plantas se encuentran con el contenido necesario de materia seca para tener un ensilado de calidad, y que estas son cortadas, comienzan a ocurrir cambios. Si bien la actividad celular continúa por determinado tiempo, estas comienzan a hacer uso de las fuentes de energía disponibles, hasta que el oxígeno es completamente consumido, las células dependientes de oxígeno se desactivan. Sin embargo, los microorganismos facultativos del CO<sub>2</sub> son capaces de mantenerse activos y generar una fermentación láctica y con ello la disminución del pH (Khan et al., 2012; Dunière et al., 2013; Weinberg et al., 2013). Citado por Sainz, A. (2018).

### **C. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA.**

En los primeros estados de vegetación la avena presenta un contenido de proteína bruta alto, pero a partir del encañado el descenso es muy grande; por el contrario, la materia seca es baja al igual que la

vicia, la vicia presenta un contenido en proteína bruta más uniforme a lo largo de su ciclo de vegetación que la avena, SALCEDO, G. (1998).

se puede establecer que el ciclo biológico en la avena forrajera hay dos estados en los que proporciona un forraje excelente: grano lechoso y grano pastoso, que son los estados de más alta concentración energética. El mejor momento para el corte de la vicia es en el momento de floración hasta el inicio de formación de vaina, porque se obtendrá un forraje de buena calidad. Según GUERRERO, A. (1977), citado por HERNÁNDEZ, P (2012).

La avena durante el periodo comprendido entre la fase lechosa y de maduración blanda para vacas lecheras, debido a su mayor contenido de proteína y mayor proporción de hojas en esa etapa. HUGHES, et al (1974) citado por Azañero (2013).

Producción de forraje verde y contenido proteico en diferentes dosis de Avena + Vicia para ensilaje los resultados obtenidos fueron 15% PT en dosis 60 /40, 9.9 % en dosis 50/50, 10.3 % PT en dosis 80/20, 10.8% PT en dosis de vicia 100% y 8.3 % PT en dosis avena 100 %. (Doberli, 1972) citado por SOTO, P. (1993).

En un estudio bromatológico de los pastos en Cajamarca sobre la base de la composición química de las plantas forrajeras las variables de estudio fueron, % de proteína, % de grasa, %de fosforo, % de fibra y ELN por especie y variedad en la fase de pre floración la vicia presenta proteína= 19.5 %, ceniza = 10.53 %, grasa = 2.87 %, ELN = 38.78 % y fibra = 18. %, Terrones, H. Julio (2000) citado por López del castillo, D. y Ticlahuanca, M. (2003).

En un estudio donde se evaluó el rendimiento comparativo de tres variedades de avena asociada con vicia en ensilado fue para Avena cajamarquina + Vicia fue MS = 16.21 %, Proteína = 9.07%, Extracto Etéreo = 4.44 %, Fibra = 24.92 %, cenizas = 13.51 % y ELN = 48.06 %; para Avena strigosa + Vicia fue MS = 17.28 %, Proteína = 10.88 %, Extracto Etéreo = 4.17 %, Fibra = 23.38 %, cenizas = 12.67 % y ELN = 48.90 %; para Avena urano + vicia fue MS = 28.5 %, PT = 12.20%, Extracto Etéreo = 4.96 %, Fibra = 24.64 %, cenizas = 10.93 % y ELN =

47.28 %, se ensilo en estado de grano lechoso y permaneció en el silo por 45 días. Azañero, I. (2013).

En un estudio efecto de la suplementación en vacas lecheras con silaje de Avena + Vicia la composición química del silaje fue MS = 29.42 %, Proteína = 14.05 %, Extracto Etéreo = 3.11 %, Fibra = 26.87 %, ELN = 44.04 % y Cenizas = 11.93 %. Se ensilo a los 100 días de crecimiento y 60 días de permanencia en el silo. HERNANDEZ, P. (2012).

#### **D. PROCESO DE FERMENTACIÓN ANAERÓBICA**

La desactivación de las células vegetales favorece la proliferación de bacterias de la familia Enterobacteriaceae, el desarrollo de estas bacterias se incrementa en temperaturas que van de los 18 a los 25°C y cesa al llegar a un pH de 4.2, este proceso es conocido como fase acética. Una vez concluida la fase acética, comienza la fase láctica, este proceso está a cargo de bacterias lácticas con la capacidad de transformar los carbohidratos solubles en ácido láctico. Es necesario que exista un pH de 3 a 4 y anaerobiosis para que este proceso sea llevado a cabo de forma exitosa. Concluido este proceso el forraje puede llamarse ensilado. Existen algunas alteraciones durante el proceso de ensilaje que deterioran la calidad de un ensilado; la aparición de bacterias del género Clostridium es una de las más importantes ya que favorece una fermentación butírica, en condiciones de pH mayores a 4, con lo que se favorece la putrefacción del forraje y el desarrollo de toxinas dañinas para el ganado. Una de las causas de este problema es la deficiente compactación del forraje (Cheli et al., 2013; Liu et al., 2013). Citado por Sainz, A. (2018)

Otro factor que determina el crecimiento del género Clostridium, es el contenido de materia seca en el ensilado. Debido a que en condiciones de baja humedad tienen un mayor crecimiento. Cuando el porcentaje de materia seca es de 20% o menos, los clostridios incrementan su actividad, mientras que con un 30% de materia seca su crecimiento se ve limitado (Martínez-Fernández et al., 2015). Por su parte Olmos (2014) sugiere que cuando se tiene de un 30 a 38% de materia seca la calidad del ensilado es mayor. Citados por Sainz, A. (2018)

El ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra por medio de una fermentación láctica espontánea bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias epifitas de ácido láctico (BAC) fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético. Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción. Una vez que el material fresco ha sido almacenado, compactado y cubierto para excluir el aire, el proceso del ensilaje se puede dividir en cinco etapas. Oude Elferink, S.J.W.H; Driehuis, F; Gottschal, J.C; Spoelstra, S.F. (1999).

- **Fase aeróbica.** En esta fase -que dura sólo pocas horas- el oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias. Además, hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0). Oude Elferink, S.J.W.H; Driehuis, F; Gottschal, J.C; Spoelstra, S.F. (1999).

- **Fase de transición.** - En esta empieza a agotarse el aire (O<sub>2</sub>), hay fermentación intracelular, en la cual los azúcares del forraje se descomponen en alcohol y CO<sub>2</sub>. Desaparecen las bacterias productoras de ácido acético. Se inicia el desarrollo de bacterias ácido – lácticas. Descenso del pH. Dura pocos días. Oude Elferink, S.J.W.H; Driehuis, F; Gottschal, J.C; Spoelstra, S.F. (1999).

- **Fase de fermentación.** Esta fase comienza al producirse un ambiente anaeróbico. Dura de varios días hasta varias semanas, dependiendo de las características del material ensilado y de las condiciones en el momento del ensilaje. Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad BAC proliferará y se convertirá en la población predominante. A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a



valores entre 3,8 a 5,0. Oude Elferink, S.J.W.H; Driehuis, F; Gottschal, J.C; Spoelstra, S.F. (1999).

- **Fase estable.** Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios. La mayoría de los microorganismos de la Fase 2 lentamente reducen su presencia. Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo; otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas. Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos, pero a menor ritmo. Oude Elferink, S.J.W.H; Driehuis, F; Gottschal, J.C; Spoelstra, S.F. (1999).

- **Fase de deterioro aeróbico.** Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire. Esto es inevitable cuando se requiere extraer y distribuir el ensilaje, pero puede ocurrir antes de iniciar la explotación por daño de la cobertura del silo (por ejemplo, roedores o aves). El período de deterioro puede dividirse en dos etapas. La primera se debe al inicio de la degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Esto induce un aumento en el valor del pH, lo que permite el inicio de la segunda etapa de deterioro; en ella se constata un aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos. La última etapa también incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos -también facultativos- como mohos y entero bacterias. El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire. Las pérdidas por deterioro que oscilan entre 1,5 y 4,5 por ciento de materia seca diarias pueden ser observadas en áreas afectadas. Oude Elferink, S.J.W.H; Driehuis, F; Gottschal, J.C; Spoelstra, S.F. (1999).

## **E. RENDIMIENTO DE SILAJE**

En Temuco, se comparó la producción invernal y posteriormente la recuperación para ensilaje de varios cereales sembrados en otoño asociados con vicia atropurpúrea, la producción de silaje en materia seca

fue 10.58 TM MS / Ha para ensilaje de avena strigosa, 12.17 TM MS/ Ha para la avena soleil II y 11.03 TM MS / Ha, para la avena rubia. (INIA, s/f) Citado por SOTO, P. (1993).

En el rendimiento comparativo de tres variedades de avena asociada con vicia en ensilado los rendimientos de materia seca fueron 6.33 TM MS/ Ha para avena cajamarquina + vicia, 6.15 TM Kg de Ms/ Ha para la avena strigosa + vicia y 15.61 TM MS/Ha para la avena urano + vicia. AZAÑERO, I. (2013).

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA, TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN Y MATERIALES

#### 3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Fundo “Cristo Rey”, en el Distrito de Baños del Inca, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca, a una altitud de 2765 m.s.n.m



**Figura 1: Localización del área de estudio – Fundo Cristo Rey - Otuzco – Baños del Inca – Cajamarca**

#### 3.2 TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO ESTADÍSTICO

El presente trabajo experimental se analizó bajo el Diseño en Bloques Completamente Aleatorio con tres repeticiones donde el modelo matemático es:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

En donde:

**Y<sub>iJ</sub>** = Es la composición química de silaje de Avena + Vicia obtenido del i – ésimo estado fenológico

**U**= Es la media general

**T<sub>i</sub>** = Es el efecto del i – ésimo estado fenológico

**B<sub>j</sub>** = son las repeticiones de cada tratamiento

**E<sub>ij</sub>** = error experimental.

### 3.3 CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

#### BLOQUES

Número total : 3  
Largo : 21 m  
Ancho: : 5 m

#### PARCELAS

-Número total de parcelas : 9  
-Largo : 7 m  
-Ancho : 5 m  
-Área de cada parcela : 35 m<sup>2</sup>

#### Áreas

Área efectiva del campo experimental : 315 m<sup>2</sup>  
Área total del campo experimental : 374 m<sup>2</sup>

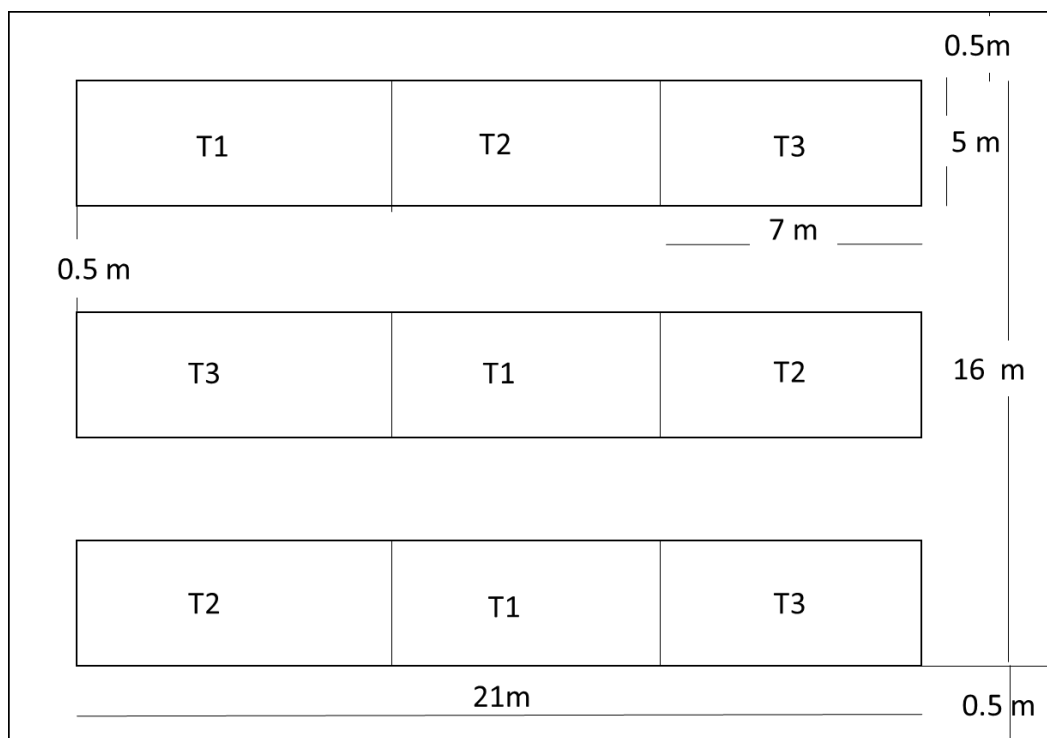


FIGURA N° 02. CROQUIS DEL CAMPO EXPERIMENTAL Y DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Cada bloque tuvo 105 m<sup>2</sup> de cultivo de avena + vicia para cada estado fenológico

El área cultivada fue de 374 m<sup>2</sup> que viene hacer el área total del terreno.

Los tratamientos se dividieron en tres estados fenológicos.

#### **-TRATAMIENTOS**

**T1.** Ensilado de avena en estado de floración + vicia.

**T2.** Ensilado de avena en estado grano lechoso + vicia.

**T3.** Ensilado de avena en estado pastoso + vicia.

#### **- PARÁMETROS EVALUADOS**

Composición química del silaje de Avena + Vicia para cada estado fenológico

- % Materia seca.
- % Proteína.
- % Extracto etéreo.
- % Fibra.
- % Cenizas.
- % Extracto libre de nitrógeno.

Rendimiento de silaje en Tal como ofrecido y en Materia seca

### **3.5 MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.5.1 MATERIAL EXPERIMENTAL**

-Semilla de avena (*Avena INIA 905 La cajamarquina*)

-Semilla de vicia (*Vicia INIA 907 caxamarca*).

#### **3.5.2 HERRAMIENTAS**

- Picos
- Palanas
- Hoz
- Rastrillo.

### **3.5.3 MATERIALES**

- Balanza
- Rafia
- Plástico resistente.
- Lapicero
- laptop
- Impresora
- cuaderno
- papel bond

### **3.5.4 MAQUINARIA**

- Arado de discos
- Rastra de discos
- Tiller

### **3.5.5 INSUMOS**

- Melaza

### **3.5.6 EQUIPO DE LABORATORIO**

- Balanza de precisión.
- Estufa.
- Mufla.
- Crisoles de porcelana.
- Campana deseadora.
- Papel filtro.
- Matraz.
- Molino.
- Embudo.

### **3.5.7 REACTIVOS**

- Éter.
- Ácido sulfúrico.
- Hidróxido de sodio.
- Fenolftaleína.

### 3.6 METODOLÓGIA

#### 3.6.1 INSTALACION DE PASTURA

##### -Preparación del terreno:

Esta actividad se llevó a cabo 30 días antes de la siembra utilizando tractor con arado de discos, y para el desterronado tiller.

##### -Tomas de muestras del suelo

Para el análisis se tomaron muestras en zig zag en todo lo largo del área experimental para luego mezclarlas y tomar una muestra de 500 gr de peso, la cual se llevó al laboratorio de análisis de suelos de la Estación Experimental Baños del Inca para determinar la composición química del suelo y determinar los niveles de fertilización, cuyos resultados se muestran en los cuadros 01 y 02

#### CUADRO Nº 01. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO DEL CAMPO EXPERIMENTAL

DETERMINACION	CANTIDAD
Fosforo disponible	19.08 ppm
Potasio disponible	330 ppm
Materia orgánica	1.65 %
Ph	7.0

Fuente: Laboratorio de suelos de la Estación Experimental Baños del Inca – INIA

#### CUADRO Nº 02. RECOMENDACIONES DE NUTRIENTES LABORATORIO DE SUELOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL BAÑOS DEL INCA.

NUTRIENTES	NITRÓGENO	FOSFORO	POTASIO
	105 Kg/Ha.	40 Kg/Ha.	30 Kg/Ha.

Fuente: Laboratorio de suelos de la estación Experimental Baños del Inca – INIA

### - Análisis de semilla

Se determinó la calidad de la semilla procedente del Programa Nacional de Investigación Agraria PNIA, el poder germinativo de la avena fue de 94.7 % y de la vicia fue 95.5 % siendo esta una semilla de buena calidad.

### - Siembra

El sistema de siembra al voleo en proporción 50 kg/Ha para la avena y 30 Kg/Ha para la vicia, para el campo experimental de 315 m<sup>2</sup> 1.6 kg de avena y 0.94 Kg de vicia.

### - Fertilización:

La fórmula de fertilización fue de 105 – 40 – 30, se utilizó fertilizantes químicos con la finalidad de cubrir los nutrientes recomendados; se aplicó en forma manual y al voleo antes de sembrar.

### CUADRO Nº 03. APOORTE DE NPK DE LOS INSUMOS UTILIZADOS

FERTILIZANTE	% N	% P	% K
Urea	46	-----	-----
Cloruro de potasio	-----	-----	60
Fosfato triple de calcio	-----	46	-----

En el cuadro 03 se observa el aporte de NPK de los insumos utilizados, la Cantidad de fertilizantes utilizados para el área experimental, fueron 7Kg de urea, 1.6 Kg de cloruro de sodio y 2.7 Kg de fosfato triple de calcio.

### Determinación de materia seca

Se tomó 3 sub muestras de cada tratamiento y fueron llevadas al laboratorio de INIA para determinar el porcentaje de humedad, en una estufa a 60°C por 48 horas.



### **3.6.2 ELABORACIÓN DE ENSILADOS**

#### **-Ensilado en estado de floración**

Se realizó cuando el pasto tenía 97 días de edad (06/04/2017), cuando el pasto estaba formado la panoja y espiguillas, Se procedió al corte del forraje manualmente, se dejó pre marchitar por un lapso de 12 horas luego el forraje entero sin picar se empezó a llenar en bolsa de plástico, luego del compactado se añadió melaza (6%), después se realizó el sellado de la bolsa. Las bolsas se abrieron a los 60 días después, se extrajo una muestra de 500 gr, se llevó a la estufa para análisis de materia seca, después la muestra molida se llevó al laboratorio para análisis de la composición química.

#### **- Ensilado en grano lechoso**

Se realizó a los 120 días de edad (01/05/2017) cuando la avena estaba en grano lechoso y la vicia en floración. Se procedió al corte del forraje manualmente, el forraje entero sin picar se empezó a llenar en la bolsa de plástico, se añadió melaza (6%), luego del compactado y sellado se pesó el minisilo bolsa antes y al momento de abrir la bolsa. A los 60 días, se extrajo una muestra de 500 gr, se llevó a la estufa para análisis de materia seca después la muestra molida se llevó al laboratorio para análisis de la composición química.

#### **- Ensilado en estado pastoso**

Se tuvo dos áreas destinadas a ensilar una con 2.28 Ha y la otra 105 m<sup>2</sup> ambos con cultivo de avena + vicia de la misma variedad estudiada.

#### **-En silo trinchera.**

Se realizó a los 152 días de edad (02/06/2017) La cantidad de forraje calculado para ensilar fue de 101.84 TN en silo trinchera, se realizó el corte de forraje usando maquinaria cortadora y picadora de forraje, se realizó el revestimiento del silo con plástico doble ancho, el llenado del silo se hizo distribuyendo el forraje en capas de 40 cm de altura, se adicionó la melaza (6%), el compactado se hizo con tractor, el sellado del silo se realizó cubriéndolo con plástico y tapándolo con tierra.

**-En bolsa.**

Se realizó a los 152 días de crecimiento (02/06/2017) cuando la avena estaba formada en grano pastoso y la vicia estaba en llenado de vaina, Se procedió al corte del forraje utilizando la hoz, se ensiló el forraje entero sin picar, se añadió melaza (6%) y se realizó el compactado y sellado del minisilo bolsa, se abrió a los 60 días, se extrajo una muestra de 500 gr, se llevó a la estufa para análisis de materia seca y análisis de la composición química.

**Dimensiones del silo trinchera**

Se construyó dos silos con capacidad para 72.9 TN y 36.45 TN utilizando tractor oruga para perforar el suelo con dimensiones de 18 m de largo x 5 m de ancho superior x 1.5 m de altura y el otro con dimensiones de 9 m de largo x 5 m de ancho y 1.4 m de altura.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

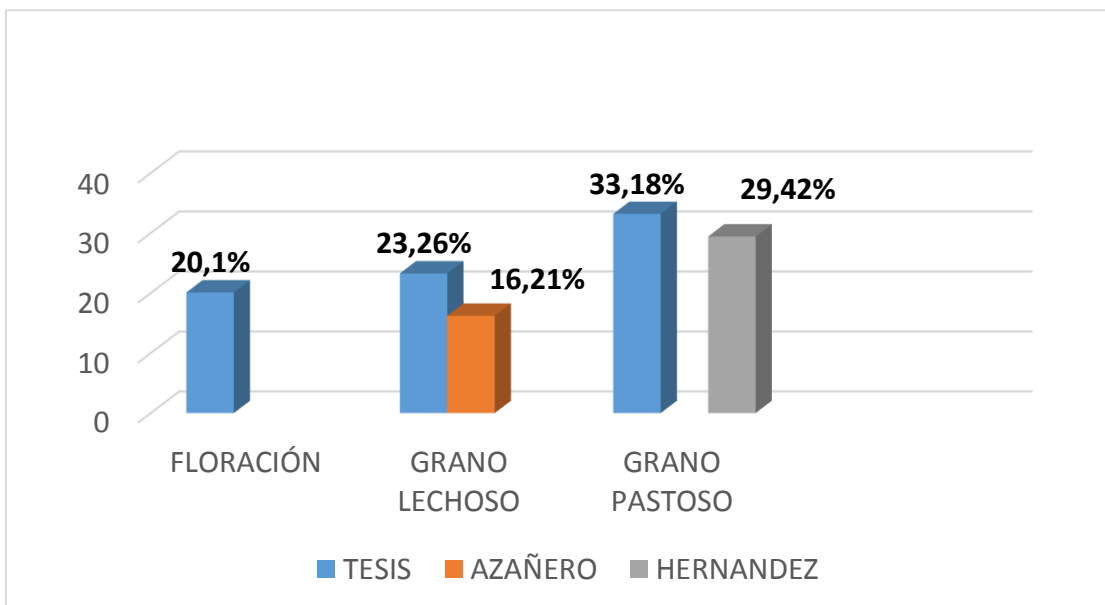
#### 4.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS TRATAMIENTOS

A continuación, se detallan los resultados de Materia Seca, Cenizas, Proteína, Extracto Etéreo, Fibra, Extracto libre de Nitrógeno de los tratamientos:

#### CUADRO N° 04. PORCENTAJE MATERIA SECA DEL ENSILADO EN ESTADOS FENOLÓGICOS.

TRATAMIENTOS	% Materia Seca			PROMEDIO
	I	II	III	
<b>Floración</b>	17.5	20.8	22.0	20.10
<b>Grano lechoso</b>	24.0	27.0	18.8	23.267
<b>Grano pastoso</b>	33.81	33.77	31.97	33.18

En el cuadro n°4, se muestran los resultados de materia seca donde el T3 obtuvo el mayor contenido de materia seca con 33.18 %, debido a la extracción de la humedad, la avena en estado pastoso y la vicia en llenado de vaina. Seguido del T2 = 23.267 % y T1 = 20.10 %.



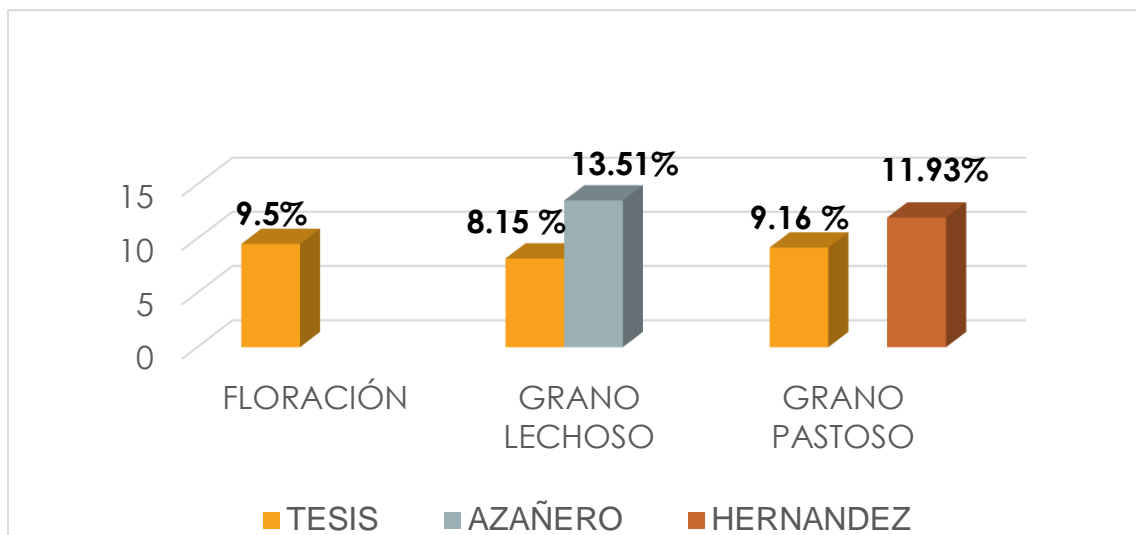
**GRÁFICO Nº 01. PORCENTAJES DE MATERIA SECA**

En el gráfico nº 01, se muestra el contenido de materia seca: T3 = 33.18 %, T2= 23.267 % y T1= 20.10 %, Azañero = 16.21% siendo este inferior en estado grano lechoso y Hernández = 29.42% siendo inferior en estado grano pastoso, en el T1 presento más humedad, T3 es estadísticamente significativo ( $p=0.05$ ), seguido T2 y T1

**CUADRO Nº05. PORCENTAJE DE CENIZAS DEL ENSILADO EN CADA UNO DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS**

TRATAMIENTOS	% Cenizas			
	I	II	III	Promedio
<b>Floración</b>	9.25	9.75	9.50	9.50
<b>Grano lechoso</b>	8.50	7.50	9.50	8.15
<b>Grano pastoso</b>	10.00	8.25	9.25	9.16

En el cuadro nº 5, se muestran los porcentajes de cenizas en donde los promedios para T1 = 9.5 %, para T2 = 8.15 % y para T3 = 9.16 % no se encontró diferencias significativas pues en la distribución de frecuencias ( $p > 0.05$  y  $0.01$ ) no es significativo.



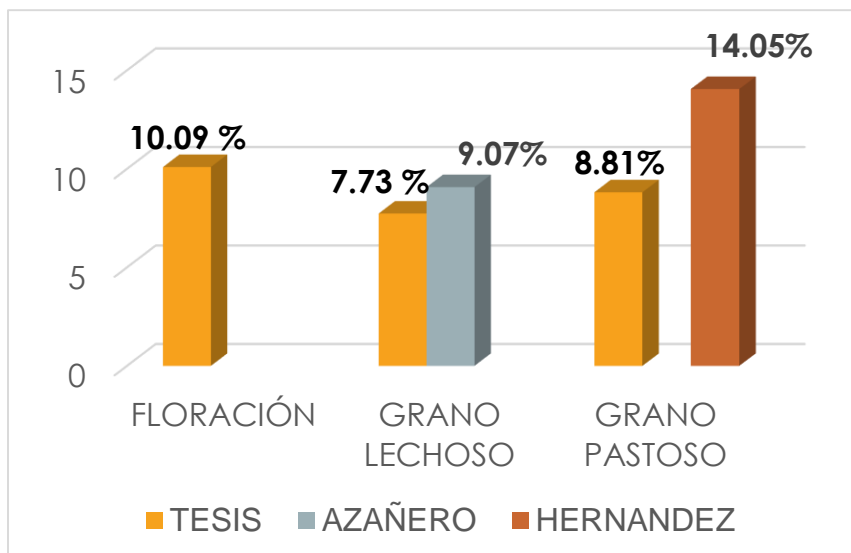
**GRÁFICO Nº 02. PORCENTAJE DE CENIZAS**

En el gráfico nº 02, se puede comparar con los resultados de Azañero, quien obtuvo 13.51 %, esto posiblemente por el tipo de silo que usó y Hernández obtuvo 11.93% esto posiblemente por tipo de silo usado y la variedad de avena ensilada.

**CUADRO Nº 06. PORCENTAJE PROTEÍNA DEL ENSILADO EN CADA UNO DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS**

TRATAMIENTOS	% Proteína			
	I	II	III	Promedio
<b>Floración</b>	8.75	10.94	10.59	10.09
<b>Grano lechoso</b>	9.71	5.69	7.79	7.73
<b>Grano pastoso</b>	7.18	7.7	11.55	8.81

En el cuadro nº 6, muestra los resultados de proteína, promedios para T1 = 10.09 %, T3 = 8.81 % y T2 = 7.73 % donde T1 obtuvo el mayor contenido de proteína con 10.09 % que se debería al aporte de proteína contenida en las hojas en el estado fenológico de floración, seguido del T3 con 8.81 % de proteína debido al aporte de proteína de los granos de avena y granos de vicia que se encontraban en llenado de vaina y T2 con 7.73 % podría deberse a que se cortó la avena a los 120 días de edad y 60 días de permanencia en el silo.



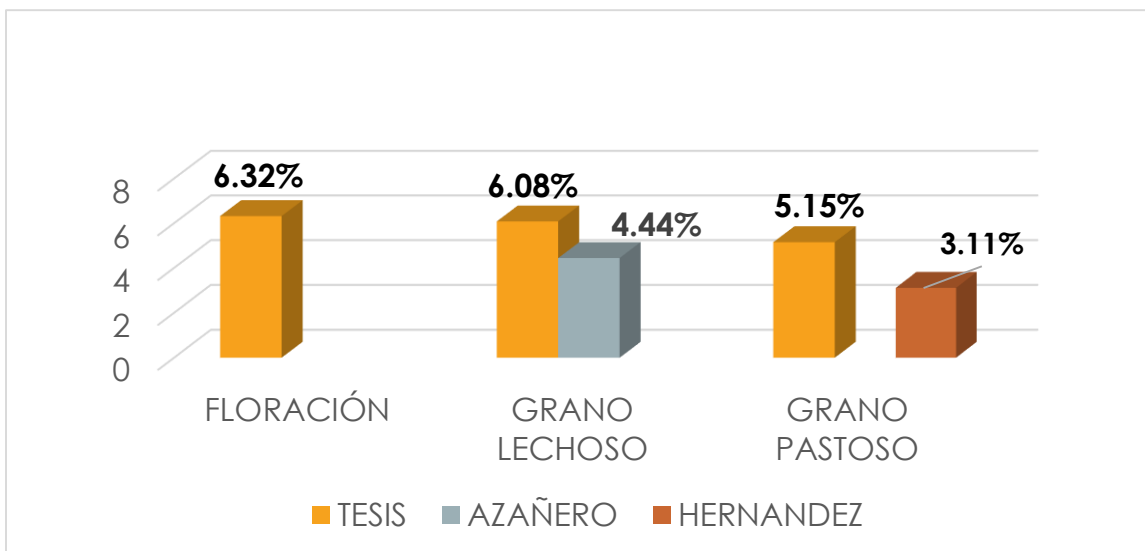
**GRÁFICO Nº 03. PORCENTAJE DE PROTEÍNA**

En el gráfico nº 03, se comparando con los resultados obtenidos por Azañero = 9.07 % que es superior a nuestros resultados posiblemente a que utilizó una densidad de siembra de 80% gramínea y 20% leguminosa y el pasto fue cortado a los 135 días en estado grano lechoso y una permanencia de 45 días en el silo; nuestros resultados son inferiores a los reportados por Hernández = 14.04% de proteína posiblemente a la variedad de avena, ensiló cuando la avena tenía 100 días de edad y también al suelo con bastante materia orgánica.

**CUADRO Nº 07. PORCENTAJE EXTRACTO ETÉREO DEL ENSILADO EN CADA UNO DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS.**

TRATAMIENTOS	% Extracto Etéreo			
	I	II	III	Promedio
<b>Floración</b>	6.21	5.87	6.88	6.32
<b>Grano lechoso</b>	6.95	5.65	5.64	6.08
<b>Grano pastoso</b>	4.74	5.44	5.28	5.15

En el cuadro nº 7, se muestran los resultados de Extracto Etéreo donde T1 = 6.32% seguido de T2 = 6.08% y T3 = 5.15 %, superiores a los reportados por Azañero con 4.44% de extracto etéreo y superior al reportado por Hernández con 3.11% esto podría deberse a la variedad de avena ensilada y la fase fenológica fue en estado pastoso.



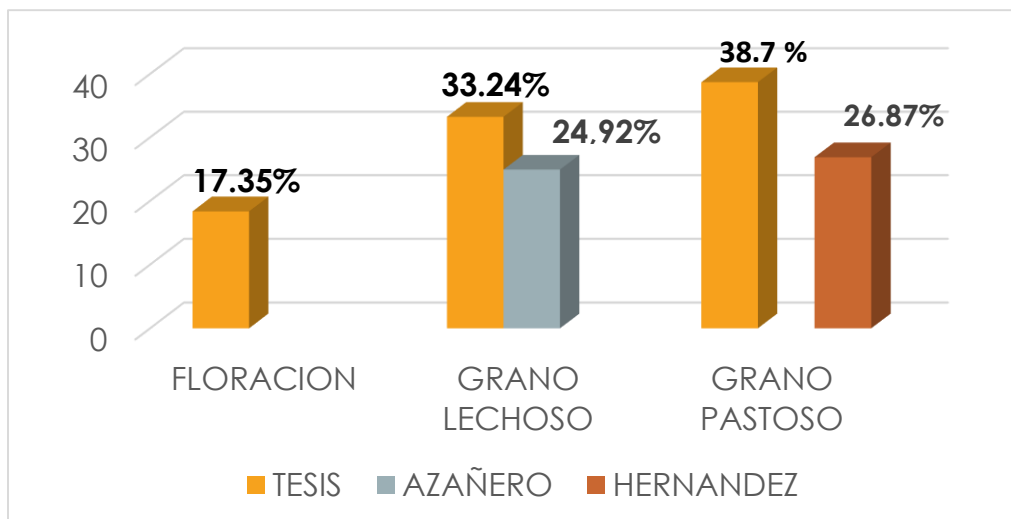
**GRÁFICO N° 04 PORCENTAJE DE EXTRACTO ETÉREO**

En el gráfico N° 04, se compara los resultados obtenidos con Azañero y Hernández donde nuestros resultados son superiores debido a la variedad de avena ensilada, tipo de silo y días de permanecía en el silo.

**CUADRO N° 08. PORCENTAJE DE FIBRA DEL ENSILADO EN CADA UNO DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS.**

TRATAMIENTOS	% de Fibra			
	I	II	III	Promedio
<b>Floración</b>	17.87	16.02	18.16	17.35
<b>Grano lechoso</b>	39.51	33.96	26.27	33.24
<b>Grano pastoso</b>	33.36	41.98	40.78	38.70

En el cuadro N° 8, se muestran los resultados de fibra donde T3 = 38.70 % es estadísticamente significativo ( $P > 0,05$ ), seguido de T2 = 33.24 % y T1 = 17.35 %, lo que indica que al incrementarse la maduración de la planta se incrementa la fibra.



**GRÁFICO Nº 05 PORCENTAJE DE FIBRA**

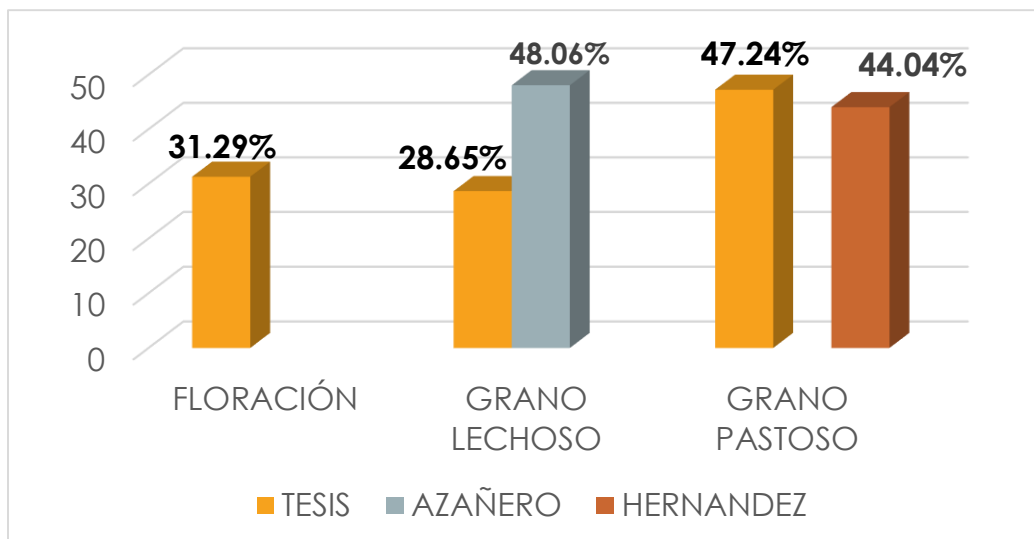
En el gráfico nº 05, se compara los resultados con los de Hernández que reporta 26.87% de fibra y Azañero reporta 24.92% siendo estos inferiores a los nuestros.

**CUADRO Nº 09. PORCENTAJE DE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO DEL ENSILADO EN CADA UNO DE LOS ESTADOS FENOLÓGICOS.**

TRATAMIENTOS	% de Extrato Libre de Nitrógeno			
	I	II	III	Promedio
<b>Floración</b>	27.35	32.22	34.30	31.29
<b>Grano lechoso</b>	30.97	28.68	26.30	28.65
<b>Grano pastoso</b>	48.65	47.35	45.72	47.24

En el cuadro Nº9, se muestra los resultados de extracto libre de nitrógeno donde T3 = 47.24 % existe diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) seguido de T1 = 31.29 % y T2 = 28.65 %.





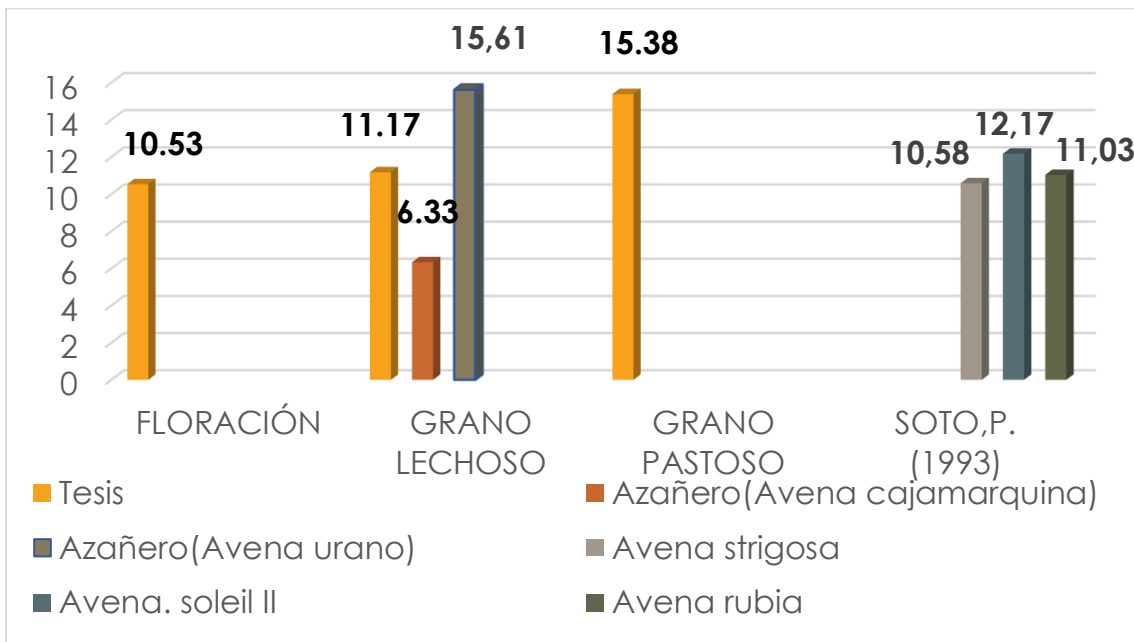
**GRÁFICO Nº 06. PORCENTAJE DE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO**

En el gráfico nº 06, muestra nuestros resultados para el T2 = 28.65 % es inferior al reportado por Azañero con 48.06%, para el T3 = 47.24 % es superior al reportado por Hernández con 44.04%, podría deberse tipo de silo, forma de ensilado, la variedad de avena ensilada.

**CUADRO Nº 10. RENDIMIENTO DE ENSILADO**

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO DE ENSILADO	
	TCO Kg/Ha	MS TM/Ha
<b>Floración</b>	52403.33	10.53
<b>Grano lechoso</b>	48014	11.17
<b>Grano pastoso</b>	46370	15.38

En el cuadro 10, se muestra los rendimientos de ensilado en tal como ofrecido y en materia seca, donde el T3 = 15.38 TM de MS/Ha, seguido T2 = 11.17 TM de MS/Ha, T1 = 10.53 TM de Ms/Ha.



### GRÁFICO Nº 07. RENDIMIENTO DE SILAJE EN TM MS/HA

En el gráfico nº 07, se compara nuestros resultados con Azañero y Soto, T1 =10.53 TM MS/ Ha es menor a los reportados por Soto, en el T2 =11.17 TM MS/ ha es mayor a los reportados por Azañero con 6.33 TM para Avena cajamarquina; T2 = 11.17 TM es menor al reportado por Azañero con 15.61 TM para Avena urano. Para T3 = 15.38 TM es mayor a los resultados obtenidos por Soto, esto se debería a las distintas variedades de avena ensilada, al efecto de fertilización nitrogenada.

Costo de kilogramo de silaje  $S/.5374.10 / 46370 \text{ Kg silaje/Ha} = S/. 0.12$

Costo de kilogramo de silaje  $S/.4205.85 / 52403.33 \text{ Kg silaje / Ha} = S/. 0.080$

Costo de kilogramo de silaje  $S/.4206.3 / 48014 \text{ Kg silaje/ Ha} = S/. 0.087$

**CUADRO N° 11. COSTOS DE ELABORACIÓN DE SILAJE ESTADO GRANO PASTOSO**

ACTIVIDAD	N°	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR UNIT	SUBTOTAL	TOTAL
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>					
Arado	3	hora	50	150	
Desterroneo y nivelado	1.5	hora	50	200	
Tapado de semilla	1.5	hora	50	200	
Análisis de suelo					
<b>SIEMBRA</b>					
Fertilización	1	jornal	20	20	
Distribución de semilla	1	jornal	20	20	
<b>LABORES CULTURALES</b>					
Limpieza de acequia	3	jornal	15	45	
Deshierbo	3	jornal	15	45	
<b>TOTAL</b>					680
<b>INSUMOS</b>					
<b>SEMILLA</b>					
Avena	114	kilo	6	684	
Vicia	68.4	kilo	6	410.4	
<b>FERTILIZANTES</b>					
Urea	520.4	kilo	2	1040.8	
Cloruro de potasio	152	kilo	2	304	
Fosfato triple de calcio	148.7	kilo	2	297.4	
<b>TOTAL</b>					2736.6
<b>ELABORACION DE SILAJE</b>					
Melaza	2.5	cilindro x 250 lt	195	487.5	
Plástico	3	rollo x 100 m	150	450	
Tractor	4	hora	20	80	
Mano de obra	24	horas	20	480	
Cortadora y picadora	6	horas	35	210	
Carreta	6	horas	25	150	
<b>Tractor oruga(construcción de silo)</b>	<b>2</b>	<b>horas</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	
<b>TOTAL</b>					<b>1957.5</b>
<b>COSTO TOTAL S/.</b>					<b>5374.1</b>

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

1. Ensilar en el estado de 100 % floración por su alto contenido de proteína durante este estado fenológico, además existe mayor rendimiento de silaje en tal como ofrecido.
2. El mejor contenido de fibra existe en el estado de grano pastoso, también hay mejor rendimiento de materia seca al ensilar en el estado de grano pastoso.
3. El costo del kilogramo de silaje en los tres estados fenológicos fue de S/. 0.080 a S/.0.12

## **CAPITULO VI**

### **RECOMENDACIONES**

1. Pre marchitar el forraje en el estado de floración con el fin de elevar el contenido de materia seca ante de realizar el proceso de ensilado.
2. En caso de ensilar el forraje entero primero estrujar antes del llenado en la bolsa porque podría romper el plástico, facilita la compactación, mantener el silo bolsa en lugares protegidos de la lluvia, roedores.
3. Ensilar el forraje de preferencia cuando no haya presencia de lluvias ya que afectaría la calidad del ensilado.
4. Continuar los estudios de investigación en conservación de forrajes incluyendo otras especies forrajeras para elaboración de ensilado considerando que es una alternativa para la alimentación del ganado en tiempo de sequía.
5. Evaluar densidades de siembra de avena + vicia para elaboración de silaje para incrementar el porcentaje de proteína en el ensilado.

## BIBLIOGRAFÍA

- **AZAÑERO, I. 2013.** Rendimiento comparativo de tres variedades de Avena asociada con Vicia, en fresco, heno y ensilado – Tesis – Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias – Universidad Nacional de Cajamarca.
- **CONTRERAS, J. 2015** Evaluación de dos tipos de siembra de Avena y Cebada asociado a la Vicia, Utilizando diferentes proporciones y aplicar a la Conservación de Forraje para la Alimentación de Alpacas en las zonas alto andinas de la Región Huancavelica”- Proyecto de Investigación – FOCAM – Universidad Nacional de Huancavelica.
- **FLORIAN, R. 2005.** “Evaluación del rendimiento y valor nutritivo de la asociación avena – vicia forrajera en la cuenca de Cajamarca”.
- **HERNANDEZ, P. 2012.** “Efecto de la suplementación en vacas lecheras con heno y silaje de Avena – Vicia forrajeras sobre los 3000 m.s.n.m en Cajamarca”. Tesis – Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias – Universidad Nacional de Cajamarca.
- **LLANOS, N. 2004** “Corrección de Suelos Ácidos y Producción de Avena (Avena sativa), Vicia (Vicia sativa) y Rye Grass (Lolium multiflorum) con roca sedimentaria en el Distrito de la Encañada”, Tesis- Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales – Universidad Nacional de Cajamarca.
- **LOPEZ DEL CASTILO, D y TICLIAHUANCA, M. 2003** “Evaluación de la introducción de Vicia sativa en el Rendimiento Forrajero y Porcentaje de Proteína de las Pasturas Establecidas en el Valle de Cajamarca”, tesis – Facultad de Zootecnia – Universidad Nacional de Cajamarca.
- **SALCEDO, G. 1998.** “Valor nutritivo y degradabilidad ruminal de avena y vicia sativa”, Departamento de Ganadería, Instituto de enseñanza secundaria – “La Granja”, E – 39792 Heras. Cantabria – España.

- **OUDE ELFERINK, S.J.W.H; DRIEHUIS, F; GOTTSCHAL, J.C y SPOELSTRA, S.F. 1999** “Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos”- Estudio 2.0, “los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación- Institute for Animal Science and Health, Dept. Microbiology, Groningen State University - Holanda.
  
- **SOTO, P. 1993** “Forrajes Suplementarios de invierno y verano”- Praderas para Chile.
  
- **SAINS RAMIREZ, A. 2018** “Efecto de la combinación de ensilado de girasol (*Helianthus annuus*) y ensilado de maíz (*zea mays*) en la producción de leche y los costos de alimentación en sistemas de producción de leche en pequeña escala en el noroeste del estado de México”.
  
- **WAYNE, D. 2002.** “Bioestadística Base para el análisis de ciencias de la Salud” editorial Limusa Wiley, México DF.

# **ANEXOS**



## A. CALCULO DE LAS CANTIDADES DE FERTILIZANTES UTILIZADOS

recomendación de laboratorio NPK

**105-40-30**

### UREA

$$\begin{array}{rcl}
 100 & \text{kg urea} & \longrightarrow & 46 \% \text{ N} \\
 X & & \longleftarrow & 105
 \end{array}
 \qquad
 X = 228.26 \text{ kg}$$

cantidad de urea para área experimental

$$\begin{array}{rcl}
 228.26 & & \longrightarrow & 10000 \text{ m}^2 \\
 X & & \longleftarrow & 315 \text{ m}^2
 \end{array}
 \qquad
 X = 7.19 \text{ kg de urea}$$

### CLORURO DE POTASIO

$$\begin{array}{rcl}
 100 & \text{kg de cloruro de potasio} & \longrightarrow & 60 \% \text{ K}_2\text{O} \\
 X & & \longleftarrow & 30
 \end{array}
 \qquad
 X = 50 \text{ Kg}$$

cantidad de cloruro de potasio para el área experimental

$$\begin{array}{rcl}
 50 & & \longrightarrow & 10000 \text{ m}^2 \\
 X & & \longleftarrow & 315 \text{ m}^2
 \end{array}
 \qquad
 X = 1.6 \text{ kg cloruro de potasio}$$

### FOSFATO TRIPLE DE CALCIO

$$\begin{array}{rcl}
 100 & \text{kg de fosfato de fosfato} & \longrightarrow & 46\% \text{ P}_2\text{O}_5 \\
 X & & \longleftarrow & 40
 \end{array}
 \qquad
 X = 87.0 \text{ Kg}$$

cantidad de fosfato triple calcio

$$\begin{array}{rcl}
 87 & \longrightarrow & 10000 \text{ m}^2 \\
 x & \longleftarrow & 315 \text{ m}^2
 \end{array}
 \qquad
 X = 2.74 \text{ kg de fosfato triple de calcio}$$

## B. ANALISIS DEL PODER GERMINATIVO

### 1. Porcentajes de germinación

- Avena Inia 905 la cajamarquina obtuvo 94.7 % de poder germinativo
- Vicia Inia 907 caxamarca obtuvo 95 % de poder germinativo

El poder germinativo es un indicador muy importante para determinar la calidad de la semilla estas variaron entre 94 a 96 % lo que indica un buen poder germinativo.

**CUADRO N° 12. ANALISIS DEL PODER GERMINATIVO**

NUMERO DE MUESTRA		PODER GERMINATIVO											
		DIAS DE GERMINACION										% de germinacion	promedio %
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
AVENA INIA 905 LA CAJAMARQUINA	M-1					52	14	27	2			95	94.7
	M-2						3	51	41			95	
	M-3					3	22	46	23			94	
VICIA 907 CAXAMARCA	M-1					25	71					96	95.0
	M-2					39	55					94	
	M-3					70	25					95	

### CUADRO N° 13. RENDIMIENTO DE ENSILADO/ PARCELA

En el cuadro n° 15, se observa los pesos de ensilado para cada uno de los

TRATAMIENTOS	Rendimiento de ensilado TCO en Kg/ parcela		
	I	II	III
Floración	200.62	187.11	168.42
Grano lechoso	183.645	183.197	166.11
Grano pastoso	152.355	133.84	165.97

tratamientos, en este proceso se pesó los silos bolsa al inicio y al final cada parcela fue de 35 m<sup>2</sup>

### CUADRO N° 14. CALCULO DEL RENDIMIENTO DE ENSILADO E KG TCO Y MS POR HECTAREA

TRATAMIENTOS	Rendimiento de ensilado TCO en Kg/ Há				Promedio TCO/Há	Promedio MS %	MS/Ha
	I	II	III				
Floración	57320	52470	47420	52403.33	20.10	10533.07	
Grano lechoso	53460	52342	38240	48014	23.267	11171.417	
Grano pastoso	48120	47460	43530	46370	33.18	15385.566	

En el cuadro n° 16, se muestra los rendimientos de ensilado en TCO y en MS para cada uno de los Tratamientos elevados a la Hectárea, donde el mayor rendimiento de materia seca tiene el ensilado en estado de grano pastoso con 15385.56 Kg de MS / Há, seguido el ensilado en estado grano lechoso con 11171.417 Kg de MS/ Há y el ensilado en estado de floración con 10533.07 Kg de MS / Há. Para este procedimiento se obtuvo los pesos de ensilado de cada parcela, luego se obtuvo el Promedio de cada tratamiento, luego se sacó el porcentaje respecto al Promedio de materia seca de cada tratamiento para una Hectárea

**C. DESARROLLO DEL DISEÑO EN BLOQUES COMPLETAMENTE ALEATORIO  
PROGRAMA SAS.**

**TEST SHAPIRO – WILK.** En estadística, el Test de Shapiro–Wilk se usa para contrastar la normalidad de un conjunto de datos. Se plantea como hipótesis nula que una muestra  $x_1, \dots, x_n$  proviene de una población normalmente distribuida. Fue publicado en 1965 por Samuel Shapiro y Martin Wilk.<sup>1</sup> Se considera uno de los test más potentes para el contraste de normalidad, sobre todo para muestras pequeñas ( $n < 30$ ).

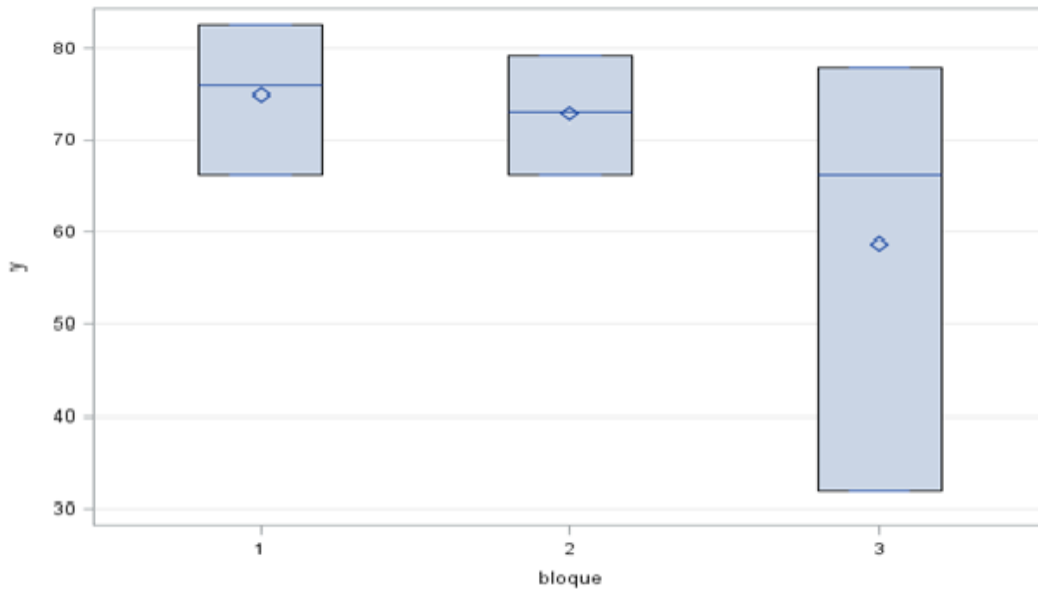
**CUADRO N° 15. ANALISIS ESTADISTICO PARA HUMEDAD**

TRATAMIENTOS	Bloques			PROMEDIO
	I	II	III	
Floración	82.50	79.20	78.00	79.9000
Grano lechoso	76.00	73.00	81.20	76.7333
Grano pastoso	66.19	66.23	31.97	54.7966
PROMEDIO	74.896	72.81	63.7233	70.476

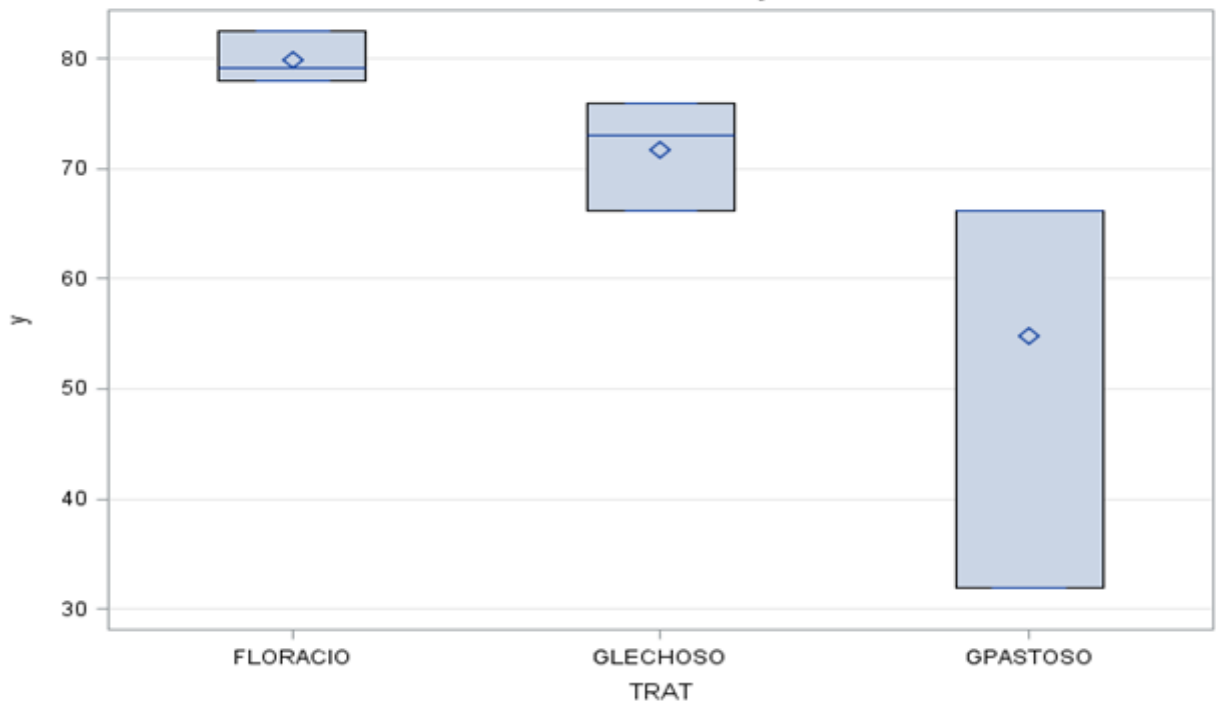
**ANALISIS DESCRIPTIVO**

- Estadístico descriptivos:

The MEANS Procedure							
Variable	N	Mean	Variance	Std Dev	Minimum	Median	Maximum
<b>FLORACION</b>	3	79.9000	5.43000	2.33026	78.0000	79.2000	82.5000
<b>GLECHOZO</b>	3	76.7333	17.21333	4.14885	73.0000	76.0000	81.2000
<b>GPASTOZO</b>	3	54.7966	390.7923	19.7688	31.97000	66.1900	66.2300



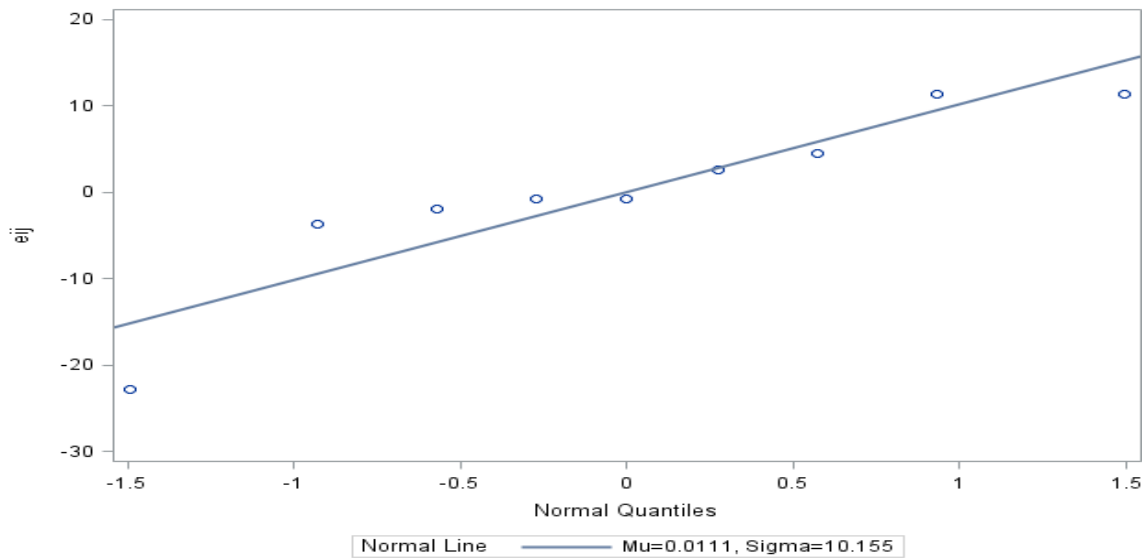
**FIGURA N° 03. CAJÁS PARA BLOQUES VARIABLE HUMEDAD**



**FIGURA 04 CAJÁS PARA TRATAMIENTOS VARIABLE HUMEDAD,**

## Verificación de supuestos

- Normalidad



**FIGURA N° 05. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE HUMEDAD**

- Shapiro – Wilk

$H_0$ : Los datos provienen de una población normal

$H_A$ : Los datos no provienen de una población normal

### Tests for Normality

Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk	W 0.75872	Pr < W 0.01

$$W_c = 0.75872 < W_{0.95(9)} = 0.978$$

Se acepta la hipótesis que los datos proceden de una población normal. Lo corrobora la figura N° 05.

### Homogeneidad de varianza

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_i^2$$

$$H_A : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

$$F_{MAX} = \frac{s_{Mayor}^2}{s_{Menor}^2} = \frac{390.7}{5.4} = 72.4, \quad F_{Max(0.95), (3,2)} = 87.50$$

Se observa que el  $F_{MAX}$ . calculado 72.4 es menor que el  $F_{MAX(0.95), (3,2)} = 87.50$

Por lo que decimos se acepta la Homogeneidad de varianzas. Dado a que se cumplen los supuestos de Normalidad y Homogeneidad de varianzas, se procede a realizar el análisis de varianza de la variable humedad.

**CUADRO N° 16. Análisis de varianza para humedad (ANVA)**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular 0.05 0.01
Bloque	2	463.7600	231.8800	2.45	6.94 18.00
Tratamientos	2	983.8981	491.9490	5.20	6.94 18.00
Error	4	378.7810	94.6953		
Total	8	1826.4392			

$$CV = 14.14\%$$

$$\bar{y}_{..} = 68.811$$

El análisis de varianza muestra que no hay significación estadística para tratamientos, indicándonos que no hay diferencias reales para la humedad entre las etapas de floración, grano lechoso y grano pastoso respectivamente.

Tratamientos	Promedio
Floración	79.90
Grano lechoso	71.43
Grano pastoso	54.79

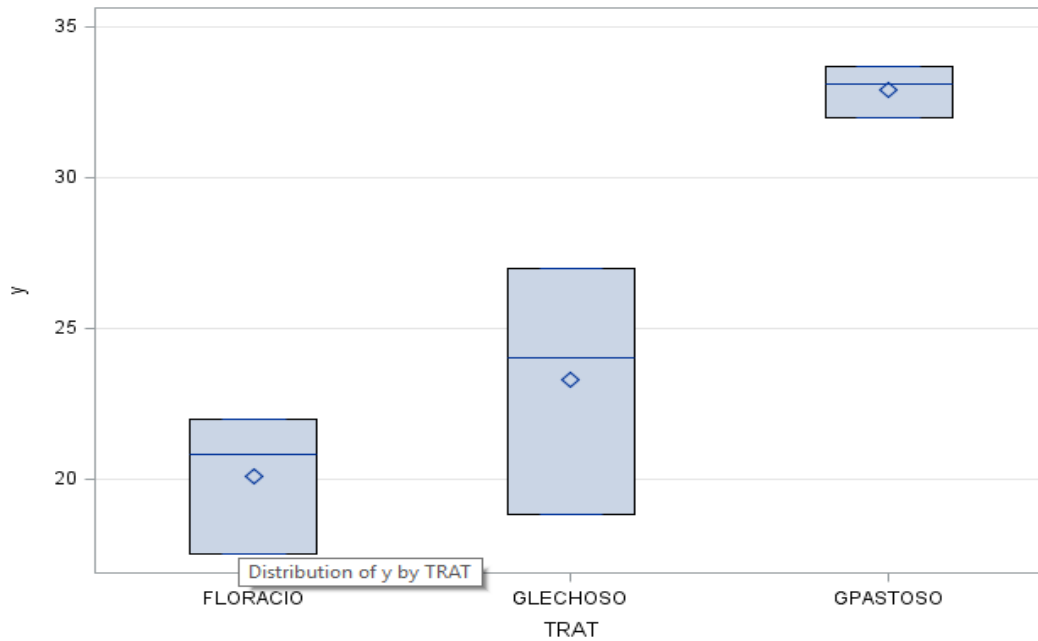
**CUADRO N° 17. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA MATERIA SECA**

TRATAMIENTOS	Bloques			PROMEDIO
	I	II	III	
Floración	17.5	20.8	22.0	20.10
Grano lechoso	24.0	27.0	18.8	23.267
Grano pastoso	33.81	33.77	31.97	33.18
PROMEDIO	25.1033	27.19	24.2566	25.516

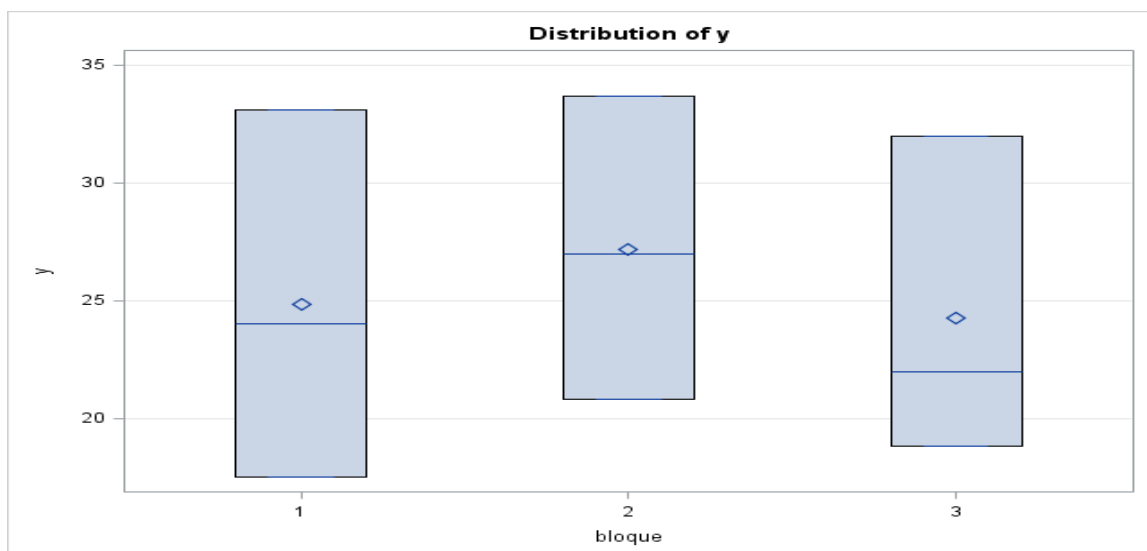
## ANÁLISIS DESCRIPTIVO

### Estadístico descriptivos

Variable	N	Mean	Variance	Std Dev	Minimum	Median	Maximum
FLORACION	3	20.1000000	5.4300000	2.3302360	17.5000000	20.8000000	22.0000000
GLECHOSO	3	23.2666667	17.2133333	4.1488954	18.8000000	24.0000000	27.0000000
GPASTOZO	3	32.9233333	0.7716333	0.8784266	31.9700000	33.1000000	33.7000000



**FIGURA N°06. CAJAS PARA TRATAMIENTOS VARIABLE MATERIA SECA**

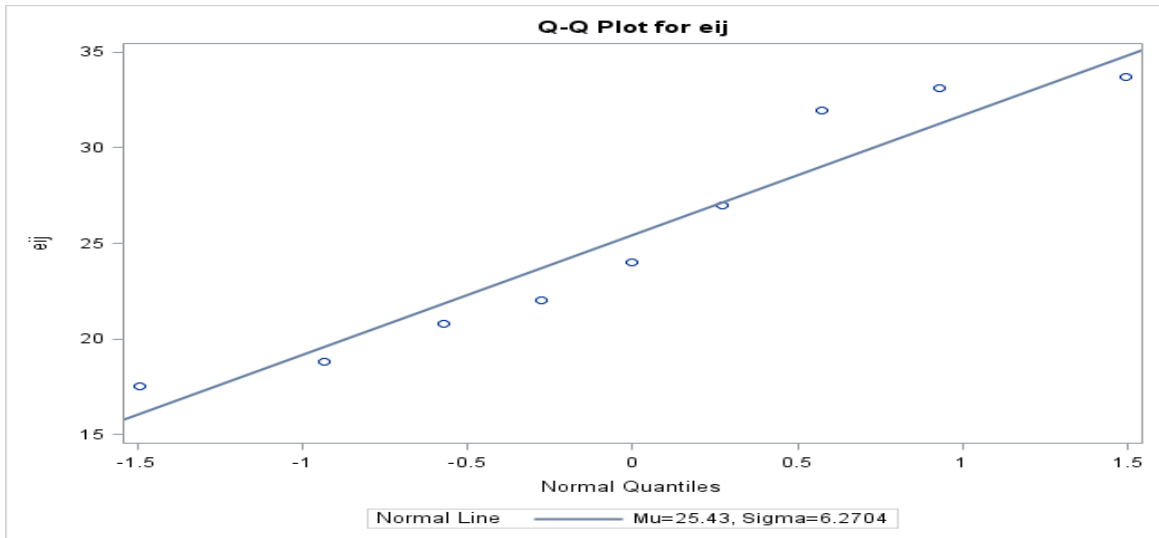


**FIGURA N°07. CAJAS PARA BLOQUES VARIABLE MATERIA SECA**



Verificación de supuestos

- Normalidad



**FIGURA N° 08. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE MATERIA SECA**

- Shapiro – Wilk

$H_0$ : Los datos provienen de una población normal

$H_A$ : Los datos no provienen de una población normal

#### Tests for Normality

Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk	W 0.903994	Pr < W 0.2761

Se acepta la hipótesis que los datos proceden de una población normal. Lo corrobora la figura 1.

#### Homogeneidad de varianza

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_i^2$$

$$H_A : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

$$F_{MAX} = \frac{s_{Mayor}^2}{s_{Menor}^2} = \frac{17.21}{0.77} = 22.30, \quad F_{Max(0.95), (3,2)} = 87.50$$

Se observa que:

el  $F_{MAX}$ . calculado 22.30 es menor que el  $F_{MAX(0.95), (3,2)} = 87.50$

Por lo que decimos se acepta la homogeneidad de varianzas. Dado a que se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se procede a realizar el análisis de varianza de la variable Materia Seca.

**CUADRO N° 18. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA MATERIA SECA (ANVA)**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular 0.05 0.01
Bloque	2	14.1302	7.0651	0.86	6.94 18.00
Tratamientos	2	267.7168	133.8584	16.37*	6.94 18.00
Error	4	32.6997	70.4618		
Total	8	314.5468			

CV = 11.24%

$\bar{y}_{..} = 25.43$

Existen diferencias significativas entre tratamlenos, siendo superior en el tratamiento de grano pastoso, seguido del tratamiento de grano lechoso y tratamiento de floración

Tratamientos	Promedio
Grano pastoso	33.18 a
Grano lechoso	23.267 a b
Floración	20.100 b

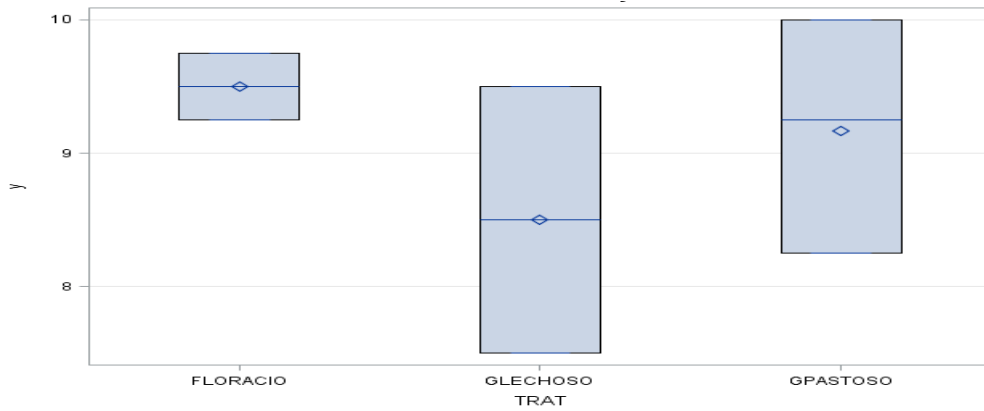
**CUADRO N°19. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA CENIZAS**

TRATAMIENTOS	Bloques			PROMEDIO
	I	II	III	
Floración	9.25	9.75	9.50	9.50
Grano lechoso	8.50	7.50	9.50	8.5
Grano pastoso	10.00	8.25	9.25	9.16
PROMEDIO	9.25	8.50	9.4166	9.055

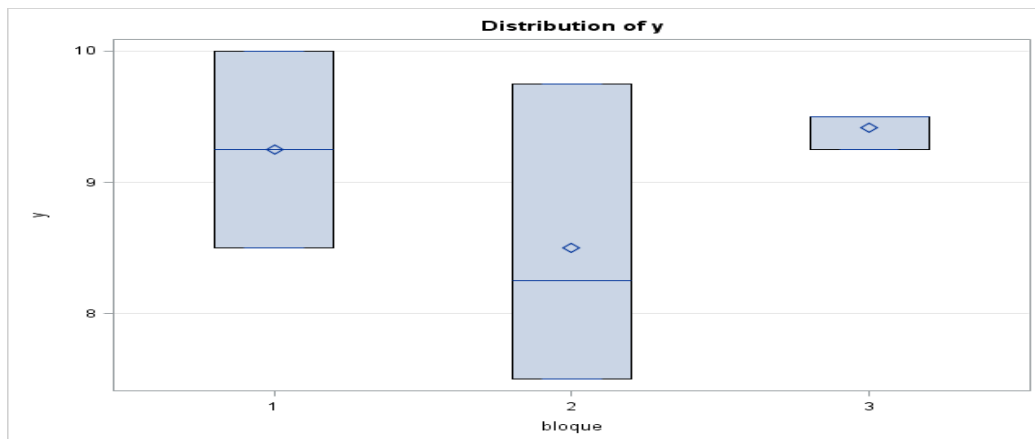
## Análisis descriptivos

### Estadístico descriptivos

Variable	N	Mean	Variance	Std Dev	Minimum	Median	Maximum
<b>FLORACION</b>	3	9.500000	0.062500	0.250000	9.250000	9.500000	9.750000
<b>GLECHOZO</b>	3	8.500000	1.000000	1.000000	7.500000	8.500000	9.500000
<b>GPASTOZO</b>	3	9.166667	0.770833	0.877971	8.250000	9.250000	10.000000



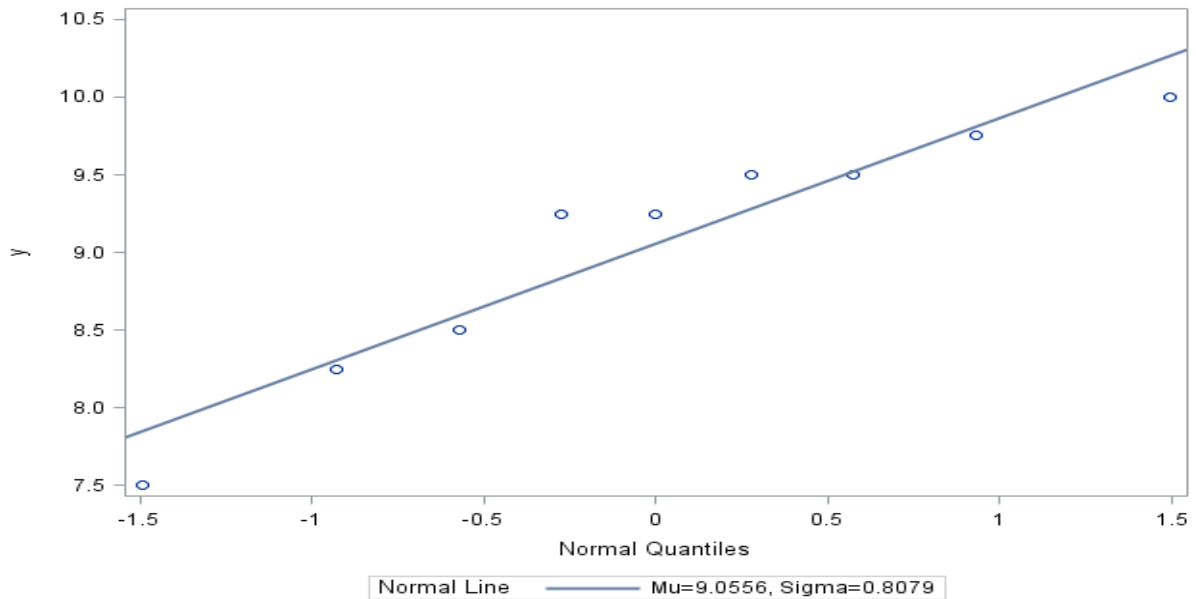
**FIGURA N°09. CAJAS PARA TRATAMIENTOS VARIABLE CENIZAS.**



**FIGURA N°10. CAJAS DE BLOQUES PARA LA VARIABLE CENIZAS**

## Verificación de supuestos

- Normalidad



**FIGURA N°11. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE CENIZAS**

- Shapiro – Wilk

$H_0$ : Los datos provienen de una población normal

$H_A$ : Los datos no provienen de una población normal

### Tests for Normality

Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk	W 0.910055	Pr < W 0.3163

### HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_i^2$$

$$H_A : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

$$F_{MAX} = \frac{s_{Mayor}^2}{s_{Menor}^2} = \frac{1.00}{0.06} = 16.7, F_{Max(0.95), (3,2)} = 87.50$$

Se observa que el  $F_{MAX}$ . calculado 16.7 es menor que el  $F_{MAX(0.95), (3,2)} = 87.50$  Por lo que decimos se acepta la homogeneidad de varianzas. Dado a que se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se procede a realizar el análisis de varianza de la variable Cenizas.

### CUADRO N° 20. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA CENIZAS (ANVA)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular 0.05 0.01
Bloque	2	1.4305	0.7153	1.28	6.94 18.00
Tratamientos	2	1.5555	0.7777	1.39	6.94 18.00
Error	4	2.2361	0.5590		
Total	8	5.2222			

CV = 8.25%

$\bar{y}_{..} = 9.05$

Tratamientos	Promedio
Floración	9.5000
Grano pastoso	9.1617
Grano lechoso	8.500

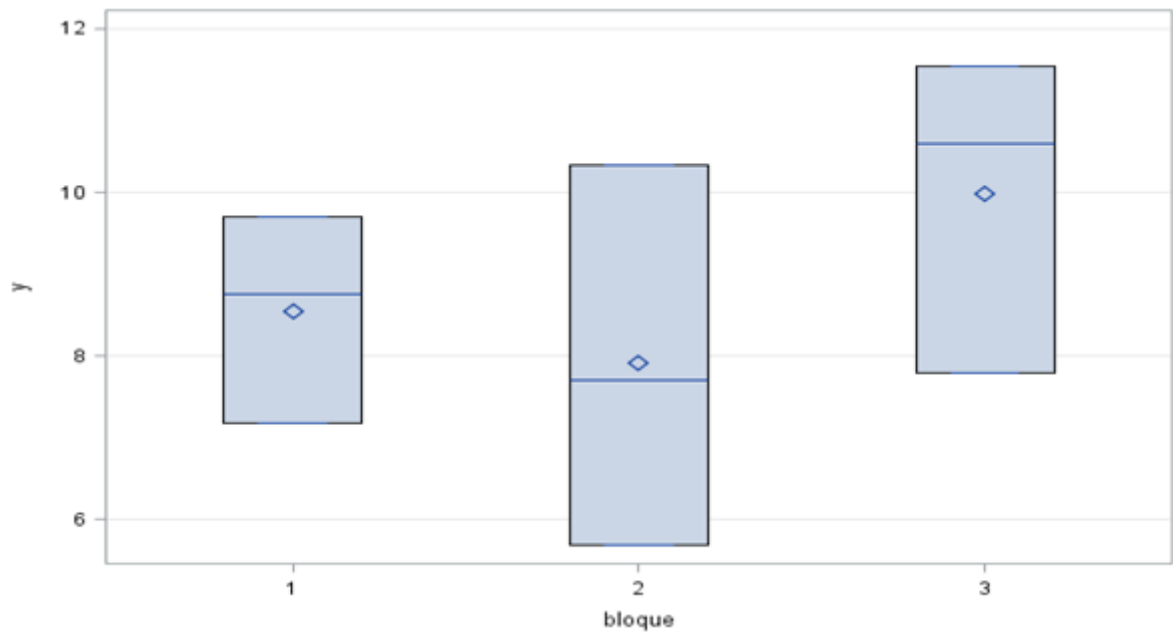
### CUADRO N° 21. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA PROTEÍNAS

TRATAMIENTOS	Bloques			PROMEDIO
	I	II	III	
Floración	8.25	10.94	10.59	10.09
Grano lechoso	9.71	5.69	7.79	7.73
Grano pastoso	7.18	7.7	11.55	8.81
PROMEDIO	8.38	8.11	9.9766	8.8

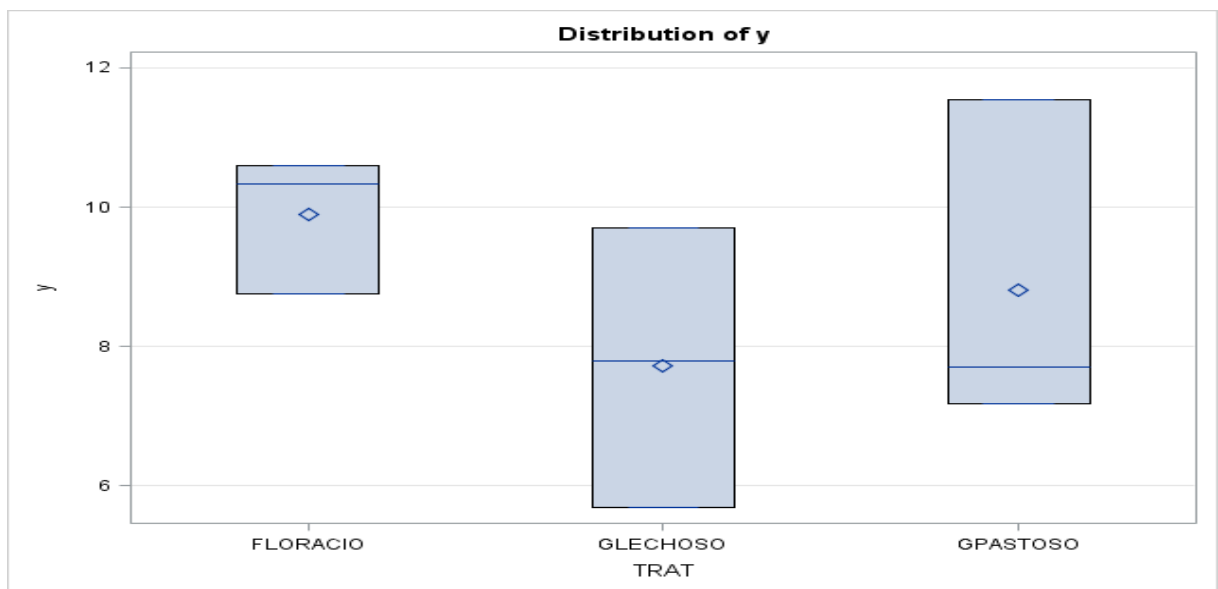
#### Análisis descriptivo

- Estadísticos descriptivos

Variable	N	Mean	Variance	Std Dev	Minimum	Median	Maximum
FLORACION	3	10.090000	1.0240333	1.0119453	8.7500000	10.4000000	10.5900000
GLECHOZO	3	7.7300000	4.0428000	2.0106715	5.6900000	7.7900000	9.7100000
GPASTOZO	3	8.8100000	5.6983000	2.3871112	7.1800000	7.7000000	11.5500000



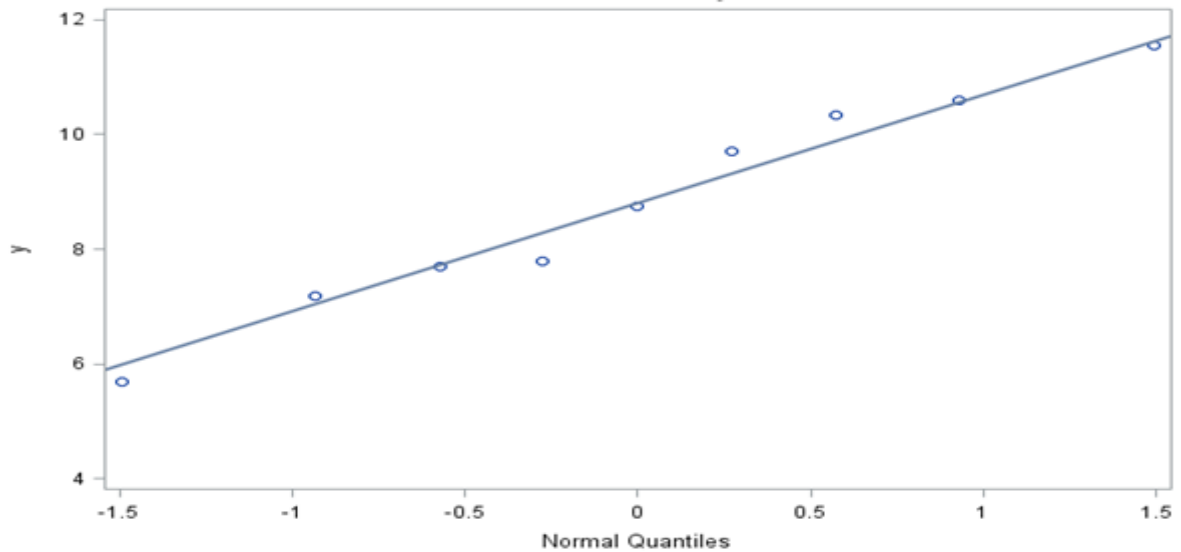
**FIGURA N°12. CAJAS PARA BLOQUES VARIABLE PROTEINA**



**FIGURA N°13. CAJAS PARA TRATAMIENTOS VARIABLE PROTEÍNA**

## Verificación de supuestos

- Normalidad



**FIGURA N°14. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE PROTEÍNA**

- Shapiro – Wilk

$H_0$ : Los datos provienen de una población normal

$H_A$ : Los datos no provienen de una población normal

### Tests for Normality

Test	Statistic	p Valúe
Shapiro-Wilk W	0.971409	Pr < W 0.9065

Homogeneidad de varianzas

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_i^2$$

$$H_A : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

$$F_{MAX} = \frac{s_{Mayor}^2}{s_{Menor}^2} = \frac{5.69}{0.99} = 5.75, \quad F_{Max(0.95), (3,2)} = 87.50$$

Se observa que el  $F_{MAX}$ . calculado 5.75 es menor que el  $F_{MAX(0.95), (3,2)} = 87.50$

Por lo que decimos se acepta la homogeneidad de varianzas.

Dado a que se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se procede a realizar el análisis de varianza de la variable proteína.

**CUADRO N° 22. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PROTEÍNAS (ANVA)**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular 0.05 0.01
Bloque	2	6.7214	3.3607	0.91	6.94 18.00
Tratamientos	2	7.0200	3.5100	0.95	6.94 18.00
Error	4	14.7529	3.6882		
Total	8	28.4942			

CV =21.4%

$\bar{y}_{..} = 8.81$

El análisis de varianza muestra que no hay significación estadística para tratamientos, indicándonos que no hay diferencias reales para la Proteína entre las etapas de floración, grano lechoso y grano pastoso respectivamente.

Tratamientos	Promedio
Floración	10.09
Grano pastoso	8.810
Grano lechoso	7.730

**CUADRO N° 23. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EXTRACTO ETÉREO**

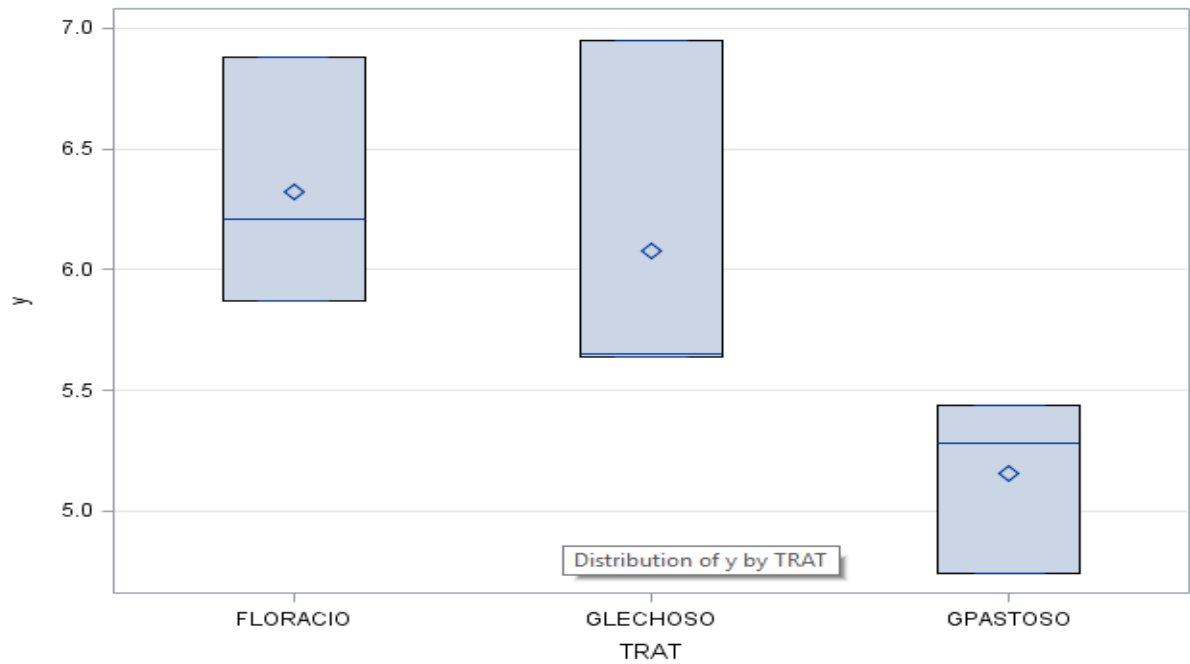
TRATAMIENTOS	Bloques			PROMEDIO
	I	II	III	
Floración	6.21	5.87	6.88	6.32
Grano lechoso	6.95	5.65	5.64	6.08
Grano pastoso	4.74	5.44	5.28	5.15
PROMEDIO	5.966	5.653	5.933	5.850

- Análisis descriptivo

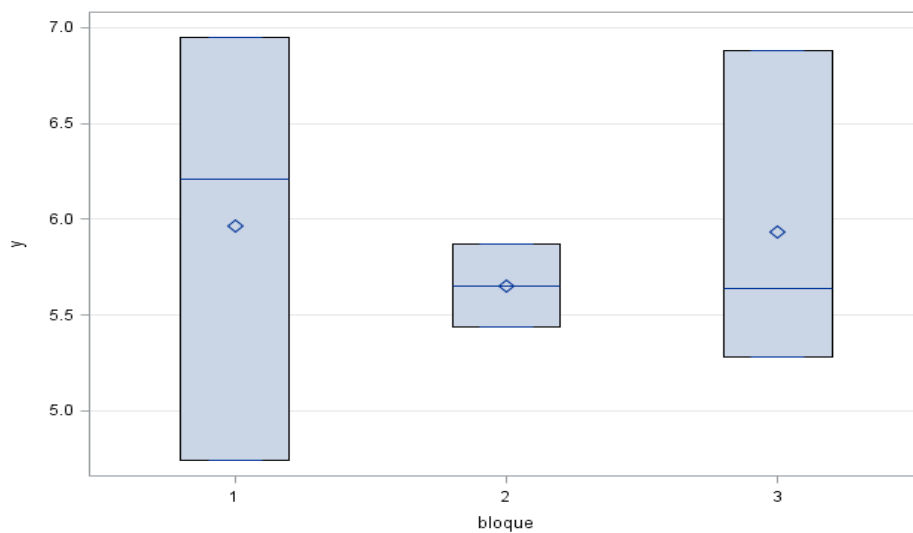
Estadísticos descriptivos

Variable	N	Mean	Variance	Std Dev	Minimum	Median	Maximum
<b>FLORACION</b>	3	6.320000	0.264100	0.513906	5.870000	6.210000	6.880000
<b>GLECHOZO</b>	3	6.146666	0.493033	0.702163	5.650000	5.840000	6.950000
<b>GPASTOZO</b>	3	5.153333	0.134533	0.366787	4.740000	5.280000	5.440000





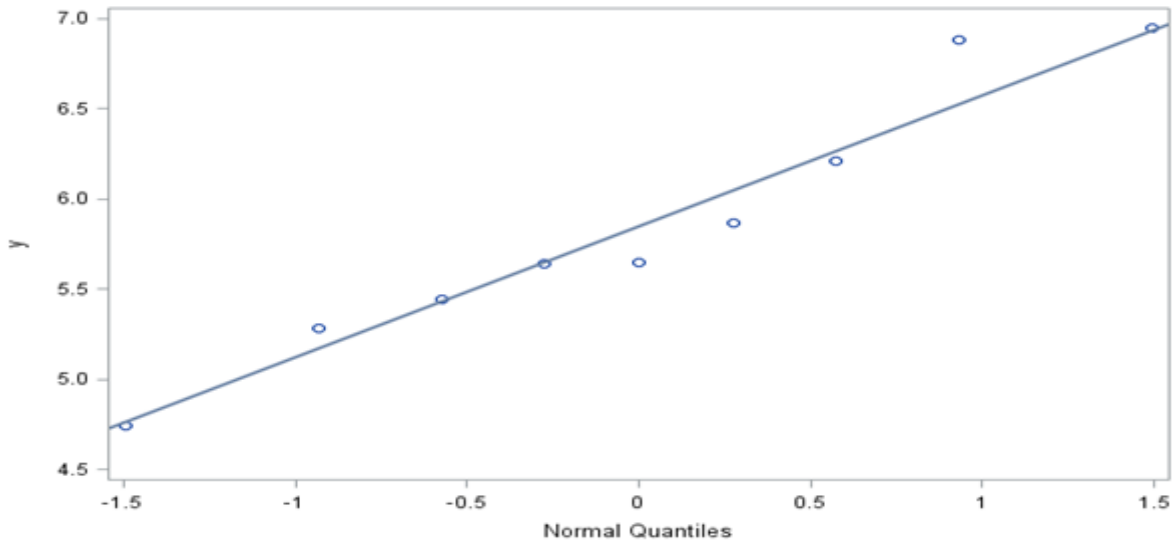
**FIGURA N°15 CAJAS DE TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE EXTRACTO ETÉREO**



**FIGURA N°16. CAJAS DE BLOQUES PARA LA VARIABLE EXTRACTO ETÉREO**

**Verificación de supuestos**

- Normalidad



**FIGURA N°17. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE EXTRACTO ETÉREO**

Shapiro – Wilk

H<sub>0</sub>: Los datos provienen de una población normal

H<sub>A</sub>: Los datos no provienen de una población normal

**Tests for Normality**

Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk	W 0.944656	Pr < 0.6317 W

Homogeneidad de varianzas

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_i^2$$

$$H_A : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

$$F_{MAX} = \frac{s_{Mayor}^2}{s_{Menor}^2} = \frac{0.56}{0.13} = 4.30, F_{Max(0.95), (3,2)} = 87.50$$

Se observa que el F<sub>MAX</sub>. calculado 4.30 es menor que el F<sub>MAX(0.95), (3,2) = 87.50</sub>

Por lo que decimos se acepta la homogeneidad de varianzas. Dado a que se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se procede a realizar el análisis de varianza de la variable extracto etéreo.

**CUADRO N° 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EXTRACTO ETÉREO (ANVA)**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular 0.05 0.01
Bloque	2	0.177688	0.088844	0.20	6.94 18.00
Tratamientos	2	2.277422	1.138711	2.60	6.94 18.00
Error	4	1.754977	0.438744		
Total	8	4.210088			

CV = 11.32%

$\bar{y}_{..} = 5.85$

El análisis de varianza muestra que no hay significación estadística para tratamientos, indicándonos que no hay diferencias reales para la Proteína entre las etapas de floración, grano lechoso y grano pastoso respectivamente

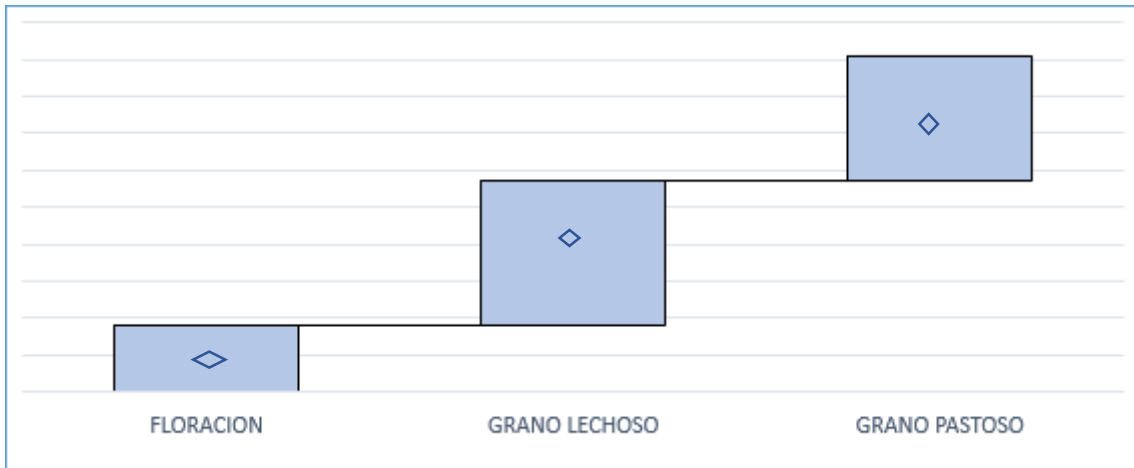
**CUADRO N° 25. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA FIBRA**

TRATAMIENTOS	Bloques			PROMEDIO
	I	II	III	
Floración	17.87	16.02	18.16	17.35
Grano lechoso	39.51	33.96	26.27	33.24
Grano pastoso	33.36	41.98	40.78	38.70
PROMEDIO	30.2466	30.6533	28.4033	29.76

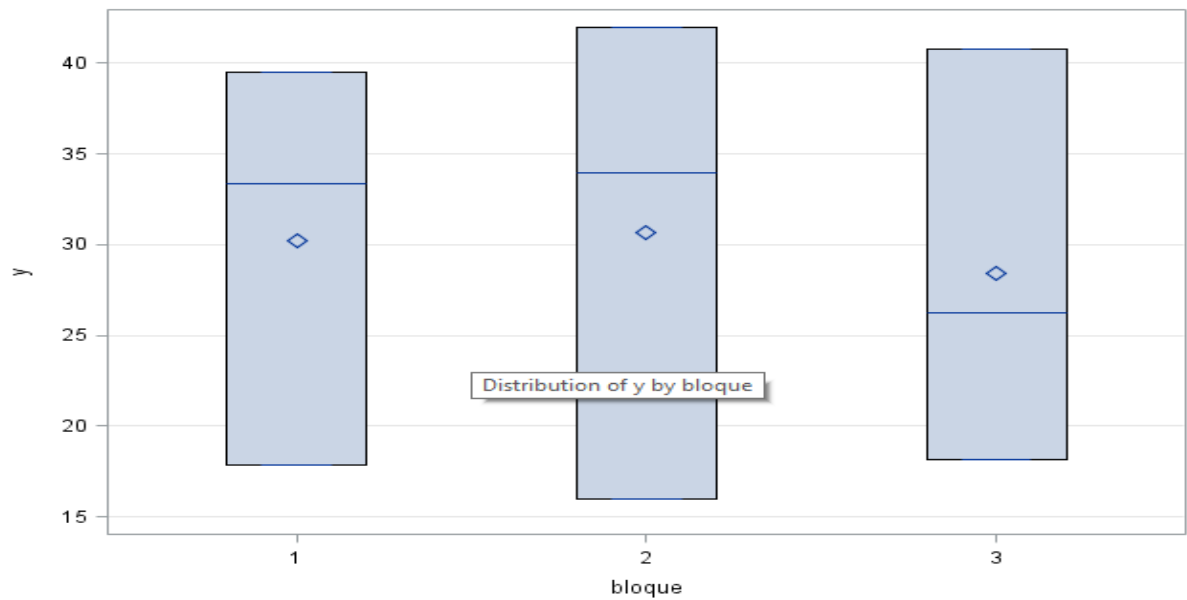
- Análisis descriptivo

Estadísticos descriptivos

Variable	N	Mean	Variance	Std Dev	Minimum	Median	Maximum
<b>FLORACION</b>	3	33.246666	44.206033	6.648761	26.27000	33.96000	39.51000
<b>GLECHOZO</b>	3	38.706666	21.800133	4.669061	33.36000	40.78000	41.98000
<b>GPASTOZO</b>	3	17.616666	0.497033	0.705005	16.82000	17.87000	18.16000



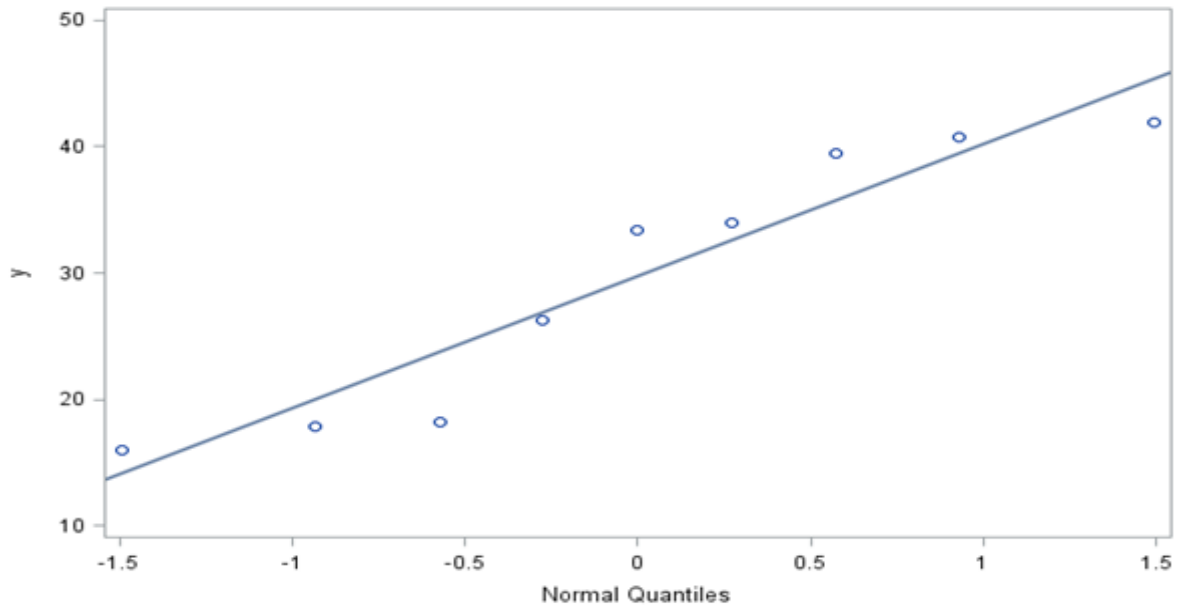
**FIGURA N° 18 CAJA DE TRATAMIENTOS PARA VARIABLE FIBRA**



**FIGURA N° 19. CAJA DE BLOQUES PARA VARIABLE FIBRA**

### Verificación de supuestos

- Normalidad



**FIGURA N° 20. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE FIBRA**

### Shapiro – Wilk

H<sub>0</sub>: Los datos provienen de una población normal

H<sub>A</sub>: Los datos no provienen de una población normal

#### Tests for Normality

Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk W	0.876878	Pr < W 0.1455

Homogeneidad de varianzas

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_i^2$$

$$H_A : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

$$F_{MAX} = \frac{s_{Mayor}^2}{s_{Menor}^2} = \frac{44.21}{1.35} = 32.7, \quad F_{Max(0.95), (3,2)} = 87.50$$

Se observa que el F<sub>MAX</sub>. calculado 32.7 es menor que el F<sub>MAX(0.95), (3,2) = 87.50</sub>

Por lo que decimos se acepta la homogeneidad de varianzas.

Dado a que se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se procede a realizar el análisis de varianza de la variable fibra.

### CUADRO N° 26. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA FIBRA (ANVA)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular 0.05 0.01
Bloque	2	8.625755	4.312877	0.14	6.94 18.00
Tratamientos	2	738.622822	369.3114	11.72*	6.94 18.00
Error	4	126.081977	31.520494		
Total	8	873.330555			

CV = 18.86%

$\bar{y}_{..} = 29.76$

Existen diferencias significativas en esta variable siendo en primer lugar el tratamiento en grano lechoso, seguido del tratamiento floración y grano pastoso.

Tratamientos	Promedio
Grano pastoso	38.7070 a
Grano lechoso	33.2470 a b
Floración	17.3500 b

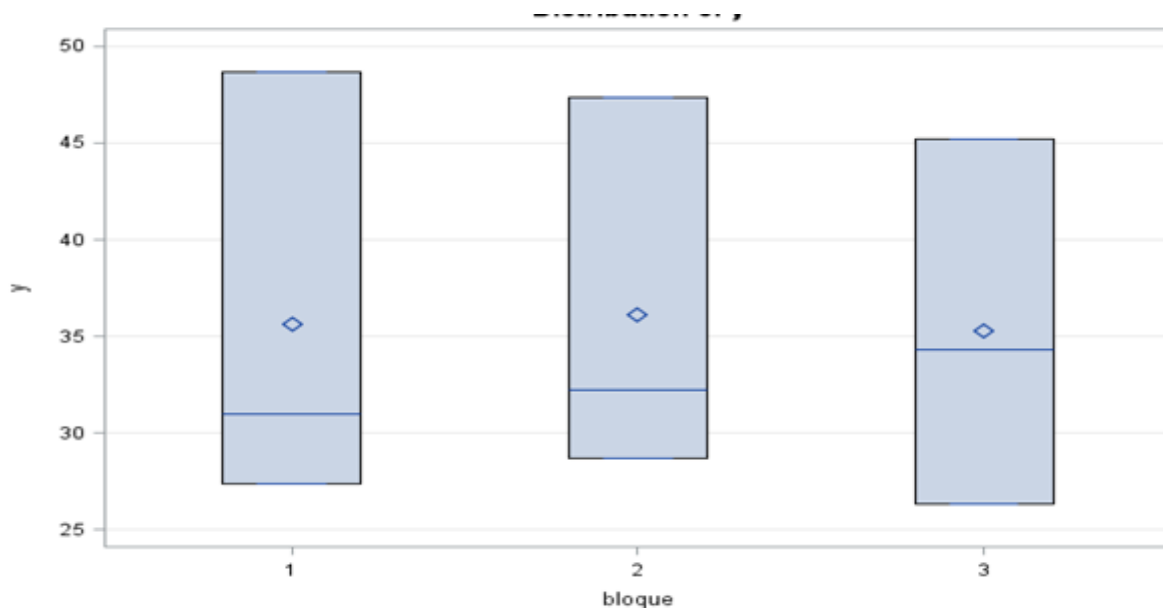
### CUADRO N°27. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

TRATAMIENTOS	Bloques			PROMEDIO
	I	II	III	
Floración	27.35	32.22	34.30	31.29
Grano lechoso	30.97	28.68	26.30	28.65
Grano pastoso	48.65	47.35	45.20	47.24
PROMEDIO	35.656	36.083	35.266	35.726

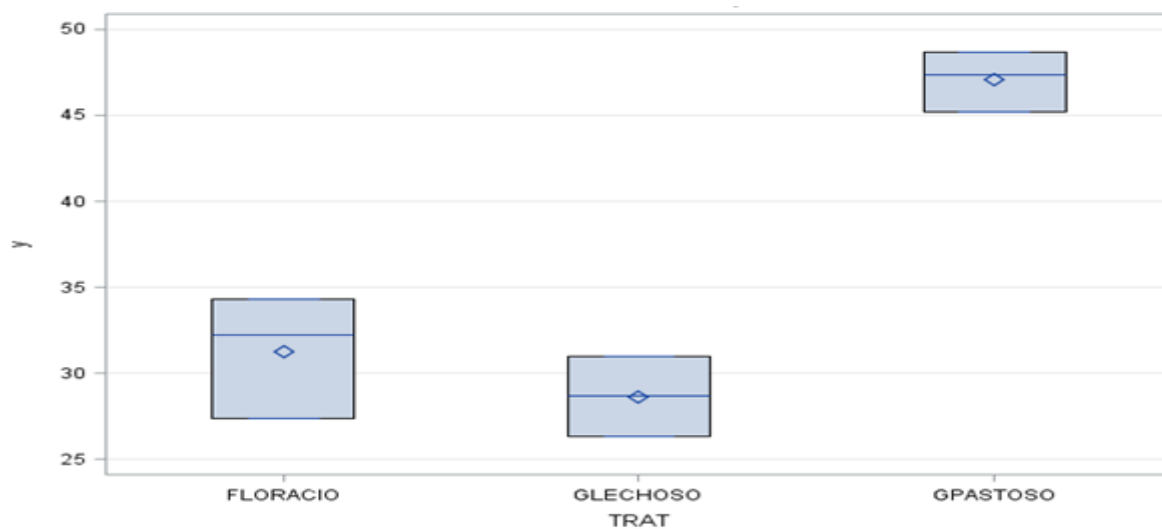
- Análisis descriptivo

Estadísticos descriptivos

Variable	N	Mean	Variance	Std Dev	Minimum	Median	Maximum
<b>FLORACION</b>	3	31.29000	12.72430	3.56711	27.350000	32.220000	34.300000
<b>GLECHOZO</b>	3	28.650000	5.452900	2.33514	26.300000	28.680000	30.970000
<b>GPASTOZO</b>	3	47.06666	3.035833	1.74236	45.200000	47.350000	48.650000



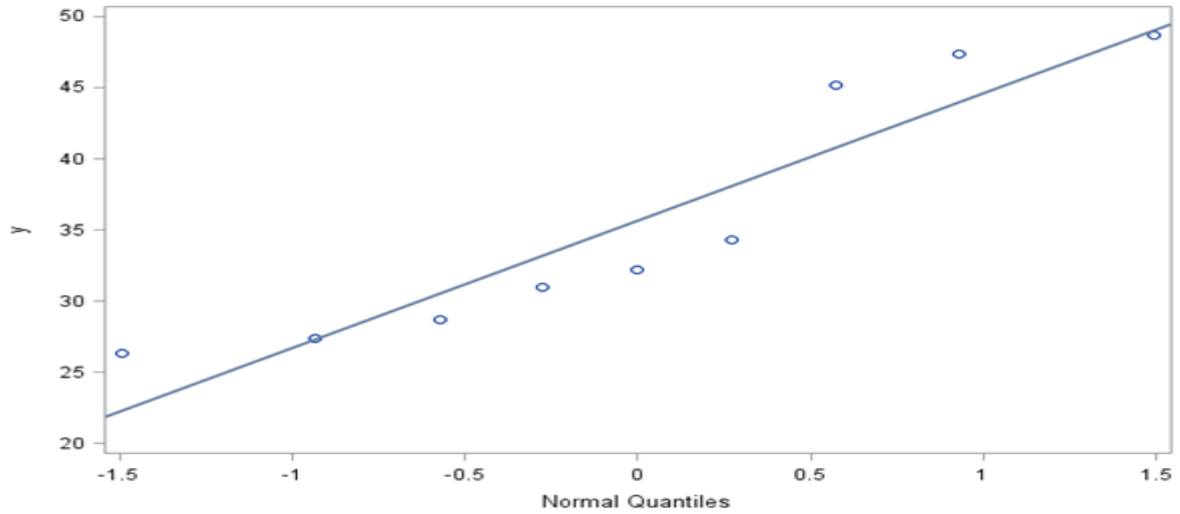
**FIGURA N° 21. CAJAS DE BLOQUES PARA VARIABLE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO**



**FIGURA N° 22. CAJAS DE TRATAMIENTOS VARIABLE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO**

### Verificación de supuestos

- Normalidad



**FIGURA N° 23. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO**

Shapiro – Wilks

H<sub>0</sub>: Los datos provienen de una población normal

H<sub>A</sub>: Los datos no provienen de una población normal

#### Tests for Normality

Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk W	0.846711	Pr < W 0.0685

Homogeneidad de varianzas

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_i^2$$

$$H_A : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

$$F_{MAX} = \frac{s_{Mayor}^2}{s_{Menor}^2} = \frac{12.72}{3.04} = 4.18, \quad F_{Max(0.95), (3,2)} = 87.50$$

Se observa que el  $F_{MAX}$  calculado 4.18 es menor que el  $F_{MAX(0.95), (3,2)} = 87.50$ . Por lo que decimos se acepta la homogeneidad de varianzas. Dado a que se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se procede a realizar el análisis de varianza de la variable ELN



**CUADRO N° 28. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ELN (ANVA)**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ftabular 0.05 0.01
Bloque	2	1.001088	0.500544	0.05	6.94 18.00
Tratamientos	2	595.046422	297.523211	28.73**	6.94 18.00
Error	4	41.424977	10.356244		
Total	8	637.472488			

CV =9.02%

$\bar{y}_{..} = 35.67$

Existen diferencias significativas en tratamientos donde grano pastoso ocupa el primer lugar, seguido de floración y grano pastoso

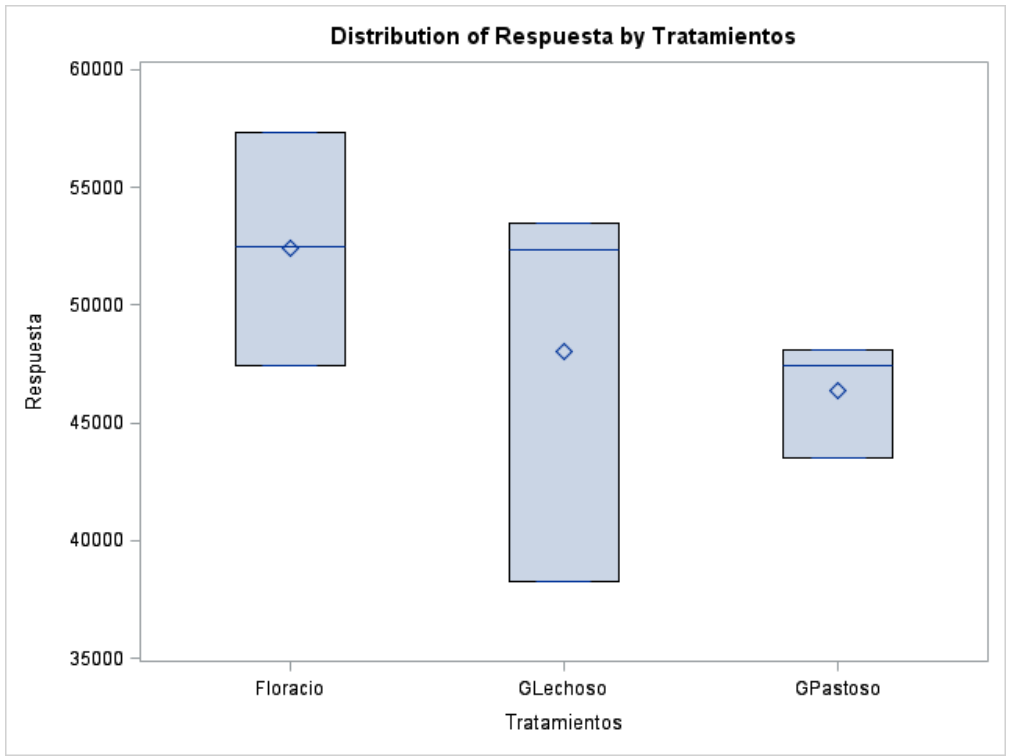
Tratamientos	Promedio	
Grano pastoso	47.0670	a
Floración	31.2900	b
Grano lechoso	28.6500	

**CUADRO N°29. ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA RENDIMIENTO DE SILAJE**

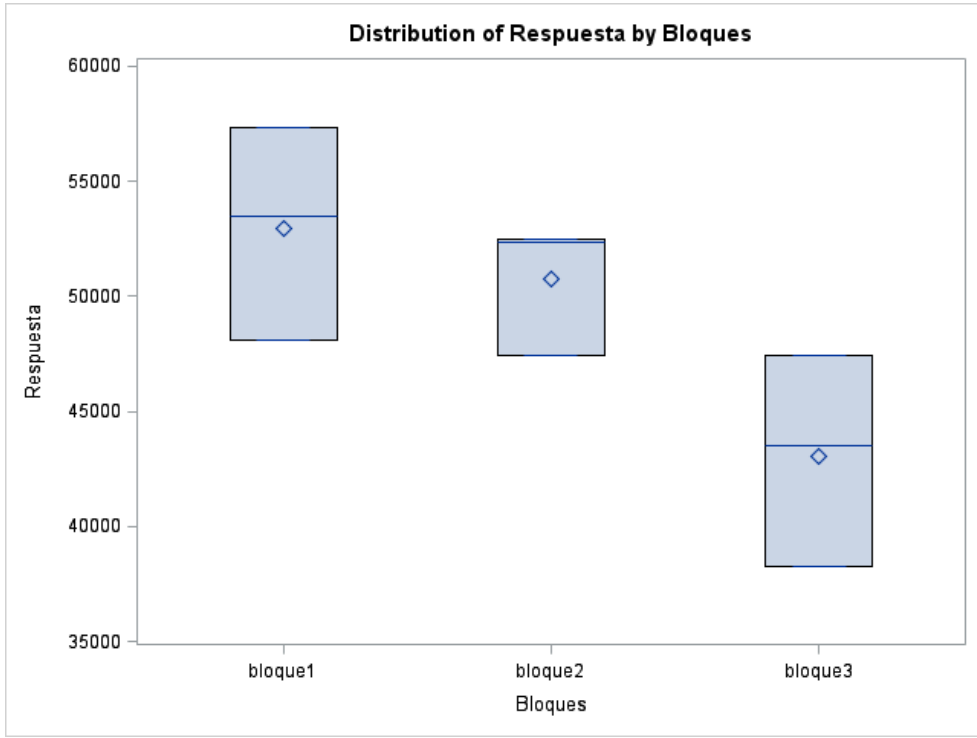
TRATAMIENTOS	Bloques			PROMEDIO
	I	II	III	
Floración	57320	52470	47420	52403.33
Grano lechoso	53460	52342	38240	48014
Grano pastoso	48120	47460	43530	46370
PROMEDIO	52966.66	50757.33	43063.33	48929.11

The MEANS Procedure

Variable	N	Mean	Variance	Std Dev	Median	Sum
<b>Floracion</b>	3	52403.33	<b>24505833.33</b>	4950.34	52470.00	157210.00
<b>t2</b>	3	48014.00	<b>71960788.00</b>	8482.97	52342.00	144042.00
<b>t3</b>	3	46370.00	<b>6158100.00</b>	2481.55	47460.00	139110.00



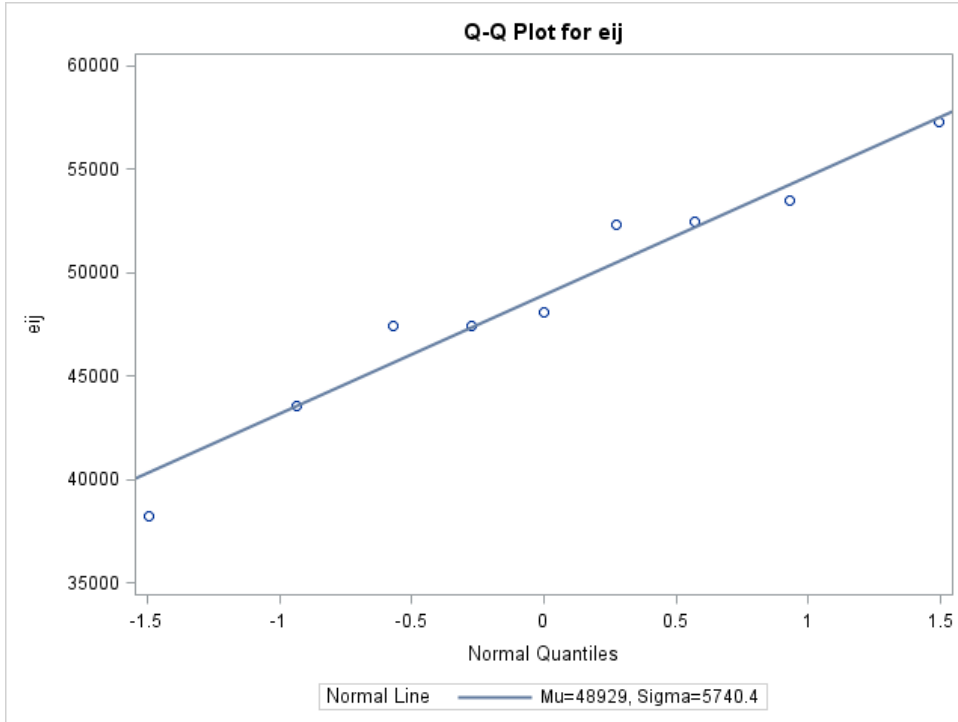
**FIGURA N° 24. CAJAS DE TRATAMIENTOS PARA VARIABLE RENDIMIENTO**



**FIGURA N° 25. CAJAS PARA BLOQUES PARA VARIABLE RENDIMIENTO**

### Tests for Normality

Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk	W 0.961038	Pr < W 0.8091



**FIGURA N° 26. DIAGRAMA DE PROBABILIDAD NORMAL BASADO EN LOS DATOS DE RENDIMIENTO**

Shapiro – Wilks

H<sub>0</sub>: Los datos provienen de una población normal

H<sub>A</sub>: Los datos no provienen de una población normal

$$W_c = 0.961038 < W_{0.95}(9) = 0.978$$

Se cumple la normalidad de los datos,

Prueba de F<sub>Max</sub> de Hartley

$$F_{Max} = \frac{s_{Mayor}^2}{s_{menor}^2} = \frac{71960788.0}{6158100.0} = 11.68$$

$$F_{Max, 0.05}(k, v) = F_{Max, 0.05}[3(3-1)] = F_{Max, 0.05}(3, 2) = 15.5$$

$$F_{Max} = 11.68 < F_{0.05}(3, 2) = 15.5$$

Habiéndose cumplido los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se procedió a hacer el análisis de varianza.

### CUADRO N° 30. ANÁLISIS DE VARIANCIA PARA RENDIMIENTO (ANVA)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabular</sub> 0.05 0.01
Bloque	2	162154800.9	81077400.0	7.85*	6.94 18.00
Tratamientos	2	70468494.2	23489498.1	2.27ns	6.94 18.00
Error	4	30996241.8			
Total	8	263619536.9			

No existen diferencias significativas para los tratamientos.

$$R^2 = 0.8824$$

$$CV = 6.56 \%$$

$$\bar{y}_{..} = 48929.11$$

Tratamientos	Promedio (kg)
Floración	52403
Grano Lechoso	48014
Grano Pastoso	46370



Fotografía N°01 del campo experimental siembra de avena +vicia.



Fotografía N° 02 corte de forraje utilizando la hoz.



Fotografía N° 03 llenado de bolsas



Fotografía N° 04. Aplicación de melaza



Fotografía N° 05. sellado de la bolsa



Fotografía N° 06. Apertura de la bolsa 60 días.



Fotografía N° 07. Apertura de las bolsas 60 días



Fotografía N° 08. Pesado de muestras de silaje.



Fotografía N° 09. Color característico del silaje de avena + vicia





Fotografía N° 10. muestras colocadas en la estufa.



Fotografía N° 11. Excavado para silo trinchera.



Fotografía N° 12. Llenado del silo



Fotografía N° 13. Compactación con tractor



Fotografía N° 14. Distribución del forraje en el silo



Fotografía N°15. Tapado del silo



Fotografía N° 16. Melaza.