

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



**“EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE LABRANZA MINIMA EN EL  
RENDIMIENTO DE BIOMASA DE TRES CULTIVARES DE AVENA  
FORRAJERA (*Avena sativa* L.) EN EL CIP ILLPA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**BELTRAN MAMANI QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**MENCION:**

**FITOTECNIA**

**PROMOCION: 2014 II**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

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

**“EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE LABRANZA MINIMA EN EL RENDIMIENTO  
DE BIOMASA DE TRES CULTIVARES DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa* L.)  
EN EL CIP ILLPA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

BELTRAN MAMANI QUISPE

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**MENCION:**

**FITOTECNIA**

**FECHA DE SUSTENTACION: 27 DE DICIEMBRE DEL 2017**



**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE**

:

M.Sc. Julio MAYTA QUISPE

**PRIMER MIEMBRO**

:

Dr. Felix Alonso ASTETE MALDONADO

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

M.Sc. Saturnino MARCA VILCA

**DIRECTOR:**

:

M.Sc. Dawes RAMOS ALATA

**ASESOR:**

:

Dr. Ali William CANAZA CAYO

PUNO - PERU  
2017

**Área:** Ciencias agrícolas

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

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Federico y Luisa por permitirme alcanzar la formación profesional, por sus concejos, valores, por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar, por la motivación que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su paciencia y amor.

A mis hermanos Rubén, Vidal, Nancy, Hugo. Por el aliento y apoyo brindado en todo momento, y de manera especial a la persona que me ha acompañado con mucha paciencia durante la ejecución del presente trabajo, Ana.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A la Universidad Nacional del Altiplano- Puno, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y a toda la plana de docentes que conforman; por haberme impartido sus sabias enseñanzas y experiencias durante el desarrollo de mi formación profesional.

Mi más sincero reconocimiento a mi Director de Tesis Ing. M.Sc. Dawes Ramos Alata, por su orientación y apoyo constante para la materialización de la presente investigación.

A mis miembros del Jurado de Tesis: Ing. M.Sc. Julio Mayta Quispe, Dr. Felix Alonso Astete Maldonado y Ing. M.Sc. Saturnino Marca Vilca, por su tiempo y sugerencia que contribuyeron con el trabajo de investigación.

Y un agradecimiento a todos mis amigos y compañeros quienes han sido fuente de alegría, enseñanza y apoyo en cada momento.

	Pág.
RESUMEN .....	12
I. INTRODUCCIÓN .....	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	16
2.1. Cultivo de avena forrajera .....	16
2.1.1. Clasificación botánica .....	16
2.1.2. Morfología de la planta .....	16
2.1.3. Fisiología del cultivo .....	17
2.1.4. Manejo del cultivo .....	18
2.2. Suelo .....	21
2.3. La labranza y sus formas .....	21
2.3.1. Labranza mínima .....	22
2.4. Estimado económico .....	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
3.1. Ámbito de estudio .....	27
3.1.1. Ubicación .....	27
3.2. Historial del campo experimental .....	27
3.3. Antecedentes del CIP ILLPA .....	27
3.4. Climatología .....	28
3.5. Ecología .....	28
3.6. Semilla de avena .....	28
3.7. Maquinaria agrícola .....	28
3.8. Factores en estudio .....	29
3.8.1. Tipos de labranza mínima .....	29
3.8.2. Cultivares de avena forrajera .....	29
3.8.3. Tratamientos .....	30
3.9. Variables de respuesta .....	30
3.10. Diseño experimental .....	30
3.11. Conducción del experimento .....	31
3.11.1. Preparación del terreno .....	31
3.11.2. Fertilización .....	32
3.11.3. Siembra .....	32
3.11.4. Labores culturales .....	32
3.11.5. Cosecha .....	33

3.12. Metodología de evaluación e variables de respuesta .....	33
3.13. Observaciones realizadas.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	38
4.1. Rendimiento en biomasa .....	38
4.2. Efecto de dos formas de labranza mínima (aradura y siembra – rastrado y siembra) .....	40
4.2.1. Población de plantas.....	40
4.2.2. Desarrollo en crecimiento en altura de planta .....	42
4.2.3. Altura de tallo .....	52
4.2.4. Tamaño de inflorescencia .....	57
4.2.5. Longitud de hoja .....	59
4.2.6. Ancho de hoja .....	60
4.3. Rentabilidad de cada tipo de labranza en base al costo de producció .....	62
CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	66
ANEXOS.....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Comportamiento de las temperaturas (2016-2017). .....	37
Figura 2. Comportamiento de la precipitación pluvial (2016-2017). .....	37
Figura 3. Rendimiento de biomasa (kg/m <sup>2</sup> ) por tratamiento evaluado. ....	39
Figura 4. Rendimiento de biomasa (kg/ha) por tratamiento evaluado. ....	40
Figura 5. Población de plantas por tratamiento evaluado. ....	42
Figura 6. Altura de planta por tratamiento a la primera evaluación. ....	44
Figura 7. Altura de planta por tratamiento a la segunda evaluación. ....	46
Figura 8. Efecto de tipo de labranza dentro de la variedad de avena para altura de planta a la tercera evaluación. ....	47
Figura 9. Altura de planta por tratamiento a la tercera evaluación. ....	50
Figura 10. Altura de planta por tratamiento a la cuarta evaluación. ....	52
Figura 11. Efecto de tipo de labranza dentro de la variedad de avena para altura de tallo. ....	54
Figura 12. Altura de tallo por tratamiento evaluado. ....	57
Figura 13. Altura de inflorescencia por tratamiento evaluado. ....	59
Figura 14. Longitud de hoja por tratamiento evaluado. ....	60
Figura 15. Ancho de hoja por tratamiento evaluado. ....	62
Figura 16. Imagen satelital del campo experimental en el CIP Illpa, indicando la ubicación del terreno experimental. ....	68
Figura 17. Croquis de distribución de tratamientos. ....	69
Figura 18. Medición del campo experimental. ....	83
Figura 19. Marcado del campo experimental. ....	83
Figura 20. Pesado de semilla para siembra de semillas de avena. ....	83
Figura 21. Surcado para la siembra de la variedad de avena INIA 902 La Africana. ....	84
Figura 22. Primera medición de altura de planta en la fase fenológica de 10 días después de la germinación en la variedad de avena INIA 904 Vilcanota I. ....	84
Figura 23. Segunda medición de altura de planta en la fase fenológica de macollamiento en la variedad de avena INIA 904 Vilcanota I. ....	85
Figura 24. Tercera medición de altura de planta en la fase fenológica de floración en la variedad de avena negra local. ....	85

Figura 25. Medición de tamaño de espiga en la fase fenológica de madurez de cosecha en la variedad de avena INIA 904 Vilcanota I.....	86
Figura 26. Medición de ancho de hoja en la fase fenológica de floración en la variedad de avena negra local .....	86
Figura 27. Ciega de forraje durante la cosecha del cultivo de avena .....	87
Figura 28. Pesado de biomasa de cosechado .....	87
Figura 29. Proceso de empacado de heno de avena .....	88
Figura 30. Paca de heno de avena de 18 kg.....	88



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Análisis de varianza para DCA, con arreglo factorial. ....	31
Tabla 2. Análisis de poder germinativo de semilla.....	34
Tabla 3. Análisis de fertilidad de suelo del área de investigación .....	35
Tabla 4. Temperaturas y precipitación pluvial (2016-2017). ....	36
Tabla 5. ANVA para rendimiento de biomasa.....	38
Tabla 6. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor variedad de avena sobre rendimiento de biomasa.....	39
Tabla 7. ANVA para población de plantas ( $0.5m^2$ ) .....	41
Tabla 8. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor tipo de labranza sobre población de plantas.....	41
Tabla 9. ANVA para altura de planta (cm) a la primera evaluación .....	43
Tabla 10. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor tipo de labranza sobre altura de planta a la primera evaluación.....	43
Tabla 11. ANVA para altura de planta (cm) a la segunda evaluación.....	45
Tabla 12. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor tipo de labranza sobre altura de planta a la segunda evaluación. ....	45
Tabla 13. ANVA para altura de planta a la tercera evaluación.....	46
Tabla 14. Método tabular para la interacción Tipo de labranza (L) x variedad de avena (V) para altura de planta a la tercera evaluación. ....	47
Tabla 15. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción Tipo de labranza (L) por Variedad de avena (V), para altura de planta a la tercera evaluación. ....	47
Tabla 16. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para la interacción entre el factor tipo de labranza y factor variedad de avena sobre altura de planta a la tercera evaluación. ....	50
Tabla 17. ANVA para altura de planta (cm) a la cuarta evaluación .....	51
Tabla 18. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor variedad de avena sobre altura de planta a la cuarta evaluación. ....	51
Tabla 19. ANVA para altura de tallo (cm) al momento de la cosecha.....	53
Tabla 20. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor tipo de labranza sobre altura de tallo. ....	53
Tabla 21. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor variedad de avena sobre altura de tallo. ....	54

Tabla 22. Método tabular para la interacción Tipo de labranza (L) x variedad de avena (V) para altura de altura de tallo. ....	54
Tabla 23. Análisis de varianza de efectos simples para la interacción Tipo de labranza (L) por Variedad de avena (V), para altura de tallo. ....	55
Tabla 24. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para la interacción entre el factor tipo de labranza y factor variedad de avena sobre altura de tallo. ....	57
Tabla 25. ANVA para tamaño de inflorescencia al momento de la cosecha .....	58
Tabla 26. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor variedad de avena sobre tamaño de inflorescencia. ....	58
Tabla 27. ANVA para longitud de hojas (cm) del cultivo de avena .....	59
Tabla 28. ANVA para ancho de hoja (cm) del cultivo de avena .....	61
Tabla 29. Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor variedad de avena sobre ancho de hoja. ....	61
Tabla 30. Costos y rentabilidad económica por tratamiento .....	63
Tabla 31. Datos sobre población de plantas establecidas .....	70
Tabla 32. Datos sobre altura de planta a la primera evaluación (cm) .....	70
Tabla 33. Datos sobre altura de planta a la segunda evaluación (cm) .....	70
Tabla 34. Datos sobre altura de planta a la tercera evaluación (cm) .....	71
Tabla 35. Datos sobre altura de planta a la cuarta evaluación (cm) .....	71
Tabla 36. Datos sobre altura de tallo (m) .....	71
Tabla 37. Datos sobre altura de inflorescencia (cm) .....	72
Tabla 38. Datos sobre longitud de hoja (mm) .....	72
Tabla 39. Datos sobre ancho de hoja (cm) .....	72
Tabla 40. Datos sobre rendimiento de forraje ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) .....	73
Tabla 41. Costos del tratamiento L1V1 (Aradura y siembra + INIA 902 La africana) ..	74
Tabla 42. Costos del tratamiento L1V2 (Aradura y siembra + INIA 904 Vilcanota I)..	75
Tabla 43. Costos del tratamiento L1V3 (Aradura y siembra + Negra local) .....	76
Tabla 44. Costos del tratamiento L2V1 (Rastrado y siembra + INIA 902 La africana).	77
Tabla 45. Costos del tratamiento L2V2 (Rastrado y siembra + INIA 904 Vilcanota I).	78
Tabla 46. Costos del tratamiento L2V3 (Rastrado y siembra + Negra local) .....	79
Tabla 47. Costos del tratamiento L3V1 (Convencional + INIA 902 La africana) .....	80
Tabla 48. Costos del tratamiento L3V2 (Convencional + INIA 904 Vilcanota I) .....	81
Tabla 49. Costos del tratamiento L3V3 (Convencional + Negra local) .....	82

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

ANVA = Análisis de varianza

C.V. = Coeficiente de variabilidad

C.M.= Cuadrados medios

F.V. = Fuente de variabilidad

Fc = F calculada

Ft = F tabular

S.C. = Suma de cuadrados

m = metros

mm = milímetros

m.s.n.m. = metros sobre el nivel del mar

Prom. gral = promedio general

Rep = Repetición

Sig. = Significancia estadística

\*\* = Altamente significativa

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción Illpa, durante la campaña agrícola 2016- 2017, propiedad de la Universidad Nacional del Altiplano, cuya ubicación política, distrito de Paucarcolla, provincia y departamento de Puno, latitud sur 15°42' 37", longitud oeste 70° 04' 56" a una altitud de 3822m.s.n.m. Los objetivos en estudio fueron: a) Evaluar el rendimiento de biomasa de las tres cultivares de avena forrajeras bajo dos sistemas de labranza. b) Evaluar el efecto de dos formas de labranza mínima (aradura y siembra – rastrado y siembra) sobre el desarrollo de tres cultivares de avena forrajera. c) Evaluar la rentabilidad de cada tipo de labranza en base al costo de producción que implica en cada variedad de avena. Los factores en estudio fueron: 3 tipos de labranza mínima (Aradura y siembra, Rastrado y siembra, y Convencional (testigo), y 3 cultivares de avena (INIA 902 La africana, INIA 904 Vilcanota I y Negra local). El experimento se condujo bajo el Diseño Completamente al Azar (DCA), bajo un arreglo factorial de 3x3 con tres repeticiones. Los resultados fueron: a) En rendimiento de biomasa, el sistema de labranza "Convencional" en la variedad "INIA 904 Vilcanota I" tuvo 4.60 kg/m<sup>2</sup> (46 000 kg/ha), seguido del sistema de labranza "Aradura y siembra" en la variedad "INIA 902 La Africana" con 4.40 kg/m<sup>2</sup> (44 000 kg/ha). b) El efecto de dos formas labranza mínima sobre el desarrollo del cultivo, en altura de planta, el sistema de labranza "Aradura y siembra" en la variedad "INIA 902 La Africana" tuvo 1.58 m, seguido del sistema de labranza "Convencional" en la variedad "INIA 902 La Africana" con 1.54 m. En altura de tallo, el sistema de labranza "Rastrado y siembra" en la variedad "INIA 902 La Africana" tuvo 1.53 m, seguido del sistema de labranza "Rastrado y siembra" en la "INIA 904 Vilcanota I" tuvo 1.35 m. En tamaño de inflorescencia el sistema de labranza "Aradura y siembra" en la variedad "INIA 904 Vilcanota I" tuvo 28.33 cm, seguido del sistema de labranza "Convencional" en la variedad "INIA 904 Vilcanota I" con 27.33 cm. c) En rentabilidad económica, el sistema de labranza que tuvo mayor rentabilidad fue "Aradura y siembra" en la variedad de avena "Negra local" con 199.22%, seguido del sistema de labranza "Rastrado y siembra" en la variedad de avena "Negra local" con 185.20%. El sistema de labranza "Convencional" en la variedad de avena "Negra local" tuvo 100.61% de rentabilidad económica.

**Palabras clave:** Avena, costos, labranza, rendimiento.

**ABSTRACT**

The present research work was carried out in the Illpa Research and Production Center, during the 2016-2017 agricultural campaign, owned by the National University of the Altiplano, whose political location, district of Paucarcolla, province and department of Puno, south latitude 15 ° 42 '37' ', west longitude 70° 04' 56 " at an altitude of 3822m.snm The objectives under study were: a) To evaluate the biomass yield of the three forage oat cultivars under two tillage systems. b) To evaluate the effect of two forms of minimum tillage (plowing and sowing - sowing and sowing) on the development of three cultivars of forage oats. c) Evaluate the profitability of each type of tillage based on the cost of production involved in each variety of oats. The factors under study were: 3 types of minimum tillage (Plowing and sowing, Sowing and Sowing, and Conventional (control), and 3 oat cultivars (INIA 902 La Africana, INIA 904 Vilcanota I and local Negra) The experiment was conducted under the Completely Random Design (DCA), under a factorial arrangement of 3x3 with three repetitions. The results were: a) In biomass yield, the "Conventional" tillage system in the variety "INIA 904 Vilcanota I" had 4.60 kg / m<sup>2</sup> (46 000 kg / ha), followed by the tillage system "Aradura y siembra" in the variety "INIA 902 La Africana" with 4.40 kg / m<sup>2</sup> (44 000 kg / ha). b) The effect of two forms minimum tillage on the development of the crop, in height of plant, the system of tillage "Plowing and sowing" in the variety "INIA 902 La Africana" had 1.58 m, followed by the system of tillage "Conventional" in the variety "INIA 902 La Africana" with 1.54 m. In height of stem, the system of tillage "Sowing and sowing" in the variety "INIA 902 La Africana" had 1.53 m, followed by the tillage system "Sowing and sowing" in the "INIA 904 Vilcanota I" had 1.35 m. In inflorescence size the "Aradura y siembra" tillage system in the "INIA 904 Vilcanota I" variety had 28.33 cm, followed by the "Conventional" tillage system in the "INIA 904 Vilcanota I" variety with 27.33 cm. c) In economic profitability, the tillage system that had the highest profitability was "Aradura y siembra" in the "Negra Negra" local oats variety with 199.22%, followed by the "Rastrado y seiembra" tillage system in the "Negra" oat variety. local "with 185.20%. The "Conventional" tillage system in the "Negra Negra" oat variety had 100.61% economic profitability.

Key words: Oats, costs, tillage, yield.

## I. INTRODUCCIÓN

La actividad agropecuaria que se desarrolla en el Altiplano peruano se basa en el aprovechamiento de pastos cultivados y naturales para la crianza; tiene características muy marcadas como la estacionalidad del año, la práctica de un sistema de producción en seco y otras que la hacen susceptible en la época seca cuando la disponibilidad de alimento para el ganado se hace crítica. Es por eso que debe procurarse un sistema de producción eficiente que aporte la cantidad necesaria de alimento sin ocasionar mayores gastos y aplicando los conceptos de la agricultura sostenible donde se pretende reducir al mínimo los impactos negativos ocasionados por el tránsito del tractor sobre el suelo evitando de esta forma la compactación del suelo agrícola y buscando su conservación.

García (2007), indica que, la forma en que se ha sembrado el cultivo ha ido evolucionando con el tiempo, ya que, con la introducción, cada vez más intensa, de la maquinaria agrícola se forman sistemas de labranza que denominaremos “convencional” de la cual ya existen evidencias de ser inapropiada en el tiempo, siendo un factor de degradación de los suelos y conllevando a un mayor costo de producción. Existe la propuesta de la labranza mínima que propone un sistema de labranza más amigable con el medio ambiente y sostenible en el tiempo.

La avena es una especie forrajera anual muy difundida en la región y con una comprobada eficacia alimenticia. Siendo un problema recurrente en el altiplano la falta de alimento en la época seca, se propone la producción abundante de forraje en la época lluviosa utilizando cultivares que tengan mayores rendimientos para ser conservados en forma de heno y/o ensilado con el fin de incrementar la disponibilidad de alimento en la estación crítica.

Está demostrado que algunos sistemas de producción agrícola carecen de sostenibilidad; sistemas de producción que hasta ahora vienen incluyendo la labranza convencional en sus actividades vienen acrecentando los problemas de erosión, compactación y empobrecimiento del suelo.

Por ello es necesario contar con un plan de actividades que sean sostenibles y ayude a recuperar los recursos que cada vez se hacen más escasos, una de

estas actividades es el laboreo del suelo basado en la conservación o “labranza mínima”. Por lo tanto, se hace necesario probar estos tipos de labranza mínima en un medio de producción como el CIP Illpa para verificar sus efectos y de esta manera contribuir con la conservación de nuestros recursos agrícola.

Sin embargo, un factor limitante para ello es el costo de producción, el cual puede ser disminuido utilizando la labranza mínima en el sistema de producción. Por lo tanto, se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Cuál de los dos tipos de labranza mínima, será la más apropiada para el rendimiento de avena forrajera en el CIP Illpa?
- ¿Cómo afectará los dos tipos de labranza mínima en las características biométricas en el rendimiento de tres cultivares de avena forrajera?
- ¿Cuál será la rentabilidad en el rendimiento de avena forrajera bajo dos tipos de labranza mínima y tres cultivares de avena en el CIP Illpa?

Por lo tanto, los objetivos planteados fueron:

#### **Objetivo General:**

Evaluar el rendimiento de biomasa de tres cultivares de avena bajo dos sistemas de labranza mínima en el CIP Illpa,

#### **Objetivos Específicos:**

- Evaluar el rendimiento de biomasa de las tres cultivares de avena forrajeras bajo dos sistemas de labranza.
- Evaluar el efecto de dos formas de labranza mínima (aradura más siembra – rastrado más siembra) sobre el desarrollo del cultivo de tres cultivares de avena forrajera.
- Evaluar la rentabilidad de cada tipo de labranza en base al costo de producción que implica en cada variedad de avena.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Cultivo de avena forrajera

Según Choque (2005), la avena es un cereal anual de clima templado, se cree que es de Asia occidental y el Mediterráneo. Su cultivo ocupa el quinto lugar en el mundo, siendo el cereal de verano e invierno de mayor importancia en el hemisferio norte.

La avena es uno de los cereales más difundidos principalmente en la región de la sierra alto andina por su alto potencial de producción de forraje. Las variedades de avena, se adaptan a diferentes clases de suelo, la facilidad de su cultivo, su buena producción de forraje en verano, su buena palatabilidad y digestibilidad en forraje verde y como heno o ensilaje, han sido las causas de la popularidad del cultivo de avena forrajera para engorde y producción de leche a nivel nacional, regional y local.

#### 2.1.1. Clasificación botánica

Según Cadenillas (1999) y Itis.gov (2018), manifiestan que, la avena se ubica en la siguiente escala taxonómica:

Reino	: Plantae.
Sub Reino	: Viridiplantae
División	: Tracheophyta
Clase	: Magnolioopsida
Orden	: Poales
Familia	: Poaceae
Sub familia	: Panicoideae
Tribu	: Aveneae
Género	: Avena
Especie	: <i>Avena sativa L.</i>
Nombre común	: Avena

#### 2.1.2. Morfología de la planta

**Raíz:** Según Choque (2005), la planta de avena posee abundantes raíces fibrosas y profundas.



**Tallos:** Según Choque (2005), son erectos cilíndrico, compuesto de nudos y entrenudos huecos. produce buen número de macollos variando entre 5 a 12 por planta según la variedad.

**Hojas:** Están compuesto de vaina enrollada en el entre nudo, limbo de las hojas son planas y alargadas, tienen una longitud promedio de 25 cm y un ancho de 1 hasta 2 cm; carecen de aurícula.

**La inflorescencia:** Es en panoja o panícula laxa y abierta ramificada, polinización autógena, con dos a tres espiguillas.

**Fruto:** Es una cariósipide vestida algo alargado y puntiagudo en ambos extremos, conocido como grano o semilla.

### 2.1.3. Fisiología del cultivo

#### 2.1.3.1. Requerimiento climático

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

La avena es una planta anual de clima templado y frío, temperatura de 6°C para germinar y de 12 – 16 °C para completar su floración. En condiciones de secano, se requiere una precipitación pluvial mayor de 600 mm al año. En el país, se cultiva desde 2,500 hasta los 4,100 m.s.n.m. No tolera la sequía (Choque, 2005).

#### 2.1.3.2. Suelos

Según Choque (2005), la avena puede cultivarse en diferentes clases de suelo, pero alcanza su mayor producción en suelos de textura franco arcilloso, con pH de 5.0 a 7.5, puede sembrarse en terrenos de barbecho de pastos naturales como cultivo explorador. Requiere mayor humedad del suelo, que trigo y cebada.

#### 2.1.3.3. Fertilización

INIA (2006), recomienda aplicar 60-50-00 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, pero depende del análisis de suelo. La mitad del nitrógeno y todo el fósforo se aplica a la siembra y al macollamiento se completa la otra mitad del nitrógeno.

Según Choque, (2005). la dosis de fertilización depende del nivel de fertilidad del suelo en la que se va a sembrarse. Para suelos de mediana fertilidad, se recomienda dosis de 80-46-00 de NPK/ha. El nitrógeno debe aplicarse fraccionado, 50 % a la siembra y el 50 % restante al macollado; y el 100 % de fósforo a la siembra.

#### 2.1.3.4. Época de siembra

INIA (2006), indica que, la siembra debe realizarse en noviembre hasta la primera semana de diciembre para la producción de forraje y en los meses de setiembre - octubre para la producción de semilla.

Según Choque (2005), la época oportuna de siembra de avena para grano es entre 15 de septiembre al 15 de octubre con riego de machaco. Para forraje se siembra en el mes de noviembre y primeros días de diciembre.

#### 2.1.3.5. Fases Fenológicas

Las fases fenológicas de desarrollo del cultivo de avena, son:

- ✓ De la siembra a la emergencia.
- ✓ De la emergencia al macollamiento.
- ✓ Del macollamiento al embuchamiento.
- ✓ Del embuchamiento al espigado.
- ✓ Del espigado a la floración completa.
- ✓ De la floración a la maduración de la semilla.

#### 2.1.4. Manejo del cultivo

##### 2.1.4.1. Métodos de siembra

**Siembra al voleo:** Consiste en esparcir la cantidad de semilla sobre el terreno dando dos pasadas, luego se tapa con una pasada de rastra.

**Siembra en líneas:** En surcos apertura dos con yunta o tractor con distanciamientos de 40cm, se distribuye la semilla a chorro continuo al fondo del surco, y la profundidad de siembra recomendada, según tipo de suelo, es de: 4 – 5 cm en suelos livianos secos y de 3 – 4 cm en suelos arcillosos.

#### **2.1.4.2. Densidad de Siembra**

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

#### **2.1.4.3. Labores Culturales**

Langer (1981), refiere a todas las actividades que se realiza desde la instalación y durante el periodo de desarrollo vegetativo del cultivo, el control de malezas, un manejo correcto de aplicación de fertilizantes que constituye la forma de control de malezas más importantes.

##### **a) Control de malezas**

Las malezas compiten con las plantas de avena por agua, aire, nutrientes y luz, de emergencia a entalla miento, después de esta fase, la avena supera en tamaño a las malezas y éstas al no recibir luz mueren (Choque, 2005).

Se recomienda efectuar un deshierbo manual de malezas en la fase de macolla miento, junto con la fertilización complementaria de nitrógeno, lo cual tiene la ventaja de favorecer la aireación del suelo y el enterrado del fertilizante. Para evitar la proliferación de malezas se precisan dos precauciones: Uso de semilla certificada, libre de semilla de nabo silvestre. Buena elección y preparación del terreno.

##### **b) Control de plagas y enfermedades**

Según Choque (2005), en la zona alto andina, los daños que ocasionan las plagas y enfermedades no son de importancia económica. La única plaga conocida e importante para avena es el pulgón verde.

Cuando el objetivo es producción de grano, se recomienda también usar semilla certificada, variedades resistente y desinfectada con fungicida para prevenir enfermedades fungosas. Para el tratamiento de la roya de las hojas (*Puccinia coronata avenae*) y roya del tallo (*Puccinia graminis avenae*) se puede utilizar productos como Meneb.

### **c) Riego**

Los períodos críticos de máxima demanda de agua para avena, son en la fase de germinación, entallamiento, floración y en la formación del grano. Se recomienda aplicación de los riegos siguientes:

- Riego de establecimiento. Siembra en septiembre, riego de machaco 3 días antes de la siembra y un riego después de la emergencia.
- Riego de mantenimiento, cada 21 días hasta el inicio de las lluvias.

#### **2.1.4.4. Cosecha**

##### **a) Momento oportuno de cosecha para heno y ensilaje**

Según Choque (2005), para suministrar a los animales avena verde, el corte puede realizarse desde el estadio de embuchamiento hasta la salida de la panoja. Para la elaboración de heno, se aconseja realizar el corte en la fase de floración completa a grano leche, es cuando el forraje tiene mejor calidad nutricional.

INIA (2006), sostiene que la cosecha se debe realizar para conservar como ensilado, heno o para producción de semilla. Para ensilado el corte se realiza desde la plena floración hasta grano lechoso. Para el henificado la cosecha se recomienda al estado de grano lechosos y para producción de semilla se realiza después de 210 días, recomendando completar la madures y el secado en parvas, pudiendo ser trillada mecanizada o manual.

##### **b) Utilización al pastoreo**

Las variedades de avena de invierno y facultativo en la fase macollamiento, puede utilizarse al pastoreo como ración complemento para vacas o ganado en engorde; con agregado de heno, ensilado y pasto.

##### **c) Rendimiento de forraje y valor nutricional**

Los rendimientos de materia verde y seca de variedades de avena obtenidos en la Estación Experimental Illpa de INIA Puno, donde las variedades promisorias de avena forrajera para Puno fueron: Black Supreme, Vilcanota I, Mantaro 15, Acchiles y Amuri y Tayko con rendimiento que oscilan entre 16 a 22 Ton/ha de materia seca.

## 2.2. Suelo

El suelo es un recurso natural renovable de vital importancia para la vida del planeta. Es la fuente de vida de las plantas, los animales y la especie humana. Es el hábitat que soporta y sustenta a las plantas y a la multitud de organismos que conviven con ellas, así como el «almacén del que extraen el agua, el aire y los nutrientes necesarios para su desarrollo. Es un medio dinámico en el que interactúan dos procesos básicos para el ecosistema: uno de generación de biomasa y otro de descomposición de los restos de esa biomasa que se van incorporando al suelo. Es imprescindible que el agricultor conozca el suelo desde un punto de vista físico, biológico y químico para que pueda realizar una correcta fertilización y obtener así buenas y abundantes cosechas (Suquilanda, 2017).

## 2.3. La labranza y sus formas

Philips y Young (1985), mencionan que las prácticas de labranza consisten en arar, suavizar, pulverizar, remover y nivelar el suelo antes de la siembra. señalan que muchas generaciones de agricultura han desarrollado sus propias prácticas o técnicas para preparar los suelos y para realizar las otras operaciones de laboreo de acuerdo a su costumbre, los cultivos producidos, los suelos, el área y el comportamiento suyo y de sus vecinos.

El fundamento por el que los primeros agricultores empezaron a laborear el suelo, fue crear un ambiente de suelo adecuado para el crecimiento de los cultivos iniciando por crear una cama adecuada para colocar la semilla bien en contacto con el suelo para que germinara rápida y uniformemente. Quizás por un exceso de celo, se refina demasiado el suelo, pero no es necesario. Se puede lograr un buen contacto de la semilla con el suelo, aunque tenga cierto nivel de partículas grandes. Entendiendo por tales aquéllas que son más grandes que la semilla

Cada vez que se van a sembrar semillas de cualquier especie cultivable se remueve el suelo con el pretexto de establecer desde un comienzo condiciones de ventaja para las plántulas de la especie económica sobre la vegetación espontánea allí existente.

Se cree que al remover el suelo se favorecerá la entrada de aire en los espacios aéreos de los agregados, se fomentará una mejor captación de agua de lluvia, se suavizará el horizonte arable para que los sistemas radiculares de las plantas de cultivo se arraiguen mejor.

### **2.3.1. Labranza mínima**

Hobbs *et al*, (1997), manifiestan que, los sistemas de labranza mínima y de labranza cero son muy similares ya que la tierra no se labra o se labra muy poco antes de la siembra; se dice que se hace una siembra directa. Este enfoque se ha extendido en los últimos años, llegando por ejemplo a ocho millones de hectáreas en Brasil e introduciendo importantes cambios tecnológicos en Asia.

Una ventaja importante de la labranza mínima es que los cultivos pueden ser sembrados inmediatamente después de que el cultivo anterior haya sido cosechado y, por lo general, en el momento más cercano al óptimo de la siembra. Esto no es posible con la labranza convencional ya que esta requiere más tiempo. Por lo tanto, la siembra directa es adecuada para aquellas regiones en las cuales se rotan dos o más cultivos en el mismo campo y en el mismo año. En muchas partes del sur de Asia el rendimiento de trigo baja considerablemente a medida que la siembra se demora más allá de la fecha óptima. En pocas palabras, esta demora cuesta en términos de producción. La labranza mínima, además de reducir el período entre dos cultivos, también puede ser más económica que la convencional.

La labranza convencional en las pequeñas fincas de algunas partes de Asia puede ser lenta y agotadora. En Bangladesh es común hacer seis aradas con bueyes y 11 operaciones de nivelación o dos pasadas con un rotavator y cuatro nivelaciones. Sólo después de estas operaciones el suelo está pronto para la

siembra. Usando el sistema de labranza mínima la tierra puede ser labrada y sembrada en una sola operación; por ejemplo, usando aperos con un tractor manual chino, se obtiene en una operación un lecho de siembra de 5 cm, se siembra y se cubre con tierra (C. A. Meisner, com. pers.). Un sistema incluso menos dañino que el sistema de una sola pasada es la labranza en fajas, similar

a la labranza cero, pero donde se labran solamente unas fajas de 10 cm de ancho y 5 cm de profundidad.

Universidad de Chile (1997), da a conocer que, hacer labranza mínima se puede definir como el menor número de pasadas en el suelo para que obtener una buena germinación y desarrollo de las semillas, y que resulte una buena población de plantas. La idea general se basa en trabajar en trenes de herramientas de manera que en una sola pasada, o máximo dos, se realice la preparación total del suelo y la siembra en conjunto. Resulta así, que es un principio muy vasto que se puede emplear de muchas maneras. Por lo tanto, puede variar de acuerdo con el tipo de suelo, de cultivo, del clima y de los equipos disponibles al combinar arados, rastras y sembradoras. Los ejemplos más comunes al trabajar en labranza mínima es realizar dos o más labores en una sola operación, acoplado al tractor varias herramientas en tandem. El mercado de máquinas agrícolas ofrece variados diseños que se pueden utilizar en labranza mínima entre los que se destacan las combinaciones de rastras y rodillos, sembradoras con acondicionadores de la cama de semillas, abresurcos especiales y ruedas tapadoras.

### **2.3.2. Labranza convencional**

Phillips y Young (1985), en general se asocia al término labranza convencional con la realización de laboreos agresivos que, mal utilizado por plazos no demasiado prolongados, pueden afectar la integridad del suelo, especialmente en suelos de baja estabilidad y/o con pendiente. Por lo general, esto se maneja o se decide con mucho de costumbre o de tradición.

El concepto de laboreo completo se extendió ya que fue posible adquirir la maquinaria necesaria, la idea desarrollada entre los agricultores, los investigadores y los fabricantes de equipo fue la que era necesario el laboreo completo, este nivel de laboreo se denominó laboreo convencional.

Cuando ejercemos una labranza agresiva sobre el suelo incorporamos los rastros y agilizamos su descomposición la mineralización de la materia orgánica con la consecuente liberación de nitrógeno, otros nutrientes

importantes y también, de dióxido de carbono, que es uno de los gases responsables del efecto invernadero.

**Ventajas.** Phillips y Young (1985) señalan:

- ✓ Ayuda en el control de las malezas.
- ✓ Permite manejar residuos superficiales o del rastrojo.
- ✓ Mejora la aireación del suelo.
- ✓ Provee de ocupación a los trabajadores.
- ✓ Prepara una buena sementera para la siembra.
- ✓ Nivelada o modifica la micro topografía de la chacra.
- ✓ Contribuye en el control de insectos y enfermedades de plantas.
- ✓ Mejora las condiciones físicas del suelo.

**Desventajas.** Según Falcon (2003) indica:

- ✓ Mayor costo de producción.
- ✓ Aumenta la erosión tanto hídrica como eólica.
- ✓ Compacta el Suelo.
- ✓ Disminuye el incremento de materia orgánica.
- ✓ Disminuye la actividad biológica del suelo.
- ✓ Menor aprovechamiento de los suelos solo 1 o 2 cosechas por año.
- ✓ Mal uso del agua de riego y de lluvia
- ✓ Igual rendimiento con más alto costo de producción.

**Equipos para labranza convencional:**

- ✓ Roturación con poli disco pesado.
- ✓ Arado de disco.
- ✓ Rastra de discos.
- ✓ Nivelado con rígidos y riel.
- ✓ Sembradora de grano o Cultivador.

### 2.3.3. Labranza cero

La cero labranza, siendo uno de los componentes de la agricultura de conservación, es comúnmente promovida y practicada para el control de la erosión. Sin embargo, la cero labranza es también una herramienta vital en



prevenir la compactación del suelo, ya que ella reduce grandemente la incidencia del contacto del metal con el suelo. Es obvio que el cultivo es más fácil cuando es realizado en suelos húmedos (menos requerimiento de potencia, menos uso y desgaste del equipamiento, y más rápido. Desafortunadamente, estas son las condiciones del suelo en que está más en peligro la degradación de su estructura. La práctica de agricultura de conservación reduce enormemente el riesgo de cultivar en un suelo con contenido de agua inadecuado, lo que consecuentemente produce la compactación del suelo, mediante la eliminación de las operaciones de labranza, excepto la de siembra (Benites, 2013).

En los sistemas de labranza de conservación y en especial en este sistema el suelo se prepara al mínimo para enterrar la semilla, los residuos vegetales no se incorporan y quedan sobre la superficie, cubriendo al suelo como mantillo. Debido a que no hay labranza el suelo preserva su estructura nativa. El espacio poroso y su continuidad se mantienen intactos. Los residuos vegetales cubren el suelo disminuyendo la insolación, el impacto de la lluvia, la evaporación y el encostramiento. Es decir, debemos de proteger nuestros suelos y no perderlos, evitando así que cada vez utilicemos más recursos para poder cosechar cada vez menos o lo mismo de siempre, pues estamos acabando con el recurso máspreciado que es el suelo (FAMAQ, 2012).

#### **2.4. Estimado económico**

López y López (1986), mencionan que el procedimiento para determinar el rendimiento económico por sistema de labranza, se adopta la metodología siguiente.

##### ***Costo total (CT).***

$$CT=CD + CI$$

Dónde:

CD= costo directo.

CI = costos indirectos.

##### ***Ingreso total (IT).***

$$IT= P \times Q$$

Dónde:

P = Precio de avena.

Q = Rendimiento.

***Ingreso neto (IN).***

$$IN = IT - CT$$

Dónde:

IT = Ingreso total.

CT = Costo total.

***Relación beneficio costo (B/C).***

$$BC = IN/CT$$

Dónde:

IN = Ingreso neto.

CT = c total.

***Índice de rentabilidad (IR).***

$$IR = IN/CT \times 100$$

Donde:

IN = Ingreso neto.

CT = Costo total.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. **Ámbito de estudio**

##### 3.1.1. **Ubicación**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación y Producción Illpa, durante la campaña agrícola 2016- 2017, propiedad de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno cuya ubicación política, geográfica y vial del centro se menciona a continuación:

Departamento	: Puno
Provincia	: Puno
Distrito	: Paucarcolla
Latitud Sur	: 15°42' 37''
Longitud Oeste	: 70° 04' 56''
Altitud	: 3822m.s.n.m.

#### 3.2. **Historial del campo experimental.**

Campaña 2014-2015	papa
Campaña 2015-2016	quinua
Campaña 2016-2017	avena (Presente experimento)

#### 3.3. **Antecedentes del CIP ILLPA**

Barreda y Quispe (1999) indican que el fundo Illpa, en fecha 29 de abril de 1987 es entregado por el Ministerio de Agricultura (Región agraria XXI-Puno) a la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA Puno.

A través de un acta suscrita por las autoridades de ambas instituciones y por Resolución Directoral N° 0138-93-DRA-PMT de fecha 23 de septiembre de 1993, se otorgó la sesión en uso del predio rústico Illpa con 429 ha.

### 3.4. Climatología

Según ONERN – CORPUNO (1965), ecológicamente el área del CIP Illpa, pertenece a la zona ecológica de Bosque Húmedo Montado sub tropical, caracterizada por presentar temperaturas de 6 a 12 °C, precipitación pluvial anual de 650mm y humedad relativa media, que dan como resultado un clima frío y seco en invierno, templado frío y semi-seco, el resto del año, en forma general.

### 3.5. Ecología

Barreda y Quispe (1999) indican que el área de Illpa, de acuerdo al mapa ecológico del Perú basado en la clasificación de zonas de vida del mundo por Holdridge, pertenece a la zona ecológica Bosque Húmedo Montano Sub Tropical (bh-MS), que comprende entre 3812 y 3975m.s.n.m. caracterizada por presentar biotemperaturas de 6 a 12C° con precipitaciones de 500 a 1000mm.

### 3.6. Semilla de avena

Se utilizaron semillas certificadas de dos cultivares de avena forrajera, las cuales son:

			Procedencia
▪	La Africana	INIA 902	INIA-Puno
▪	Vilcanota I	INIA 904	INIA-Puno
▪	Negra local	CIP Illpa.	

### 3.7. Maquinaria agrícola

Para la labranza del suelo se utilizaron la siguiente maquinaria:

- Tractor New Holland 98 HP
- Arado de 4 discos reversible hidráulico.
- Rastrado tiro semi-pesada de 20 discos por 24 pulgadas
- Cultivador rígido de 4 brazos
- Riel

### 3.7.1. Instrumentos de medición

Tanto para la instalación del experimento como para su posterior evaluación se hizo el uso de instrumentos de medición como cinta métrica, cuadrante (1m<sup>2</sup>), balanza, etc.

## 3.8. Factores en estudio

### 3.8.1. Tipos de labranza mínima

Se emplearon dos formas de labranza mínima, las cuales son:

Tipo de labranza mínima	Clave
Aradura y siembra	L1
Rastrado y siembra	L2
Convencional (testigo) (Aradura, rastrado y nivelación)	L3

### 3.8.2. Cultivares de avena forrajera

Cultivares de avena	Clave
INIA 902 La Africana	V1
INIA 904 Vilcanota I	V2
Negra Local (testigo)	V3

### 3.8.3. Tratamientos

Labranza	Cultivar	Combinación	Tratamiento
L1	V1	L1V1	T1
	V2	L1V2	T2
	V3	L1V3	T3
L2	V1	L2V1	T4
	V2	L2V2	T5
	V3	L2V3	T6
L3 (testigo)	V1	L3V1	T7
	V2	L3V2	T8
	V3	L3V3	T9

### 3.9. Variables de respuesta

- Rendimiento de biomasa (kg/ha)
- Densidad de plantas (m<sup>2</sup>)
- Altura de planta, altura de tallo y tamaño de espiga al momento del corte (cm)
- Longitud y ancho de hoja (cm)
- Rentabilidad (S/.)

### 3.10. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), bajo el diseño de parcela dividida con 3 tipos de labranza x 3 cultivares de avena, conducido bajo tres repeticiones, haciendo un total de 27 unidades experimentales.

El modelo de para DCA bajo parcela dividida es el siguiente (Ibañez, 2009):

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

$$i=1,2,\dots,a; j=1,2,\dots,b; k=1,2,\dots,r$$

Donde:

$Y_{ijk}$  : Es la variable respuesta de la k-ésima observación bajo el j-ésimo nivel de factor B, sujeto al i-ésimo nivel de tratamiento A.

$\mu$ : Constante, media de la población a la cual pertenecen las observaciones.

$\alpha_i$ : Efecto del del i-ésimo nivel del factor A.

$\beta_j$ : Efecto del j-ésimo nivel del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$ : Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A, en el j-ésimo nivel del factor B.

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental.

**Tabla 1.** Análisis de varianza para DCA, con arreglo factorial.

FV	GL
TIPO DE LABRANZA	$a - 1 = 3 - 1 = 2$
VARIEDAD	$b - 1 = 3 - 1 = 2$
LABRANZA x VARIEDAD	$(a - 1)(b - 1) = 2 \times 2 = 4$
Error experimental	$ab(r - 1) = 3 \times 3 \times (3 - 1) = 18$
TOTAL	$abr - 1 = 3 \times 3 \times 3 - 1 = 26$

### 3.11. Conducción del experimento

#### 3.11.1. Preparación del terreno

- **Labranza mínima (L1):** se realizó únicamente la labranza con arado de discos a una distancia de 40 cm con una profundidad de 5 cm, luego inmediatamente se hizo se hizo la siembra al voleo por detrás del tractor y el arado a una velocidad 1.5 km/h y un ancho de labor de 1.2 m.
- **Labranza mínima (L2):** se realizó únicamente la labranza con rastra de discos semi-pesada de tiro para la labranza mínima e inmediatamente se

hizo la siembra al voleo a una profundidad de 20 cm por detrás del tractor y la rastra a una velocidad 2.5 km/h y un ancho de labor de 2.2 m.

- **Labranza Convencional:** Se efectuó con el siguiente detalle:

Labranza Primaria con arado de discos de 1 cuerpo

Labranza secundaria con rastra de discos de 2 cuerpos

Surcador con cultivador de 4 brazos

Tapado con riel.

La preparación del terreno se realizó primeramente con arado de disco, luego con rastra de discos con el objetivo de mullir el terreno, la siembra se hizo con surcos a 40 cm de distancia, a una profundidad de 5 cm y cubrir con riel para cubrir las semillas, y para que existe buena germinación y desarrollo de las plantas de avena.

### 3.11.2. Fertilización

Tomando en cuenta el análisis del suelo no se realizó la fertilización por presentar un alto contenido de nitrógeno y fósforo, el cual es adecuado para el desarrollo vegetativo del cultivo de avena.

### 3.11.3. Siembra

La siembra se realizó (18/11/2016) manualmente al voleo uniformemente en los dos sistemas de labranza. La cantidad de semilla para la siembra fue a una densidad de 120 kg/ha en parcelas experimentales.

### 3.11.4. Labores culturales

Durante el crecimiento del cultivo se realizó las labores culturales como el deshierbo de manera uniforme y manual. Se ha identificado las siguientes especies.

- *Brassica campestris* (Nabo silvestre)
- *Bidens pilosa* (michico, amor seco)
- *Taraxacum officinales* (diente de león)
- *Erodium cicutarum* ( Auja auja)



### **3.11.5. Cosecha**

La cosecha se realizó a 150 días a inicios del mes de abril después de la siembra, con segadora rotativa de tambores (Ciclomovil). Primero se obtuvo el rendimiento como forraje verde. Luego del corte de la avena se procedió al secado por método de hileras por 10 días a una humedad aproximada del 15% para luego obtener el rendimiento en materia seca.

### **3.12. Metodología de evaluación e variables de respuesta**

#### **a) Número de plantas/m<sup>2</sup>**

El conteo de plantas/m<sup>2</sup>, fue de forma manual, la cual consistió en el conteo de plantas establecidas dentro del m<sup>2</sup> antes de la fase fenológica de emergencia.

#### **b) Altura de planta**

Para la altura de planta, se realizó su medición desde el nivel suelo hasta la parte apical de la planta, utilizando una cinta métrica, la cual fue expresada en cm, en las fases fenológicas de emergencia, macollamiento e inicio de floración.

#### **c) Altura de tallo**

Para la altura de tallo, se realizó su medición desde el nivel suelo hasta la parte anterior de la inserción de la inflorescencia de la planta, utilizando una cinta métrica, la cual fue expresada en cm en la fase fenológica de floración.

#### **d) Tamaño de espiga**

Para el tamaño de espiga, se realizó su medición desde la inserción de la espiga hasta la parte apical de la inflorescencia de la planta, utilizando una cinta métrica, la cual fue expresada en cm en la fase fenológica de floración.

#### **e) Longitud de hoja**

La medición de la longitud de hoja, se realizó en el ancho de la hoja, utilizando una cinta métrica, la cual fue expresada en mm en la fase fenológica de floración.

#### **f) Ancho de hoja**

La medición del ancho de hoja, se realizó en largo de la hoja, utilizando una cinta métrica, la cual fue expresada en cm. en la fase fenológica de floración.

### g) Rendimiento de biomasa

La estimación del rendimiento de biomasa, se realizó utilizando el cuadrante metálico de  $m^2$ , en el cual se cosecho las plantas que se encuentren dentro del  $m^2$  utilizando una hoz, los cuales luego fueron pesados con una balanza de mano en la fase fenológica de floración.

### 3.13. Observaciones realizadas

#### a) Análisis de poder germinativo

El análisis del poder germinativo se realizó mediante la prueba de germinación en una bandeja de plástico, colocando papel higiénico en la bandeja, todo bajo un ambiente oscuro, colocando 120 semillas, en donde se realizó el conteo de semillas germinadas durante el tiempo de 22 días, en donde finalizó el conteo, debido a que días posteriores no germino ninguna semilla.

**Tabla 2.** Análisis de poder germinativo de semilla

Días	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Total
Muestras												
INIA 902 La africana	0	1	8	41	40	12	11	3	1	1	0	118
INIA 904 Vilcanota I	0	1	3	42	34	16	14	4	2	1	0	117
Negra local	0	1	2	37	40	18	10	3	1	1	1	114

Formula:

$$PG = \frac{\# \text{ semillas germinadas}}{\text{Total de semillas}} \times 100\%$$

a) INIA 902 La Africana:

- Días de germinación : 9 días
- Cantidad de semilla : 120 semillas
- Poder germinativo (PG) : 98%

b) INIA 904 Vilcanota I:

- Días de germinación : 9 días
- Cantidad de semilla : 120 semillas
- Poder germinativo (PG) : 98%

c) Negra local:

- Días de germinación : 9 días
- Cantidad de semilla : 120 semillas
- Poder germinativo (PG) : 95%

### b) Análisis de fertilidad de suelo

Previo a la siembra se tomó muestras del suelo de la zona en donde se llevó el trabajo de investigación, con el objetivo de realizar el análisis de fertilidad, el análisis se realizó en el laboratorio de agua y suelos de la FCA UNA-Puno, los resultados se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Análisis de fertilidad de suelo del área de investigación

Elementos	Resultados	Métodos
Análisis Físico		
Arena %	32.34	Hidrométrico
Arcilla %	19.54	Hidrométrico
Limo %	48.12	Hidrométrico
Textura	Franco	Triangulo
Análisis Químico		
M.O %	5.25	Walkley y Black
Nitrógeno total	0.75	Micro kjeldahl
Ph	7.47	Electrométrico
Conductividad eléctrica	0.46	Conductímetro
P (ppm)	14.77	Olsen modificado
K (ppm)	242	Pratt
Ca <sup>2+</sup> me/100g suelo	6.40	Titulación
Mg <sup>2+</sup> me/100g suelo	3.00	E.D.T.A.
K <sup>+</sup> me/100g suelo	1.03	Titulación
Na <sup>+</sup> me/100g suelo	1.23	E.D.T.A.
CIC	27	Fotómetro de llama
Saturación de base	43.19	Fotómetro de llama

Fuente: Laboratorio de Agua y Suelo UNA-Puno.

De acuerdo al análisis físico, la textura del suelo es Franco, con bajo contenido de carbonato, contenido alto de materia orgánica de 5.25%, al igual que el nitrógeno total 0.75%, fósforo con 14.77 ppm y potasio es 242 ppm como medio. El pH es 7.47 neutro, capacidad de intercambio catiónico y conductividad eléctrica es media. Por lo tanto, tomando estas consideraciones el suelo es apto para el cultivo.

### c) Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos (Julio 2016 – Junio 2017) fueron obtenidos del Boletín Regional SENAMHI de la Dirección Regional de Puno (Tabla 4 y figura 2). En lo referente a las temperaturas, se observa que la mayor temperatura máxima se dió en el mes de noviembre y diciembre (18.2°C); en temperatura mínima la más baja se registra en el mes de junio (0.6); la mayor temperatura media se da en el mes de diciembre (12.1°C), y la menor temperatura media se da en el mes de julio (7.8°C).

**Tabla 4.** Temperaturas y precipitación pluvial (2016-2017).

Año	Meses	Temperatura °c			Precipitación pluvial (mm)
		Max.	Min.	Media	
2016	Julio	15.0	0.7	7.8	3.4
	Agosto	16.2	1.1	8.7	0.0
	Setiembre	17.0	2.9	10.0	0.3
	Octubre	17.3	4.5	10.9	76.0
	Noviembre	18.2	4.4	11.3	43.0
	Diciembre	18.2	6.0	12.1	49.7
2017	Enero	15.8	6.1	11.0	314.3
	Febrero	16.9	6.4	11.6	119.2
	Marzo	14.8	6.4	10.6	139.7
	Abril	15.3	4.8	10.1	45.5
	Mayo	15.6	3.4	9.5	21.7
	Junio	15.9	0.6	8.3	2.0
Promedio		16.4	3.9	10.2	67.9
Total					814.8

Fuente: Senamhi Puno, 2017.

En cuanto a la distribución de la precipitación pluvial (2016 – 2017), se observa que la mayor precipitación pluvial se dio en el mes de enero con 314.3 mm, y la menor precipitación pluvial se dio en el mes de agosto con 0.0 mm (figura 2).

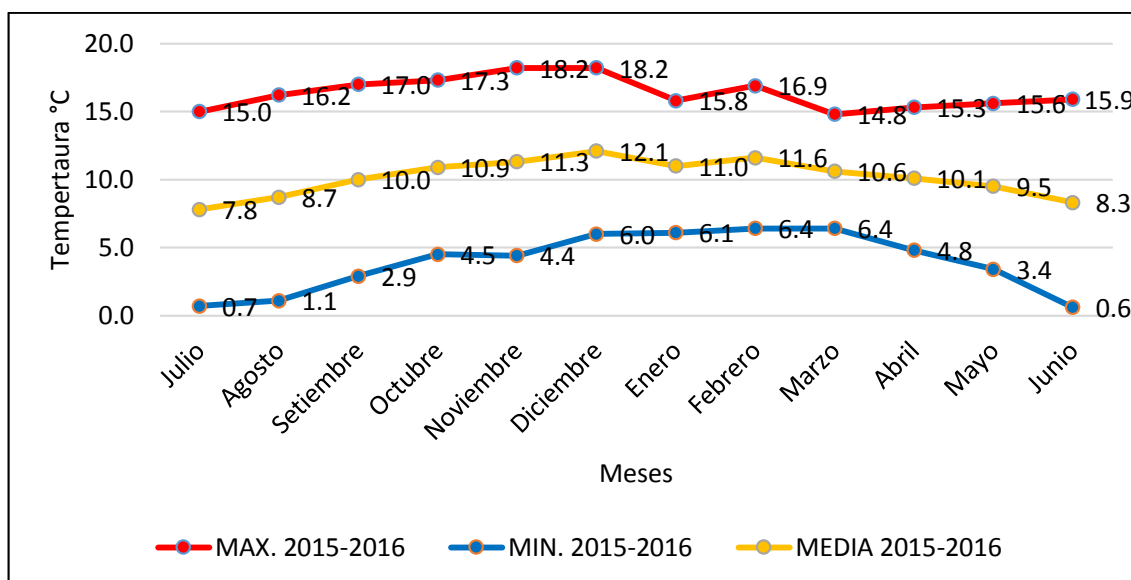


Figura 1. Comportamiento de las temperaturas (2016-2017).

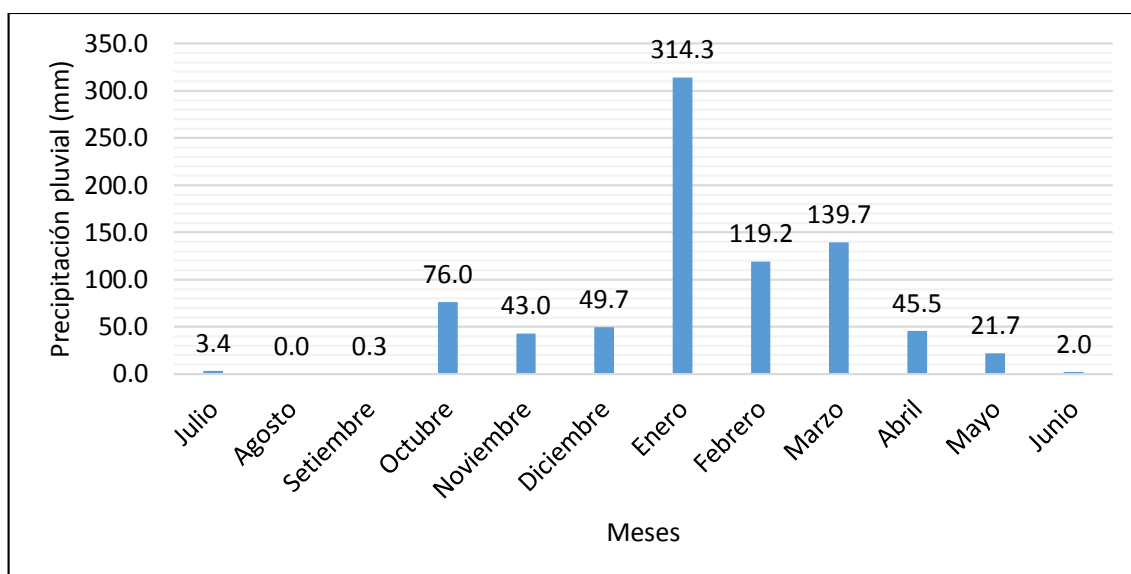


Figura 2. Comportamiento de la precipitación pluvial (2016-2017).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. Rendimiento en biomasa

En la Tabla 5, se observa el análisis de varianza (ANVA) para rendimiento de biomasa, en donde para el factor tipo de labranza (L), se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que no existe diferencias entre los tipos de labranza sobre el rendimiento de biomasa; para el factor cultivar de avena (V), se ve que hubo diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que se tiene diferentes rendimientos de biomasa entre las cultivares de avena. Para la interacción L x V, no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que ambos factores actúan de forma independiente sobre el rendimiento de biomasa. Además, el coeficiente de variación CV=7.66%, indica la confiabilidad de los datos evaluados a condiciones de campo (Vásquez, 1990).

**Tabla 5.** ANVA para rendimiento de biomasa

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tipo de labranza (L)	2	0.3474	0.1737	1.74	3.55	6.01	n.s.
Variedad de avena (V)	2	1.6919	0.8459	8.46	3.55	6.01	**
L x V	4	0.7926	0.1981	1.98	2.93	4.58	n.s.
Error experimental	18	1.8000	0.1000				
Total	26	4.6319					

CV =7.66%

Prom.gral. = 4.13 kg/ha

\*\* = altamente significativo

n.s. = no significativo

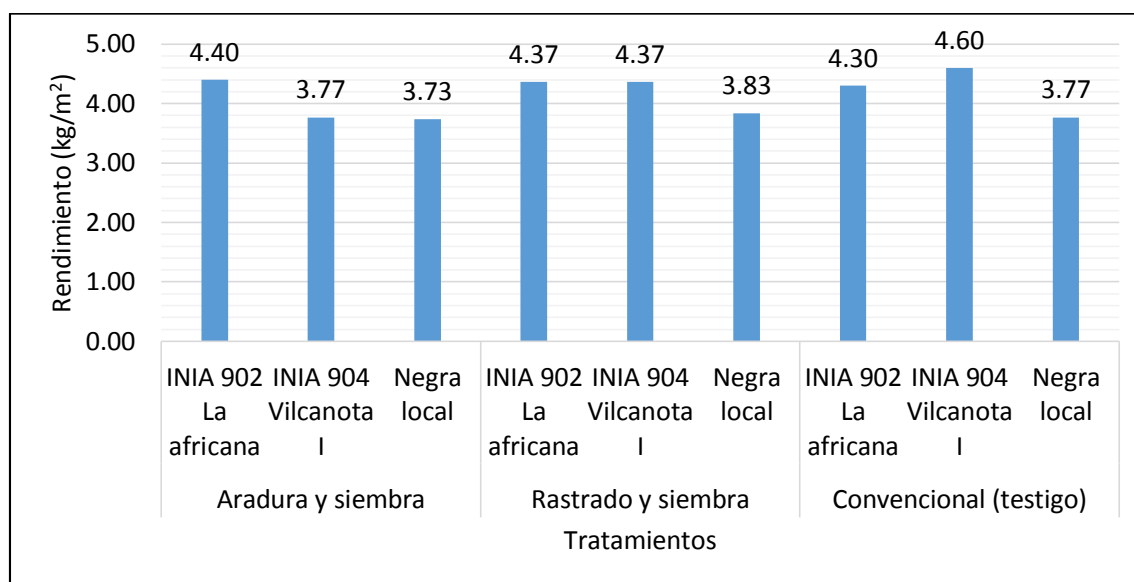
En la Tabla 6, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para factor variedad de avena sobre rendimiento de biomasa, en donde la variedad “INIA 902 La Africana” tuvo mayor rendimiento de biomasa con 4.36 kg/m<sup>2</sup> (43 555.56 kg/ha), seguido de la variedad “INIA 904 Vilcanota I” con 4.24 kg/m<sup>2</sup> (42 444.44 kg/ha) los cuales estadísticamente son similares y superiores a la variedad “Negra local” con 3.78 kg/m<sup>2</sup> (37 777.78 kg/ha).

**Tabla 6.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor variedad de avena sobre rendimiento de biomasa.

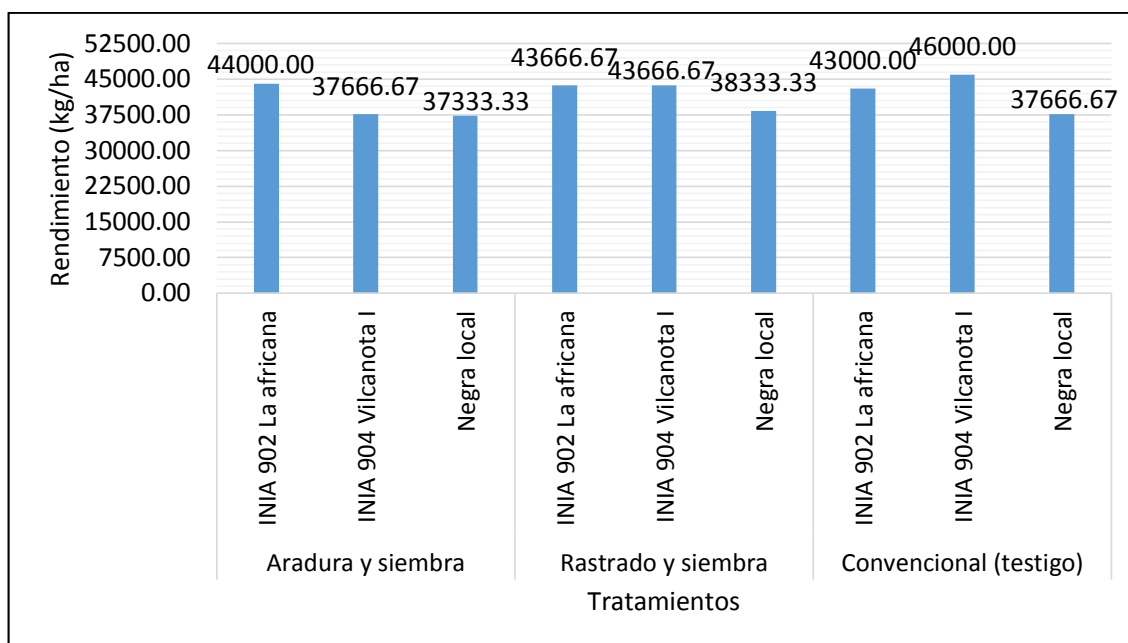
Orden de mérito	Variedad de avena	Rendimiento de biomasa (kg /ha)	Rendimiento de biomasa (kg /m <sup>2</sup> )	$P \leq 0.05$
1	INIA 902 La Africana	43 555.56	4.36	A
2	INIA 904 Vilcanota I	42 444.44	4.24	a
3	Negra Local	37 777.78	3.78	B

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Benito (2013), quien bajo el sistema de labranza convencional logró obtener 50 313.70 kg/ha y bajo el sistema de labranza mínima se logra obtener 44 226.35 kg/ha.

Como no hubo diferencia estadística significativa para la interacción se ha realizado un gráfico (Figura 3 y 4), en donde se ve que el tratamiento conformado por “Convencional en la variedad INIA 904 Vilcanota I” tuvo 4.60 kg/m<sup>2</sup> (46 000 kg/ha) en rendimiento de biomasa, seguido del tratamiento conformado por “Aradura y siembra en la INIA 902 La africana” con 4.40 kg/m<sup>2</sup> (44 000 kg/ha) de forraje verde; los tratamientos conformados por “Rastrado y siembra en las variedad INIA 904 Vilcanota I” y “INIA 904 Vilcanota I con 4.37 kg/m<sup>2</sup> (43 666.67 kg/ha) . El tratamiento conformado por Aradura y siembra en la variedad Negra local tuvo menor rendimiento de biomasa con 3.73 kg/m<sup>2</sup> (37 333.33 kg/ha).



**Figura 3.** Rendimiento de biomasa (kg/m<sup>2</sup>) por tratamiento evaluado.



**Figura 4.** Rendimiento de biomasa (kg/ha) por tratamiento evaluado.

Los resultados obtenidos son diferentes a lo reportado por Benito (2013), quien bajo el sistema de labranza convencional con la variedad Vilcanota I logró obtener 52 689.90 kg/ha y en la variedad Africana 47 937.50 kg/ha. Pero con el sistema de labranza mínima con la variedad Vilcanota I logró obtener 46 018.67 kg/ha y en la variedad Africana 42 434.03 kg/ha.

Además los resultados probablemente hayan sido influenciados por la fertilidad del suelo y los factores climatológicos como la temperatura y precipitación pluvial, los cuales han influido sobre el desarrollo del cultivo y en el rendimiento de biomasa.

#### 4.2. Efecto de dos formas de labranza mínima (aradura y siembra – rastrado y siembra)

##### 4.2.1. Población de plantas

En la Tabla 7, se observa el análisis de varianza (ANVA) para población de plantas establecidas, en donde para el factor tipo de labranza (L), se observa que hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que existe diferencias entre los tipos de labranza sobre la población de plantas establecidas; para el factor variedad de avena (V), se ve, que no hubo diferencias



estadísticas significativas, lo cual indica que se tiene similar población de plantas establecidas entre las cultivares de avena. Para la interacción L x V, se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que ambos factores actúan de forma independiente sobre la población de plantas establecidas. Además, el coeficiente de variación  $CV=5.32\%$ , indica la confiabilidad de los datos evaluados a condiciones de campo (Vásquez, 1990).

**Tabla 7.** ANVA para población de plantas (0.5m<sup>2</sup>)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F <sub>t</sub> 0.05	F <sub>t</sub> 0.01	Sig.
Tipo de labranza (L)	2	1492.0741	746.0370	35.34	3.55	6.01	**
Variedad de avena (V)	2	114.2963	57.1481	2.71	3.55	6.01	n.s.
L x V	4	96.1481	24.0370	1.14	2.93	4.58	n.s.
Error experimental	18	380.0000	21.1111				
Total	25	2082.5185					

CV =5.32% Prom.gral. = 86.41 plantas

\*\* = altamente significativo

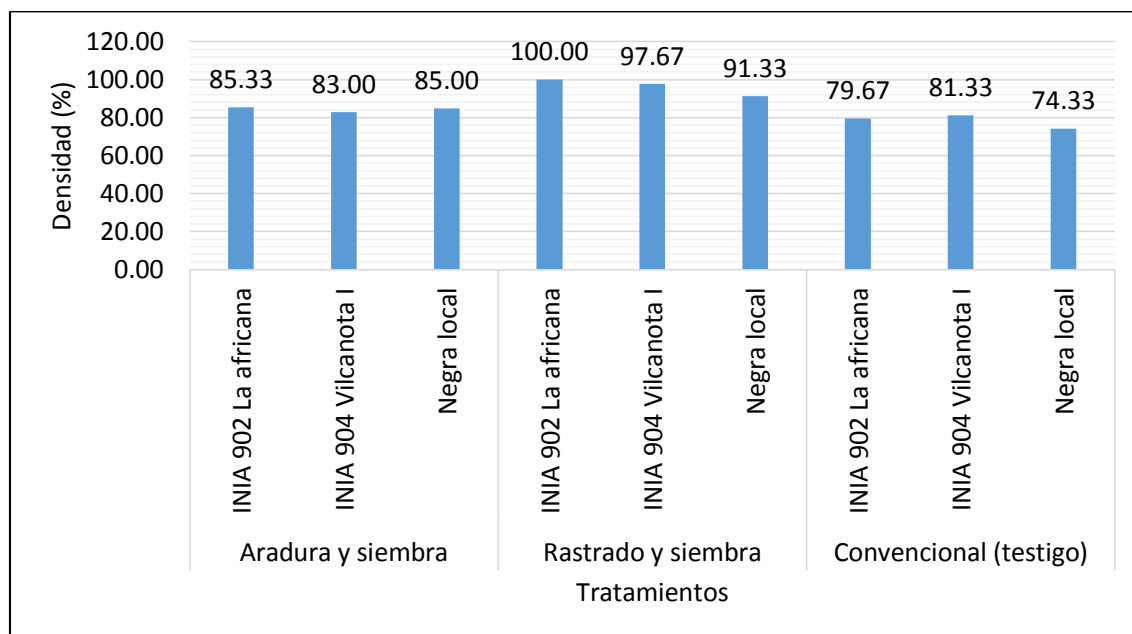
n.s. = no significativo

En la Tabla 8, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para factor tipo de labranza sobre población de plantas, en donde el tipo de labranza “Rastrado y siembra” tuvo mayor población de plantas establecidas con 96.33 plantas, el cual es estadísticamente superior a los demás tipos de labranza, seguido del tipo de labranza “Aradura y siembra” con 84.44 plantas, y en último lugar se ubica el tipo de labranza “convencional” con 78.44 plantas establecidas.

**Tabla 8.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor tipo de labranza sobre población de plantas.

Orden de mérito	Tipo de labranza	Promedio en cantidad (0.5 m <sup>2</sup> )	$P \leq 0.05$
1	Rastrado y siembra	96.33	A
2	Aradura y siembra	84.44	B
3	Convencional (testigo)	78.44	C

Como no hubo diferencia estadística significativa para la interacción se ha realizado un gráfico (Figura 5), en donde se ve que el tratamiento conformado por Rastrado y siembra en la variedad IINIA 902 La Africana tuvo 100% de población de plantas, seguido de los tratamientos conformados por Rastrado y siembra en las cultivares INIA 904 Vilcanota I y negra local con 97.67% y 91.33% de población de plantas. El tratamiento conformado por Convencional en la variedad negra local tuvo menor población de plantas con 74.33%.



**Figura 5.** Población de plantas por tratamiento evaluado.

Los resultados obtenidos son similares a lo reportado por Benito (2013), quien con el sistema de labranza convencional en la variedad Vilcanota I con 86.81 plantas/m<sup>2</sup>, y en la variedad Africana se tuvo 84.72 plantas/m<sup>2</sup>; pero con el sistema de labranza mínima en la variedad Vilcanota I se tuvo 85.13 plantas/m<sup>2</sup> y en la variedad Africana se tuvo 80.63 plantas/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.2. Desarrollo en crecimiento en altura de planta

##### 4.2.2.1. Primera evaluación

En la Tabla 9, se observa el análisis de varianza (ANVA) para altura de planta a la primera evaluación, en donde para el factor tipo de labranza (L), se observa que hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que existe diferencias entre los tipos de labranza sobre altura de planta a la primera

evaluación; para el factor variedad de avena (V), se demuestra que no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que se tiene similar altura de planta entre las cultivares de avena. Para la interacción L x V, se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que ambos factores actúan de forma independiente sobre altura de planta a la primera evaluación. Además, el coeficiente de variación  $CV=6.47\%$ , indica la confiabilidad de los datos evaluados a condiciones de campo (Vásquez, 1990).

**Tabla 9.** ANVA para altura de planta (cm) a la primera evaluación

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tipo de labranza (L)	2	12.9630	6.4815	11.67	3.55	6.01	**
Variedad de avena (V)	2	0.5185	0.2593	0.47	3.55	6.01	n.s.
L x V	4	3.2593	0.8148	1.47	2.93	4.58	n.s.
Error experimental	18	10.0000	0.5556				
Total	26	26.7407					

CV =6.47%

Prom.gral. = 11.52 cm

\*\* = altamente significativo

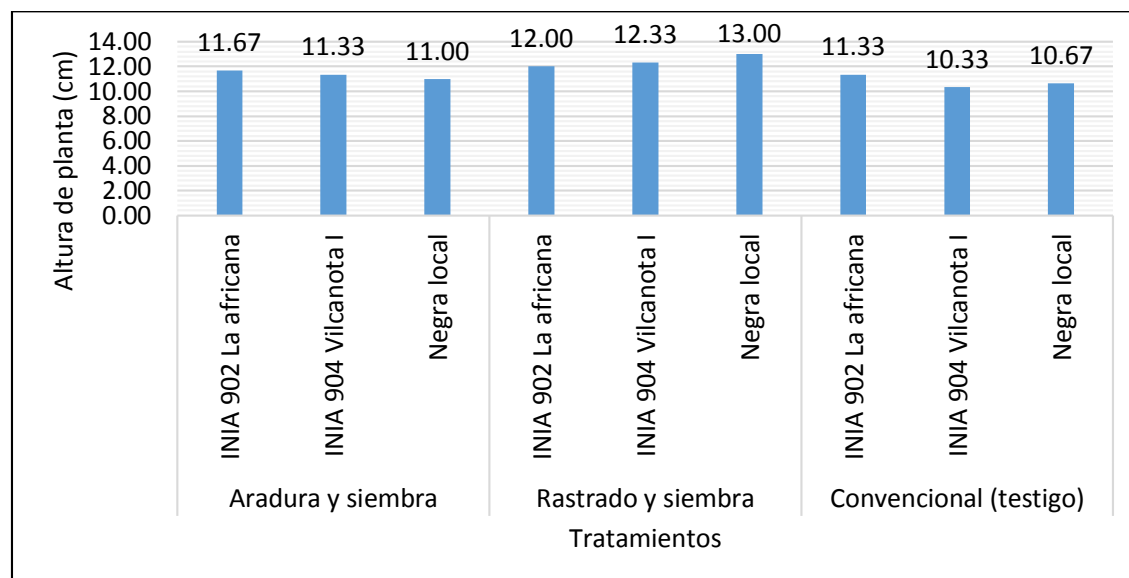
n.s. = no significativo

En la Tabla 10, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para factor tipo de labranza sobre altura de planta a la primera evaluación, en donde el tipo de labranza "Rastrado y siembra" tuvo mayor altura de planta con 12.44 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás tipos de labranza, seguido del tipo de labranza "Aradura y siembra" con 11.33 cm, y en último lugar se ubica el tipo de labranza "convencional" con 10.78 cm.

**Tabla 10.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor tipo de labranza sobre altura de planta a la primera evaluación.

Orden de mérito	Tipo de labranza	Altura de planta (cm)	$P \leq 0.05$
1	Rastrado y siembra	12.44	A
2	Aradura y siembra	11.33	B
3	Convencional (testigo)	10.78	B

Como no hubo diferencia estadística significativa para la interacción se ha realizado un gráfico (Figura 6), en donde se ve que el tratamiento conformado por Rastrado y siembra en la variedad INIA 902 La africana tuvo 13.00 cm en altura de planta, seguido de los tratamientos conformados por Rastrado y siembra en las cultivares INIA 904 Vilcanota I y negra local con 12.33 cm y 12.00 cm de altura de planta. El tratamiento conformado por Convencional en la variedad INIA 904 Vilcanota tuvo menor altura de planta con 10.33 cm.



**Figura 6.** Altura de planta por tratamiento a la primera evaluación.

#### 4.2.2.2. Segunda evaluación

En la Tabla 11, se observa el análisis de varianza (ANVA) para altura de planta a la segunda evaluación, en donde para el factor tipo de labranza (L), se observa que hubo diferencia estadística significativa, lo cual indica que existe diferencias entre los tipos de labranza sobre altura de planta a la segunda evaluación; para el factor variedad de avena (V), se demuestra que no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que se tiene similar altura de planta entre las cultivares de avena. Para la interacción L x V, se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que ambos factores actúan de forma independiente sobre altura de planta a la segunda evaluación. Además, el coeficiente de variación  $CVa=12.13\%$ , indica la confiabilidad de los datos evaluados a condiciones de campo (Vásquez, 1990).

**Tabla 11.** ANVA para altura de planta (cm) a la segunda evaluación

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tipo de labranza (L)	2	435.8519	217.9259	18.68	3.55	6.01	**
Variedad de avena (V)	2	16.0741	8.0370	0.69	3.55	6.01	n.s.
L x V	4	5.4815	1.3704	0.12	2.93	4.58	n.s.
Error experimental	18	210.0000	11.6667				
Total	26	667.4074					

CV(a) =12.13%

Prom.gral. = 28.15 cm

\* = Es significativo

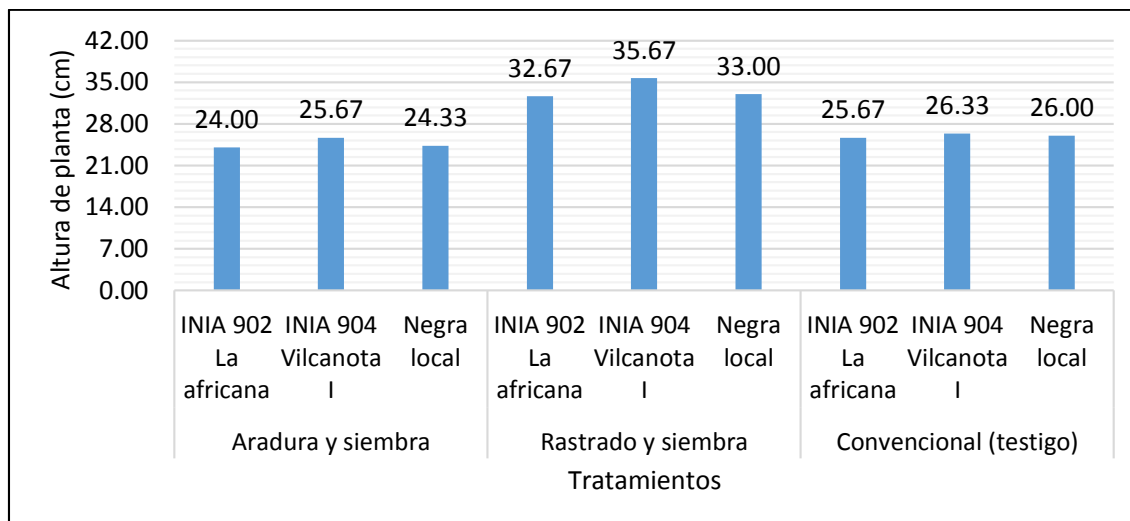
n.s. = no significativo

En la Tabla 12, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para factor tipo de labranza sobre altura de planta a la segunda evaluación, en donde el tipo de labranza “Rastrado y siembra” tuvo mayor altura de planta con 33.78 cm, el cual es estadísticamente superior a los demás tipos de labranza, seguido del tipo de labranza “Convencional” con 26.00 cm, y en último lugar se ubica el tipo de labranza “Aradura y siembra” con 24.68 cm.

**Tabla 12.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor tipo de labranza sobre altura de planta a la segunda evaluación.

Orden de mérito	Tipo de labranza	Altura de planta (cm)	$P \leq 0.05$
1	Rastrado y siembra	33.78	A
2	Convencional (testigo)	26.00	B
3	Aradura y siembra	24.68	B

Como no hubo diferencia estadística significativa para la interacción se ha realizado un gráfico (Figura 7), en donde se ve que el tratamiento conformado por Rastrado y siembra en la variedad INIA 904 Vilcanota I tuvo 35.67 cm en altura de planta, seguido de los tratamientos conformados por Rastrado y siembra en las cultivares INIA 902 La africana y negra local con 33.67 cm y 32.00 cm de altura de planta. El tratamiento conformado por Convencional en la variedad INIA 902 La africana tuvo menor altura de planta con 25.67 cm.



**Figura 7.** Altura de planta por tratamiento a la segunda evaluación.

#### 4.2.2.3. Tercera evaluación

En la Tabla 13, se observa el análisis de varianza (ANVA) para altura de planta a la tercera evaluación, para el factor tipo de labranza (L), se observa que no hubo diferencia estadísticas significativas, lo cual indica que no existe diferencias entre los tipos de labranza sobre altura de planta a la tercera evaluación; para el factor variedad de avena (V), se demuestra que no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que se tiene similar altura de planta entre las cultivares de avena. Para la interacción L x V, se observa que hubo diferencias estadísticas altamente significativas, indicando que ambos factores actúan de forma dependiente sobre altura de planta a la tercera evaluación. Además, el coeficiente de variación CV=4.31%, indica la confiabilidad de los datos evaluados a condiciones de campo (Vásquez, 1990).

**Tabla 13.** ANVA para altura de planta a la tercera evaluación

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tipo de labranza (L)	2	58.2963	29.1481	2.31	3.55	6.01	n.s.
Variedad de avena (V)	2	48.2963	24.1481	1.92	3.55	6.01	n.s.
L x V	4	516.3704	129.0926	10.25	2.93	4.58	**
Error experimental	18	226.6667	12.5926				
Total	26	849.6296					

CV = 4.31% Prom.gral. = 82.30 cm

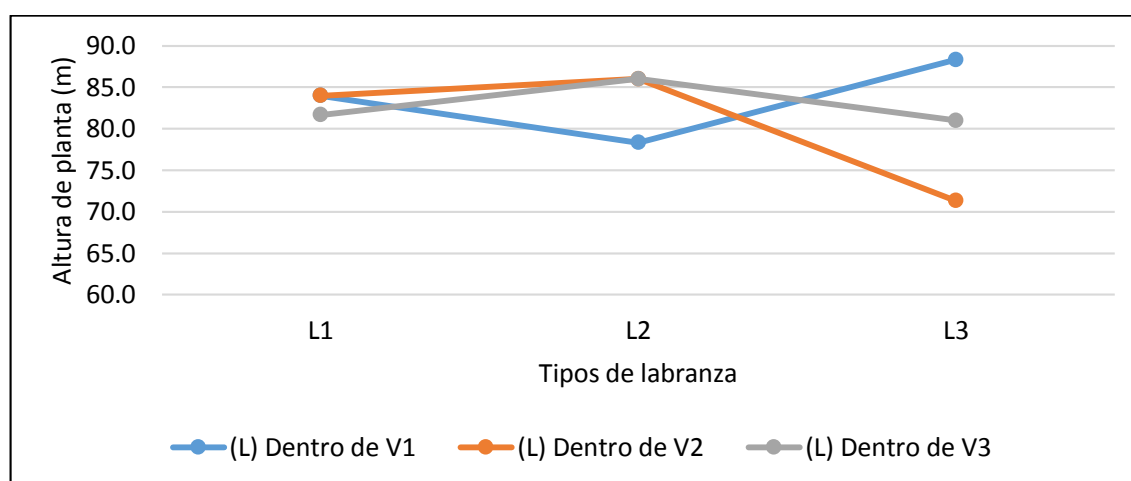
\*\* = altamente significativo

n.s. = no significativo

Como hubo diferencia estadística significativa en la Tabla 14, para la interacción L x V, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

**Tabla 14.** Método tabular para la interacción Tipo de labranza (L) x variedad de avena (V) para altura de planta a la tercera evaluación.

Clave	L1	L2	L3	Prom.
(L) Dentro de V1	84.0	78.3	88.3	83.6
(L) Dentro de V2	84.0	86.0	71.3	80.4
(L) Dentro de V3	81.7	86.0	81.0	82.9
Prom.	83.2	83.4	80.2	82.3



**Figura 8.** Efecto de tipo de labranza dentro de la variedad de avena para altura de planta a la tercera evaluación.

En la Figura 8, se observa claramente que el tipo de labranza en relación a las cultivares de avena tiene comportamientos diferentes sobre altura de planta, es decir, cada tipo de labranza tiene diferente altura según la variedad de avena.

**Tabla 15.** Análisis de varianza de efectos simples para la interacción Tipo de labranza (L) por Variedad de avena (V), para altura de planta a la tercera evaluación.

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F	Sig.
(L) dentro de V1	2	10.8889	5.4444	0.43	0.655	n.s.
(L) dentro de V2	2	117.5556	58.7778	4.67	0.023	*
(L) dentro de V3	2	436.2222	218.1111	17.32	<0.0001	**
(V) dentro de L1	2	150.8889	75.4444	5.99	0.0101	*
(V) dentro de L2	2	379.5556	189.7778	15.07	0.0001	**
(V) dentro de L3	2	44.2222	22.1111	1.76	0.2011	n.s

Observando la Tabla 15, la interpretación de la prueba de efectos simples de la interacción Tipo de labranza x Variedad de avena para altura de planta a la tercera evaluación.

**Nivel de tipo de labranza (L) dentro de la variedad de avena (V1):**

No se encontró diferencia significativa entre los niveles de tipo de labranza L1, L2, y L3 bajo el nivel de V1, es decir que no existe diferencia estadística significativa entre los tipos de labranza con respecto a la variedad V1 (INIA 902 La Africana) en altura de planta a la tercera evolución; esto indica que la variedad V1 en altura de planta tiene un comportamiento similar respecto a las demás cultivares de avena V2 y V3.

**Nivel de tipo de labranza (L) dentro de la variedad de avena (V2):**

Se encontró diferencia significativa entre los niveles de tipo de labranza L1, L2, y L3 bajo el nivel de V2, es decir que existe diferencia estadística significativa entre los tipos de labranza con respecto a la variedad V2 (INIA 904 Vilcanota I) en altura de planta a la tercera evolución; esto indica que la variedad V2 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a las demás cultivares de avena V1 y V3.

**Nivel de tipo de labranza (L) dentro de la variedad de avena (V3):**

Se encontró diferencia significativa entre los niveles de tipo de labranza L1, L2, y L3 bajo el nivel de V3, es decir que existe diferencia estadística significativa entre los tipos de labranza con respecto a la variedad V3 (Negra local) en altura de planta a la tercera evolución; esto indica que la variedad V3 en altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a las demás cultivares de avena V1 y V2.

**Nivel de variedad de avena (V) dentro del tipo de labranza (L1):**

Se encontró diferencia significativa entre los niveles de variedad de avena V1, V2 y V3 bajo el nivel de L1, es decir que existe diferencia estadística significativa entre las cultivares de avena con respecto al tipo de labranza L1, en altura de planta a la tercera evaluación; esto indica que el tipo de labranza L1 sobre altura



de planta tiene un comportamiento diferente respecto a las demás tipos de labranza L2 y L3.

**Nivel de variedad de avena (V) dentro del tipo de labranza (L2):**

Se encontró diferencia significativa entre los niveles de variedad de avena V1, V2 y V3 bajo el nivel de L2, es decir que existe diferencia estadística significativa entre las cultivares de avena con respecto al tipo de labranza L2, en altura de planta a la tercera evaluación; esto indica que el tipo de labranza L2 sobre altura de planta tiene un comportamiento diferente respecto a los demás tipos de labranza L1 y L3.

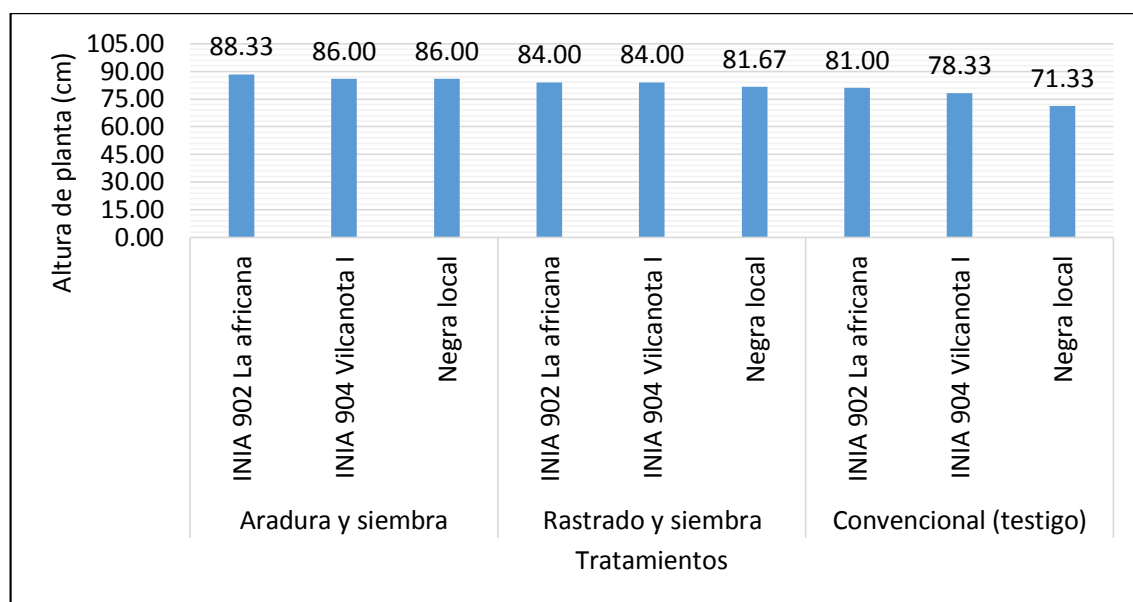
**Nivel de variedad de avena (V) dentro del tipo de labranza (L3):**

No se encontró diferencia significativa entre los niveles de variedad de avena V1, V2 y V3 bajo el nivel de L3, es decir que no existe diferencia estadística significativa entre las cultivares de avena con respecto al tipo de labranza L3, en altura de planta a la tercera evaluación; esto indica que el tipo de labranza L3 sobre altura de planta tiene un similar respecto a los demás tipos de labranza L1 y L2.

En la Tabla 16, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para la interacción entre el factor tipo de labranza y factor variedad de avena sobre altura de planta a la tercera evaluación, en donde el tratamiento conformado por tipo de labranza “Convencional” más la variedad INIA 902 La Africana” tuvo mayor altura de planta con 88.33 cm, seguido de los tratamientos “Rastrado y siembra más INIA 904 Vilcanota I”, “Rastrado y siembra más negra local”, “Aradura y siembra más INIA 902 La Africana”, “Aradura y siembra más negra local”, y “Aradura y siembra más INIA 902 Africana” , “Aradura y siembra más INIA 9024 Vilcanota I”, “Aradura y siembra más negra local” con alturas de planta de 86.00, 86.00, 84.00, 84.00 y 81.67 cm respectivamente, los cuales estadísticamente son similares y superiores al tratamiento “Convencional más INIA 904 Vilcanota I” con menor altura de planta de 71.33 cm.

**Tabla 16.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para la interacción entre el factor tipo de labranza y factor variedad de avena sobre altura de planta a la tercera evaluación.

Orden de mérito	Tipo de labranza	Variedad de avena	Altura de planta (cm)	$P \leq 0.05$
1	Convencional (testigo)	INIA 902 La Africana	88.33	a
2	Rastrado y siembra	INIA 904 Vilcanota I	86.00	a b
3	Rastrado y siembra	Negra Local	86.00	a b
4	Aradura y siembra	INIA 902 La Africana	84.00	a b c
5	Aradura y siembra	INIA 904 Vilcanota I	84.00	a b c
6	Aradura y siembra	Negra Local	81.67	a b c
7	Convencional (testigo)	Negra Local	81.00	b c
8	Rastrado y siembra	INIA 902 La Africana	78.33	c
9	Convencional (testigo)	INIA 904 Vilcanota I	71.33	d



**Figura 9.** Altura de planta por tratamiento a la tercera evaluación.

#### 4.2.2.4. Cuarta evaluación

En la Tabla 17, se observa el análisis de varianza (ANVA) para altura de planta a la cuarta evaluación, en donde para el factor tipo de labranza (L), se observa que no hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que no existe diferencias entre los tipos de labranza sobre altura de planta a la cuarta evaluación; para el factor variedad de avena (V), se demuestra que hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que se tiene diferente altura

de planta entre las cultivares de avena. Para la interacción L x V, se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que ambos factores actúan de forma independiente sobre altura de planta a la cuarta evaluación. Además, el coeficiente de variación CV=3.88%, indica la confiabilidad de los datos evaluados a condiciones de campo (Vásquez, 1990).

**Tabla 17.** ANVA para altura de planta (cm) a la cuarta evaluación

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tipo de labranza (L)	2	0.0027	0.0014	0.40	3.55	6.01	n.s.
Variedad de avena (V)	2	0.0439	0.0220	6.51	3.55	6.01	**
L x V	4	0.0220	0.0055	1.63	2.93	4.58	n.s.
Error experimental	12	0.0607	0.0033				
Total	26	0.1294					

CV = 3.88%                      Prom.gral. = 1.50 cm

\*\* = altamente significativo

n.s. = no significativo

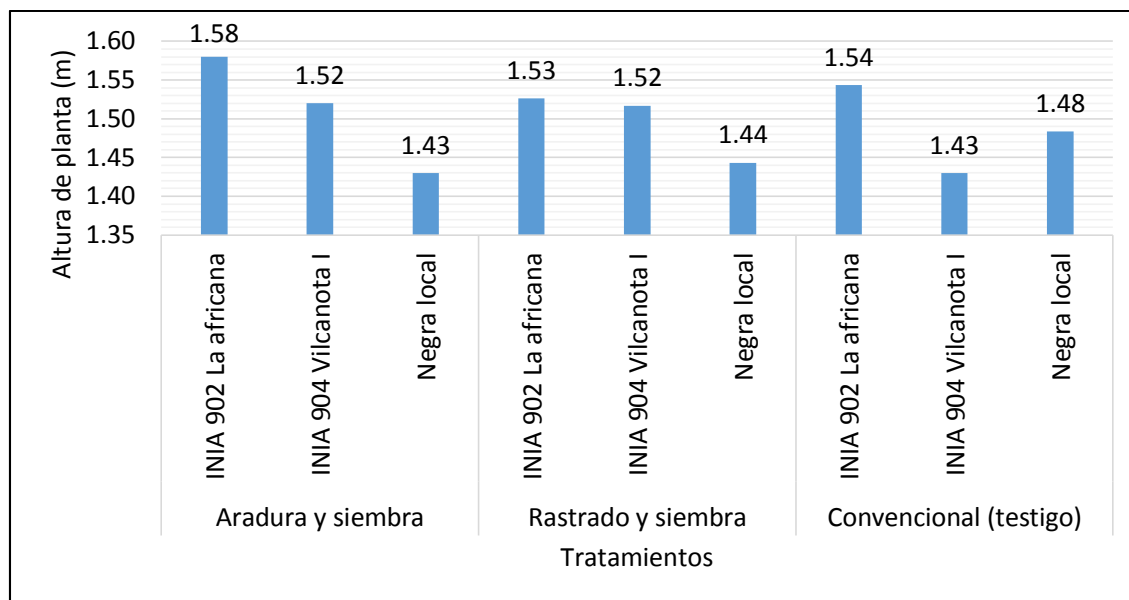
En la Tabla 18, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para factor variedad de avena sobre altura de planta a la cuarta evaluación, en donde la variedad “INIA 902 La Africana” tuvo mayor altura de planta con 1.55 m, seguido de la variedad “INIA 904 Vilcanota I” con 1.49 m. La variedad “Negra local” tuvo menor altura de planta con 1.45 m.

**Tabla 18.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor variedad de avena sobre altura de planta a la cuarta evaluación.

Orden de mérito	Variedad de avena	Altura de planta (m)	$P \leq 0.05$
1	INIA 902 La Africana	1.55	A
2	INIA 904 Vilcanota I	1.49	a b
3	Negra Local	1.45	B

Como no hubo diferencia estadística significativa para la interacción se ha realizado un gráfico (Figura 10), en donde se ve que el tratamiento conformado por “Aradura y siembra en la variedad INIA 902 La africana” tuvo 1.58 m en altura de planta, seguido de los tratamientos conformado por “Convencional en la

variedad INIA 902 La africana” con 1.54 m de altura de planta y el tratamiento conformado por “Rastrado y siembra en la variedad INIA 902 La africana” con 1.53 cm. Los tratamientos conformados por Aradura y siembra en la variedad negra local y Convencional en la variedad negra local tuvieron altura de plantas de 1.43 m respectivamente.



**Figura 10.** Altura de planta por tratamiento a la cuarta evaluación.

Los resultados obtenidos son similares a lo reportado por Benito (2016), quien da a conocer que bajo el sistema de labranza convencional se logra obtener una altura de planta de 1.54 m y con el sistema de labranza mínima se logra obtener una altura de planta de 1.40 m.

#### 4.2.3. Altura de tallo

En la Tabla 19, se observa el análisis de varianza (ANVA) para altura de tallo, en donde para el factor tipo de labranza (L), se observa que hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que existe diferencias entre los tipos de labranza sobre altura de tallo; para el factor variedad de avena (V), se demuestra que hubo diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que se tiene diferente altura de tallo entre las cultivares de avena. Para la interacción L x V, se observa que hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que ambos factores actúan de forma dependiente sobre altura de tallo. Además, el

coeficiente de variación CV=4.21%, indica la confiabilidad de los datos evaluados a condiciones de campo (Vásquez, 1990).

**Tabla 19.** ANVA para altura de tallo (cm) al momento de la cosecha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tipo de labranza (L)	2	0.0450	0.0235	7.53	3.55	6.01	**
Variedad de avena (V)	2	0.1197	0.0598	20.02	3.55	6.01	**
L x V	4	0.0857	0.0214	7.17	2.93	4.58	**
Error experimental	12	0.0538	0.0030				
Total	26	0.3042					

CV = 4.21% Prom.gral. = 1.30 cm

\*\* = altamente significativo

n.s. = no significativo

En la Tabla 20, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para factor tipo de labranza sobre altura de tallo, en donde el tipo de labranza “Rastrado y siembra” tuvo mayor altura de tallo con 1.35 m, seguido del tipo de labranza “Convencional” con 1,28 m, y en último lugar se ubica el tipo de labranza “Aradura y siembra” con 1.26 m.

**Tabla 20.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor tipo de labranza sobre altura de tallo.

Orden de mérito	Tipo de labranza	Altura de tallo (m)	$P \leq 0.05$
1	Rastrado y siembra	1.35	A
2	Convencional (testigo)	1.28	a b
3	Aradura y siembra	1.26	B

En la Tabla 21, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para factor variedad de avena sobre altura de planta a la cuarta evaluación, en donde la variedad “INIA 902 La Africana” tuvo mayor altura de planta con 1.37 m, seguido de la variedad “INIA 904 Vilcanota I” con 1.29 m, los cuales estadísticamente son superior a la variedad “Negra local” tuvo menor altura de tallo con 1.21 m.

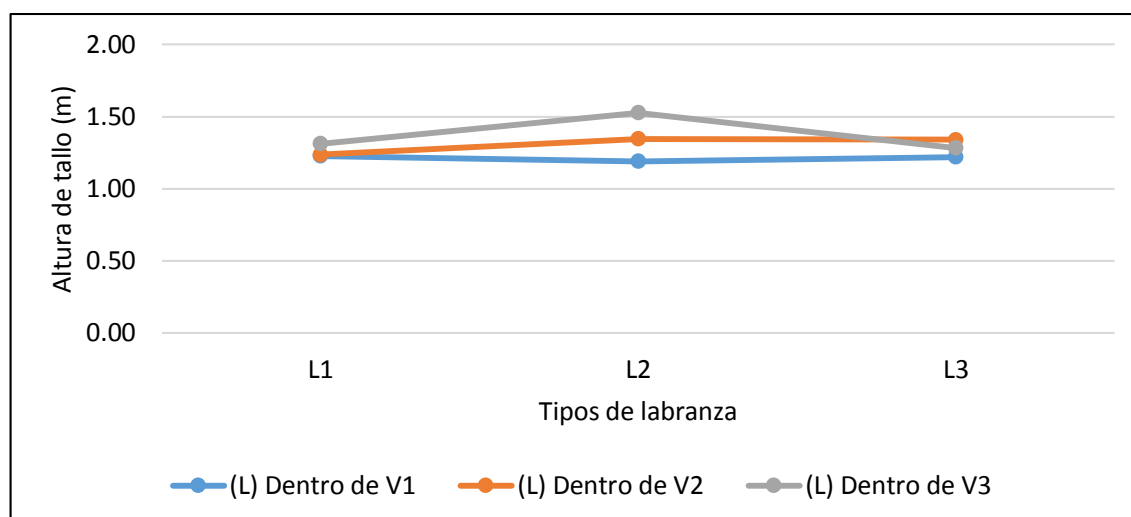
**Tabla 21.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor variedad de avena sobre altura de tallo.

Orden de mérito	Variedad de avena	Altura de tallo (m)	$P \leq 0.05$
1	INIA 902 La Africana	1.37	A
2	INIA 904 Vilcanota I	1.31	A
3	Negra Local	1.21	B

Como hubo diferencia estadística significativa en la Tabla 19, para la interacción L x V, se ha realizado el método tabular y método gráfico, y el análisis de varianza de efectos simples, el cual se muestra a continuación:

**Tabla 22.** Método tabular para la interacción Tipo de labranza (L) x variedad de avena (V) para altura de tallo.

Clave	L1	L2	L3	Prom.
(L) Dentro de V1	1.23	1.19	1.22	1.21
(L) Dentro de V2	1.24	1.35	1.34	1.31
(L) Dentro de V3	1.31	1.53	1.28	1.37
Prom.	1.26	1.35	1.28	1.30



**Figura 11.** Efecto de tipo de labranza dentro de la variedad de avena para altura de tallo.

En la Figura 11, se observa claramente que el tipo de labranza en relación a las cultivares de avena tienen comportamientos diferentes sobre altura de tallo, es decir, cada tipo de labranza tiene diferente altura según la variedad de avena.

**Tabla 23.** Análisis de varianza de efectos simples para la interacción Tipo de labranza (L) por Variedad de avena (V), para altura de tallo.

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr > F	Sig.
(L) dentro de V1	2	0.0134	0.0067	2.26	0.1355	n.s.
(L) dentro de V2	2	0.1703	0.0851	28.49	<.0001	n.s
(L) dentro de V3	2	0.0216	0.0108	3.62	0.0478	*
(V) dentro de L1	2	0.1056	0.0528	17.67	<.0001	**
(V) dentro de L2	2	0.0228	0.0114	3.82	0.0415	*
(V) dentro de L3	2	0.0023	0.0011	0.38	0.6873	n.s.

Observando la tabla 23, la interpretación de la prueba de efectos simples de la interacción Tipo de labranza x Variedad de avena para altura tallo.

**Nivel de tipo de labranza (L) dentro de la variedad de avena (V1):**

Se encontró diferencia significativa entre los niveles de tipo de labranza L1, L2, y L3 bajo el nivel de V1, es decir que no existe diferencia estadística significativa entre los tipos de labranza con respecto a la variedad V1 (INIA 902 La Africana) en altura de tallo; esto indica que la variedad V1 en altura de tallo no tiene un comportamiento diferente respecto a las demás cultivares de avena V2 y V3.

**Nivel de tipo de labranza (L) dentro de la variedad de avena (V2):**

Se encontró diferencia significativa entre los niveles de tipo de labranza L1, L2, y L3 bajo el nivel de V2, es decir que no existe diferencia estadística altamente significativa entre los tipos de labranza con respecto a la variedad V2 (INIA 904 Vilcanota I) en altura de tallo; esto indica que la variedad V2 en altura de tallo no tiene un comportamiento diferente respecto a las demás cultivares de avena V1 y V3.

**Nivel de tipo de labranza (L) dentro de la variedad de avena (V3):**

Se encontró diferencia significativa entre los niveles de tipo de labranza L1, L2, y L3 bajo el nivel de V3, es decir que existe diferencia estadística significativa entre los tipos de labranza con respecto a la variedad V3 (Negra local) en altura de tallo; esto indica que la variedad V3 en altura de tallo tiene un comportamiento diferente respecto a las demás cultivares de avena V1 y V2.

**Nivel de variedad de avena (V) dentro del tipo de labranza (L1):**

Se encontró diferencia significativa entre los niveles de variedad de avena V1, V2 y V3 bajo el nivel de L1, es decir que existe diferencia estadística significativa entre las cultivares de avena con respecto al tipo de labranza L1, en altura de tallo; esto indica que el tipo de labranza L1 sobre altura de tallo tiene un comportamiento diferente respecto a las demás tipos de labranza L2 y L3.

**Nivel de variedad de avena (V) dentro del tipo de labranza (L2):**

Se encontró diferencia significativa entre los niveles de variedad de avena V1, V2 y V3 bajo el nivel de L2, es decir que existe diferencia estadística significativa entre las cultivares de avena con respecto al tipo de labranza L2, en altura de tallo; esto indica que el tipo de labranza L2 sobre altura de tallo tiene un comportamiento diferente respecto a los demás tipos de labranza L1 y L3.

**Nivel de variedad de avena (V) dentro del tipo de labranza (L3):**

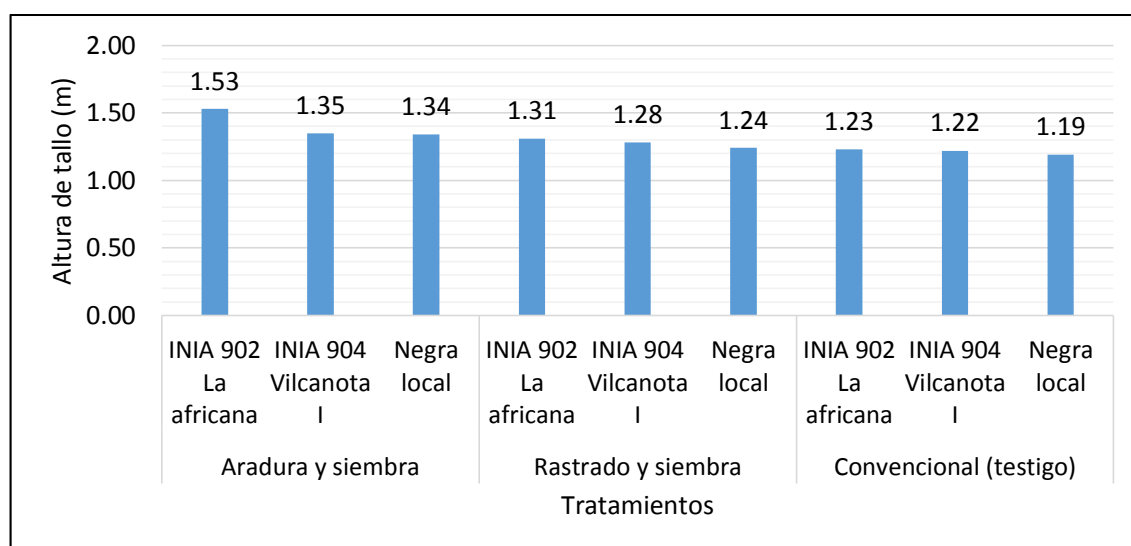
No se encontró diferencia significativa entre los niveles de variedad de avena V1, V2 y V3 bajo el nivel de L3, es decir que no existe diferencia estadística significativa entre las cultivares de avena con respecto al tipo de labranza L3, en altura de tallo; esto indica que el tipo de labranza L3 sobre altura de tallo tiene un comportamiento similar respecto a los demás tipos de labranza L1 y L2.

En la Tabla 24, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para la interacción entre el factor tipo de labranza y factor variedad de avena sobre altura de planta a la tercera evaluación, en donde el tratamiento conformado por tipo de labranza “Rastrado y siembra” más la variedad INIA 902 La Africana” tuvo mayor altura de tallo con 1.53 m, el cual es estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos “Rastrado y siembra más INIA 904 Vilcanota I”, “Convencional más INIA 904 Vilcanota I”, “Aradura y siembra más INIA 902 La Africana”, y “Aradura y siembra más negra local”, y “Convencional más INIA 902 Africana”, con alturas de planta de 1.35, 1.34, 1.31 y 1.28 m respectivamente, los cuales estadísticamente son similares y superiores al tratamiento “Rastrado y siembra más Negra local” con menor altura de tallo con 1.19 m.



**Tabla 24.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para la interacción entre el factor tipo de labranza y factor variedad de avena sobre altura de tallo.

Orden de mérito	Tipo de labranza	Variedad de avena	Altura de tallo (m)	$P \leq 0.05$
1	Rastrado y siembra	INIA 902 La Africana	1.53	a
2	Rastrado y siembra	INIA 904 Vilcanota I	1.35	b
3	Convencional (testigo)	INIA 904 Vilcanota I	1.34	b
4	Aradura y siembra	INIA 902 La Africana	1.31	b c
5	Convencional (testigo)	INIA 902 La Africana	1.28	b c d
6	Aradura y siembra	INIA 904 Vilcanota I	1.24	c d
7	Aradura y siembra	Negra Local	1.23	c d
8	Convencional (testigo)	Negra Local	1.22	c d
9	Rastrado y siembra	Negra Local	1.19	d



**Figura 12.** Altura de tallo por tratamiento evaluado.

#### 4.2.4. Tamaño de inflorescencia

En la Tabla 25, se observa el análisis de varianza (ANVA) para tamaño de inflorescencia, en donde para el factor tipo de labranza (L), se observa que no hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que no existe diferencias entre los tipos de labranza sobre para tamaño de inflorescencia; para el factor variedad de avena (V), se demuestra que hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que se tiene diferente para tamaño de inflorescencia entre las cultivares de avena. Para la interacción L x V, se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que ambos factores actúan de

forma independiente sobre para tamaño de inflorescencia. Además, el coeficiente de variación  $CV=9.33\%$ , indica la confiabilidad de los datos evaluados a condiciones de campo (Vásquez, 1990).

**Tabla 25.** ANVA para tamaño de inflorescencia al momento de la cosecha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tipo de labranza (L)	2	9.4074	4.7037	0.81	3.55	6.01	n.s.
Variedad de avena (V)	2	49.8519	24.9259	4.29	3.55	6.01	*
L x V	4	61.4815	15.3704	2.64	2.93	4.58	n.s.
Error experimental	18	104.6667	5.8148				
Total	26	225.4074					

CV =9.33% Prom.gral. = 25.85 cm

\*=Es significativo

\*\* = altamente significativo

n.s. = no significativo

En la Tabla 26, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para factor variedad de avena sobre altura de planta a la cuarta evaluación, en donde la variedad "INIA 904 Vilcanota I" tuvo mayor altura de planta con 27.22 cm, seguido de la variedad "INIA 902 La Africana" con 26.33 cm los cuales estadísticamente son similares, mientras que la variedad "Negra local" con 24 cm.

**Tabla 26.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor variedad de avena sobre tamaño de inflorescencia.

Orden de mérito	Variedad de avena	Tamaño de inflorescencia (cm)	$P \leq 0.05$
1	INIA 904 Vilcanota I	27.22	A
2	INIA 902 La Africana	26.33	a b
3	Negra Local	24.00	B

En la Figura 13, se observa se ve que el tratamiento conformado por "Aradura y siembra en la variedad INIA 904 Vilcanota" I tuvo 28.33 cm en altura de inflorescencia, seguido de los tratamientos conformado por "Convencional en la variedad INIA 904 Vilcanota I" con 27.33 cm de altura de inflorescencia y el tratamiento conformado por "Aradura y siembra en la variedad INIA 902 La

africana” con 26.67 cm. El tratamiento conformado por Aradura y siembra en la variedad negra local tuvo menor altura de inflorescencia de 20.33 cm.

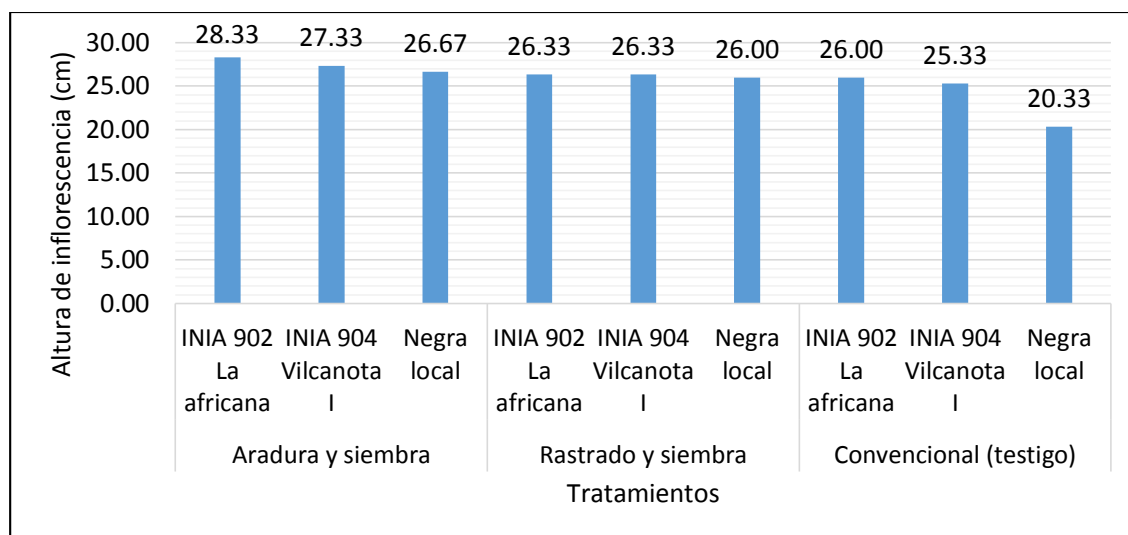


Figura 13. Altura de inflorescencia por tratamiento evaluado.

#### 4.2.5. Longitud de hoja

En la Tabla 27, se observa el análisis de varianza (ANVA) para longitud de hoja, en donde para el factor tipo de labranza (L), se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que no existe diferencias entre los tipos de labranza sobre para longitud de hoja; para el factor variedad de avena (V), se demuestra que no hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que se tiene similar longitud de hoja entre las cultivares de avena. Para la interacción L x V, se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que ambos factores actúan de forma independiente sobre para longitud de hoja. Además, el coeficiente de variación CV=10.27% indica la confiabilidad de los datos evaluados a condiciones de campo (Vásquez, 1990).

Tabla 27. ANVA para longitud de hoja (cm) del cultivo de avena

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tipo de labranza (L)	2	36.0741	18.0370	1.88	3.55	6.01	n.s.
Variedad de avena (V)	2	41.4074	20.7037	2.16	3.55	6.01	n.s.
L x V	4	11.2593	2.8148	0.29	2.93	4.58	n.s.
Error experimental	18	172.6667	9.5926				
Total	26	261.4074					

CV =10.27% Prom.gral. = 30.15 cm

n.s. = no significativo

Como no hubo diferencia estadística significativa para la interacción se ha realizado un gráfico (Figura 14), en donde se ve que el tratamiento conformado por “Aradura y siembra en la variedad INIA 904 Vilcanota I” tuvo 34.00 cm en longitud de hoja, seguido de los tratamientos conformado por “Rastrado y siembra” en la variedad INIA 904 Vilcanota I con 31.33 cm de longitud de hoja y el tratamiento conformado por “Aradura y siembra en la variedad INIA 902 La africana” con 31.00 cm. Los tratamientos conformados por “Rastrado y siembra en la variedad negra local” y “Convencional en la variedad negra local” tuvieron menor longitud de hoja con 28.00 cm respectivamente.

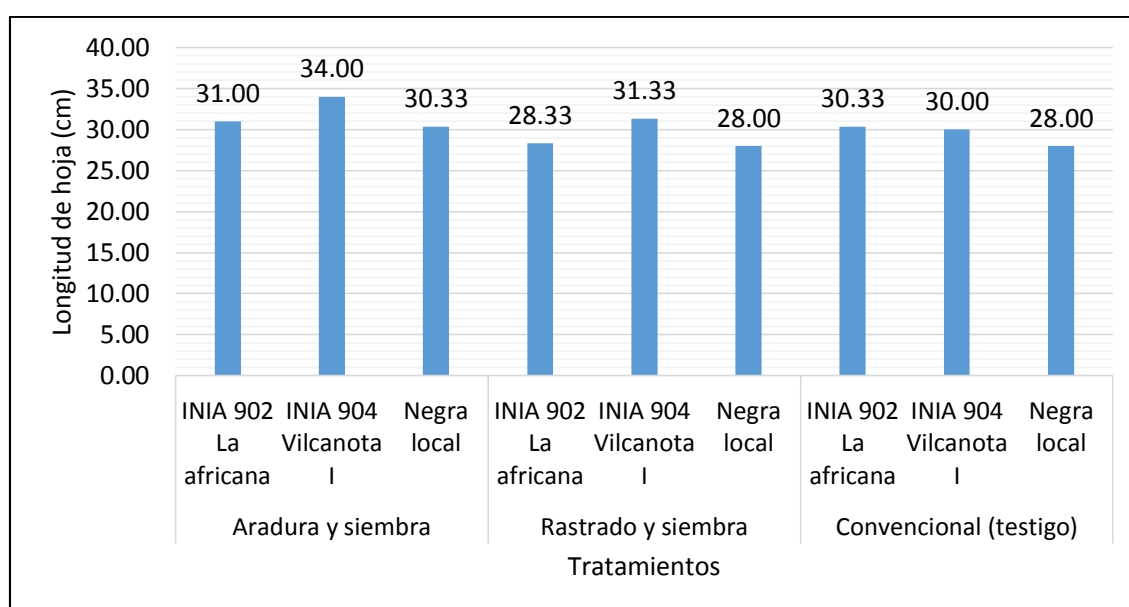


Figura 14. Longitud de hoja por tratamiento evaluado.

#### 4.2.6. Ancho de hoja

En la Tabla 28, se observa el análisis de varianza (ANVA) para ancho de hoja, en donde para el factor tipo de labranza (L), se observa que no hubo diferencia estadística altamente significativa, lo cual indica que no existe diferencias entre los tipos de labranza sobre para ancho de hoja; para el factor variedad de avena (V), se ve que hubo diferencias estadísticas significativas, lo cual indica que se tiene diferente ancho de hoja entre las cultivares de avena. Para la interacción L x V, se observa que no hubo diferencias estadísticas significativas, indicando que ambos factores actúan de forma independiente sobre ancho de hoja.

Además, el coeficiente de variación  $CV=6.01\%$ , indica la confiabilidad de los datos evaluados a condiciones de campo (Vásquez, 1990).

**Tabla 28.** ANVA para ancho de hoja (cm) del cultivo de avena

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Sig.
Tipo de labranza (L)	2	0.0030	0.0015	0.09	3.55	6.01	n.s.
Variedad de avena (V)	2	0.5207	0.2604	15.28	3.55	6.01	**
L x V	4	0.0259	0.0065	0.38	2.93	4.58	n.s.
Error experimental	18	0.3067	0.0170				
Total	26	0.8563					

$CV = 6.01\%$  Prom.gral. = 2.17 cm

\*\* = altamente significativo

n.s. = no significativo

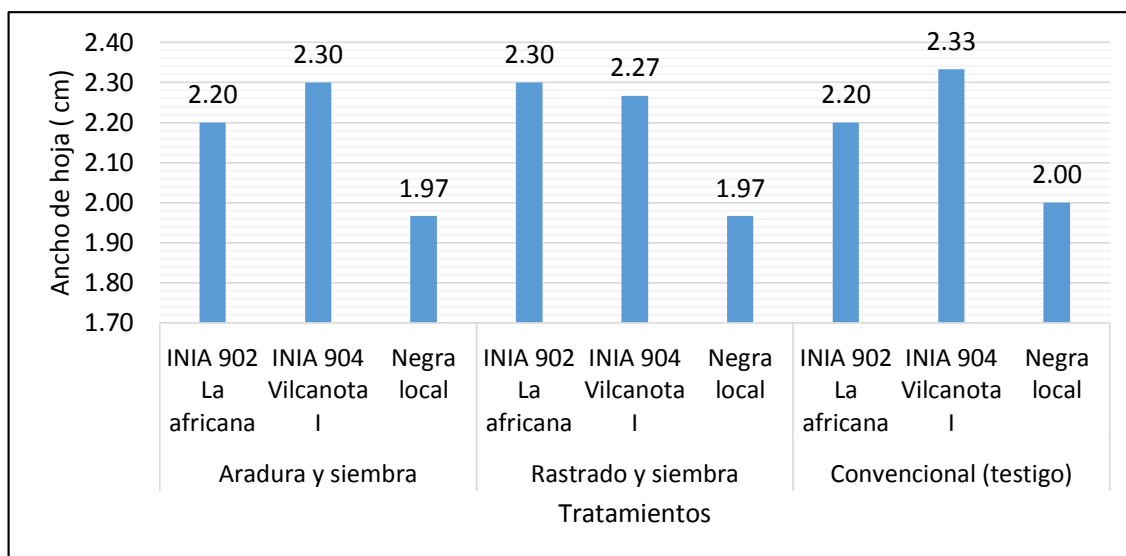
En la Tabla 29, se observa la prueba de comparación de medias de Duncan para factor variedad de avena sobre ancho de hoja, en donde la variedad "INIA 904 Vilcanota I" tuvo mayor ancho de hoja con 2.30 cm, seguido de la variedad "INIA 902 La Africana" con 2.23 cm los cuales estadísticamente son similares, y superiores a la variedad "Negra local" con 1.98 cm.

**Tabla 29.** Prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ) para factor variedad de avena sobre ancho de hoja.

Orden de mérito	Variedad de avena	Ancho de hoja (cm)	$P \leq 0.05$
1	INIA 904 Vilcanota I	2.30	A
2	INIA 902 La Africana	2.23	a
3	Negra Local	1.98	B

Como no hubo diferencia estadística significativa para la interacción se ha realizado un gráfico (figura 15), en donde se ve que el tratamiento conformado por "Convencional en la variedad INIA 904 Vilcanota I" tuvo 2.33 cm en ancho de hoja, seguido de los tratamientos conformado por "Rastrado y siembra en la INIA 902 La africana con 2.30 cm de ancho de hoja y el tratamiento conformado por "Aradura y siembra en la variedad INIA 904 Vilcanota I" con 2.30 cm. Los tratamientos conformados por "Rastrado y siembra en la variedad Negra local" y

“Aradura y siembra en la variedad negra local” tuvieron menor ancho de hojas con 1.97 cm respectivamente.



**Figura 15.** Ancho de hoja por tratamiento evaluado.

**4.3. Rentabilidad de cada tipo de labranza en base al costo de producción**

En la tabla 30, se observa que los tratamientos con mayor costo total son: “Convencional” en las tres cultivares “INIA 902 La africana”, “INIA 904 Vilcanota I” y “Negra local” con S/. 3 611.47, “Rastrado y siembra” en las cultivares de avena “INIA 902 La africana”, “INIA 904 Vilcanota I” y “Negra local” con S/. 3 255.52, seguido de los tratamientos Mientras que los tratamientos conformados por “Aradura y siembra” en las tres cultivares con S. 3 374.17.

El mayor ingreso total se obtuvo en el tratamiento “Aradura y siembra” con la variedad de avena “Negra local” con S/. 10096.14, seguido del tratamiento “rastrado y siembra” mas “INIA 904 Vilcanota I” con S/. 9284.89. El menor ingreso se tuvo en el tratamiento “Convencional” más “Negra local” con S/. 7006.90.

El mayor ingreso neto se tuvo con el tratamiento “Aradura y siembra” con la variedad de avena “Negra local” con S/. 6721.97, seguido del tratamiento “rastrado y siembra” mas “INIA 904 Vilcanota I” con S/. 6029.37. El menor ingreso se tuvo en el tratamiento “Convencional” más “Negra local” con S/. 3395.43.

En rentabilidad y Relación B/C, el tratamiento conformado por “Aradura y siembra” más “Negra local” tuvo mayor rentabilidad económica con 199.22% y una relación B/C de 2.99 soles, seguido del tratamiento conformado por “Rastrado y siembra” más “Negra local” con 185.20% y una relación B/C de 2.85 soles. El tratamiento conformado por “Convencional” más “Negra local” tuvo menor rentabilidad con 100.17% y una relación B/C de 2.01 soles.

**Tabla 30.** Costos y rentabilidad económica por tratamiento

Trat.	1. Producción Materia Verde (kg)	2. Producción Total Heno (kg)	3. Producción heno (pacas de 18 kg)	4. Costo Total S./	5. Costo paca heno (18 kg)	6. Ingreso Total (V.B.P)	7. Ingreso Neto	8. Rentabilidad (%)	9. R B/C
L1V3	37333.33	16666.35	1262	3374.17	8.00	10096.14	6721.97	199.22	2.99
L2V3	37666.67	15333.72	1161	3255.52	8.00	9284.89	6029.37	185.20	2.85
L2V1	44000.00	22716.32	1159	3255.52	8.00	9271.73	6016.21	184.80	2.85
L2V2	38333.33	20861.38	1051	3255.52	8.00	8404.57	5149.05	158.16	2.58
L1V1	43666.67	18910.29	926	3374.17	8.00	7407.27	4033.10	119.53	2.20
L3V2	43666.67	20891.01	927	3611.47	8.00	7418.47	3807.00	105.41	2.05
L1V2	37666.67	16346.58	852	3374.17	8.00	6814.99	3440.82	101.98	2.02
L3V1	46000.00	16691.56	908	3611.47	8.00	7265.15	3653.68	101.17	2.01
L3V3	43000.00	15765.52	876	3611.47	8.00	7006.90	3395.43	94.02	1.94

Donde:

Trat.	Tipo de labranza mínima	Variedad de avena
L1V1 =	L1=Aradura y siembra	V1=INIA 902 La africana
L1V2 =	L1=Aradura y siembra	V2=INIA 904 Vilcanota I
L1V3 =	L1=Aradura y siembra	V3=Negra local
L2V1 =	L2=Rastrado y siembra	V1=INIA 902 La africana
L2V2 =	L2=Rastrado y siembra	V2=INIA 904 Vilcanota I
L2V3 =	L2=Rastrado y siembra	V3=Negra local
L3V1 =	L3=Convencional	V1=INIA 902 La africana
L3V2 =	L3=Convencional	V2=INIA 904 Vilcanota I
L3V3 =	L3=Convencional	V3=Negra local

Los resultados obtenidos son diferentes a lo obtenido por Benito (2013), quien obtuvo un costo total de S/. 2 086.50 bajo el sistema de labranza convencional, con un rendimiento de 15 088.25 kg/ha, con un ingreso total de S/. 6035.30, ingreso neto de S/. 3947.80, una rentabilidad del 189.12% y una relación B/C de 2.89 soles. Mientras que, con la labranza mínima, se tuvo un costo total de S/. 1 605.00, con un rendimiento de 14 838.14 kg/ha, con un ingreso total de S/. 5935.26, ingreso neto de S/. 4330.26, rentabilidad del 269.80% y una relación B/C de 3.70. Los indicadores productivos y económicos de la Africana INIA-902 en forraje verde tienen un ingreso neto de S/. 1652.60 y una rentabilidad de 141.10% (INIA, 2006).

## CONCLUSIONES

El sistema de labranza “Convencional” en la variedad “INIA 904 Vilcanota I” tuvo mayor rendimiento de biomasa con  $4.60 \text{ kg/m}^2$  (46 000 kg/ha), seguido del sistema de labranza “Aradura y siembra” en la variedad “INIA 902 La Africana” con  $4.40 \text{ kg/m}^2$  (44 000 kg/ha).

En altura de planta, el sistema de labranza “Aradura y siembra” en la variedad “INIA 902 La Africana” tuvo 1.58 m, seguido del sistema de labranza “Convencional” en la variedad “INIA 902 La Africana” con 1.54 m. En altura de tallo, el sistema de labranza “Rastrado y siembra” en la variedad “INIA 902 La Africana” tuvo 1.53 m, seguido del sistema de labranza “Rastrado y siembra” en la “INIA 904 Vilcanota I” tuvo 1.35 m. En tamaño de inflorescencia el sistema de labranza “Aradura y siembra” en la variedad “INIA 904 Vilcanota I” tuvo 28.33 cm, seguido del sistema de labranza “Convencional” en la variedad “INIA 904 Vilcanota I” con 27.33 cm.

La mayor rentabilidad se alcanzó con el sistema de labranza “Aradura y siembra” en la variedad de avena “Negra local” con 199.22%, seguido del sistema de labranza “Rastrado y siembra” en la variedad de avena “Negra local” con 185.20%. El sistema de labranza “Convencional” en la variedad de avena “Negra local” tuvo 100.61% de rentabilidad económica.



## RECOMENDACIONES

Realizar estudios en diferentes épocas de labranza, bajo diferentes métodos de labranza, a diferentes densidades de siembra en cultivares de avena, con la finalidad de conocer su rendimiento forrajero.

Estudiar los efectos de los métodos de siembra a diferentes densidades de siembra en cultivares de avena, estimando su potencial forrajero.

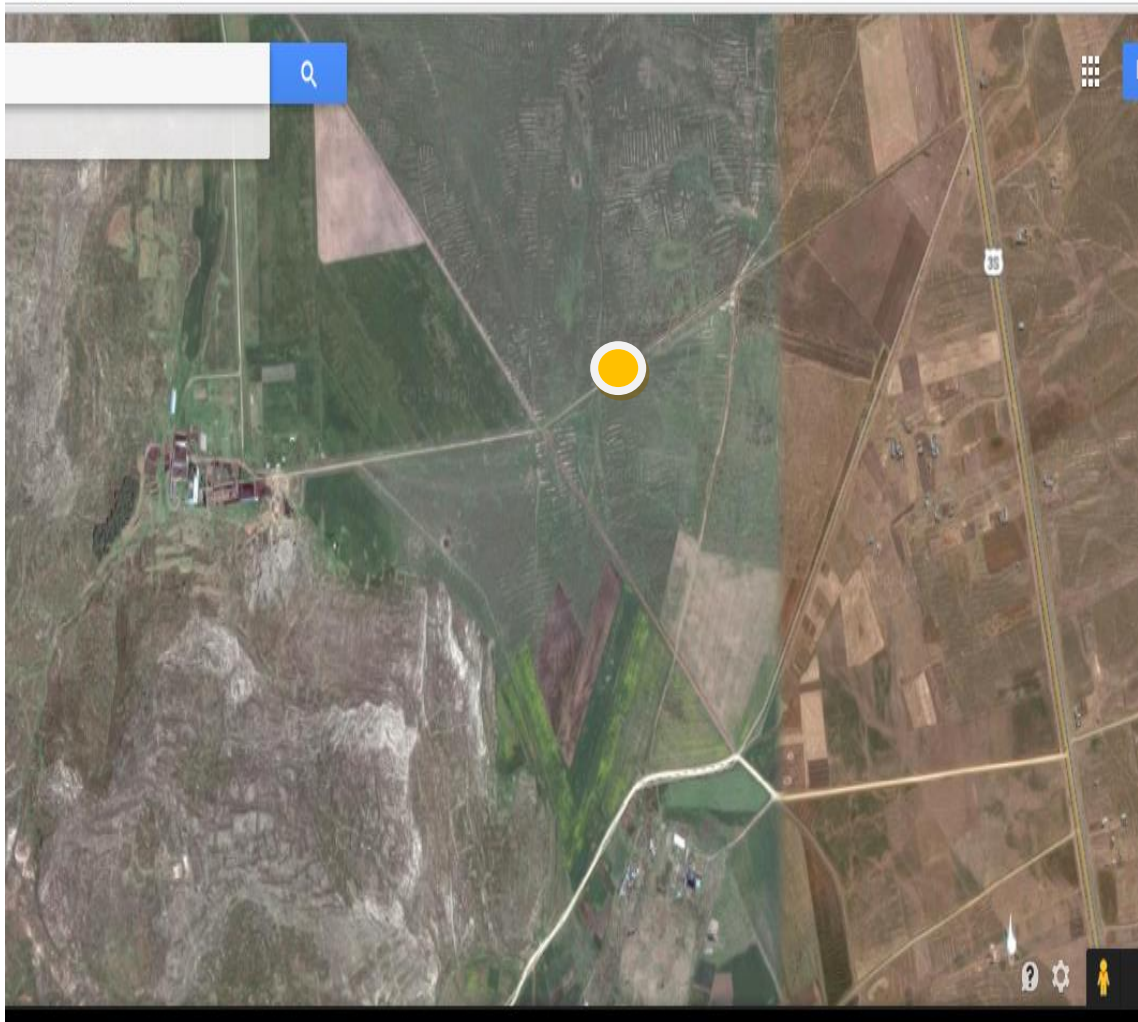
Realizar estudios sobre métodos de cosecha en cultivares de avena, determinando sus costos y rentabilidad económica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, E. y Silva, P. (2005). *Adopción del cero labranza en los principales cultivos anuales*. Informe para SAG e INDAP. 26pp.
- Barreda, W. y Quispe, P. (1999). *Evaluación de los índices reproductivos de un hato de ovinos corriedale en el centro de investigación y producción Illpa*. Tesis. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. 97pp.
- Benito, V. (2013). *Producción de dos variedades de avena forrajera (Avena sativa L.) con labranza mínima y labranza convencional*. Tesis Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. 70pp.
- Benites, J.R. (2013). *Agricultura de conservación. Una práctica innovadora con beneficios económicos y medioambientales*. Agrobanco. 1ª ed., 1ª impresión, noviembre 2014. Lima, Perú. 344 p. Recuperado de web: [http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/pdf\\_cpc/LIBRO\\_AGROBANCO.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/pdf_cpc/LIBRO_AGROBANCO.pdf)
- Cadenillas, U. M. (1999). *Producción y Manejo de Pastos y Forrajes*. Ed. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Lima - Perú.
- Choque, J. M. (2005), *Producción Y Manejo De Especies Forrajeras*. Facultad De Ciencias Agrarias Una – Puno 1ra Edic. Puno, Perú.
- FAMAQ. (2012). *Sembradora cero labranza. MOD: SL*. Combinaciones de Engranajes para calibrar la máquina, según requerimientos de siembra. Buenos aires, Argentina. 18 p. Recuperado de web: [http://www.famaq.com.mx/images/productos/pdf/bd4657\\_MANUAL%20ODE%20SEMBRADORA%20SL%20%2012\\_06\\_09.pdf](http://www.famaq.com.mx/images/productos/pdf/bd4657_MANUAL%20ODE%20SEMBRADORA%20SL%20%2012_06_09.pdf)
- Falcón, F. J. (2003), *Revista Agro Noticias* Edic. N° 280 Lima - Perú.
- Flores, A. (2005), *Manual de pastos y forrajes altoandinas*, editorial digital perfec point. UNALM –Lima\_Peru.

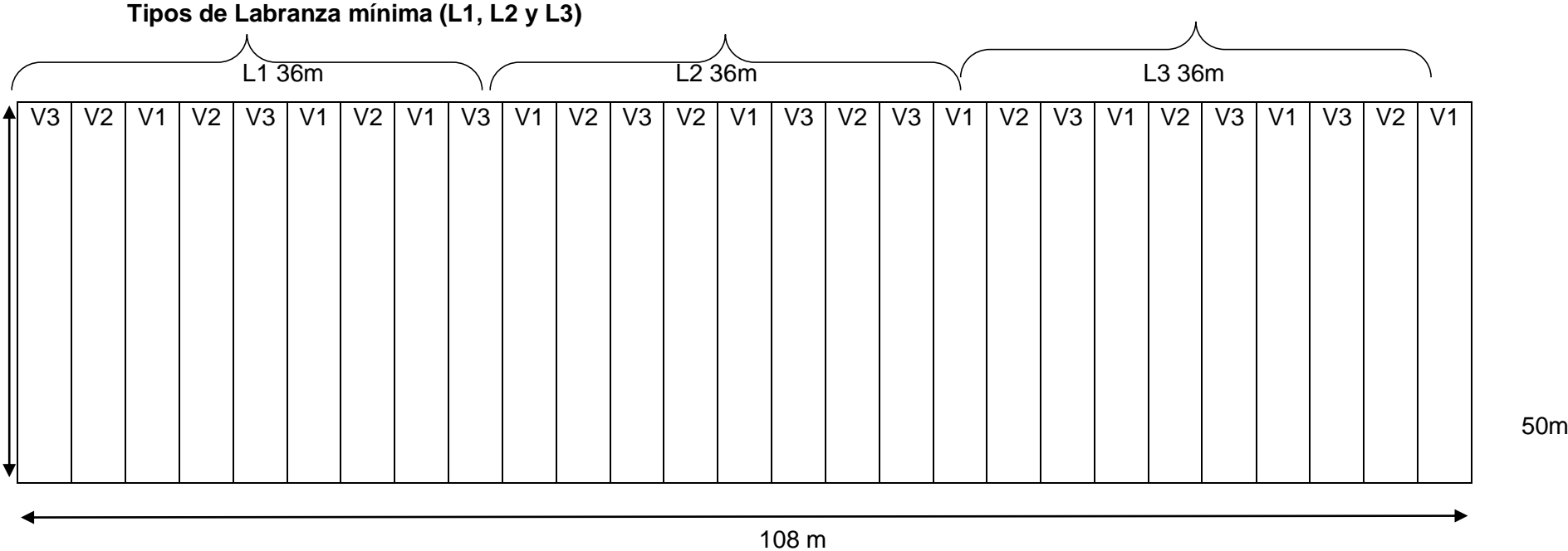
- García, J. P. (2007). *Efectos del Manejo Tradicional y Cero-Labranza en la Materia Orgánica de Suelos Agrícolas de la Región Metropolitana*. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 51pp.
- INIA. (2006). *Introducción de avena Africana INIA-902 nueva variedad forrajera*. Estación Experimental Agraria Illpa –Puno.
- Itis.gov. (2018). *ITIS Standard Report*. Page: Avena sativa. [online] Available at: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=41459#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=41459#null) [Accessed 29 Oct. 2017].
- [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=41459#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=41459#null)
- Langer, R. (1981). *Las pasturas y sus plantas*. Traducido al Español por Elizondo, D. L. Edit. Hemisferio Sur. Montevideo-Uruguay.
- López, P. y López, R. (1986). *Manual de análisis socioeconómico de resultados de ajuste de tecnología*. Junta de acuerdo a Cartagena. Instituto Colombiano Agropecuario colombiano.
- Martínez-Gamiño, M. A. y Jasso-Chaverría, C. (2005). *Rotación maíz-avena forrajera con labranza de conservación en el Altiplano de San Luis de Potosí*. Universidad Autónoma Chapingo. TERRA Latinoamericana, Vol. 23, Núm. 2, abril-junio. México. 257-263pp.
- ONERN – CORPUNO. (1965). *Programa de Inventario de evaluación de recursos naturales de suelo, uso actual de las tierra e hidrología de la Micro Región Puno*. Sector de prioridad L. Vol. 4 Lima Perú.
- Phillips y Young. (1985). *Agricultura Sin Laboreo Labranza Cero*. Editorial Agropecuaria Hemisferio sur. Montevideo — Uruguay.
- Suquilanda, M. (2017). *Manejo agroecológico de suelos*. Ministro de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito, Ecuador. 292 p. Recuperado de web:  
<http://balcon.magap.gob.ec/mag01/magapaldia/libro/Manejo%20Agroecologico%20Suelos%20MSV.pdf>
- Vásquez, V. (1990). *Experimentación agrícola*. Editorial Amaru. Lima, Perú.

## ANEXOS



**Figura 16.** Imagen satelital del campo experimental en el CIP Illpa, indicando la ubicación del terreno experimental

Figura 17. Croquis de distribución de tratamientos



Detalle de la sub parcela 4 m x 50 m. (200 m<sup>2</sup>)

Detalle de la Parcela 36 m x 50 m. (1800 m<sup>2</sup>)

Detalle del campo experimental 108 m x 50 m. (5400 m<sup>2</sup>)

**Tabla 31.** Datos sobre población de plantas establecidas

Rep.	L1=Aradura y siembra			L2=Rastrado y siembra			L3=Convencional (testigo)		
	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1=INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1=INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V1= Negra local
1	87	88	90	98	103	90	83	78	75
2	80	82	85	102	93	86	80	86	69
3	89	79	80	100	97	98	76	80	79
TOTAL	256	249	255	300	293	274	239	244	223
PROM.	85.33	83.00	85.00	100.00	97.67	91.33	79.67	81.33	74.33
PROM. L	84.44			96.33			78.44		
PROM. V	88.33			87.33			83.56		

**Tabla 32.** Datos sobre altura de planta a la primera evaluación (cm)

Rep.	L1=Aradura y siembra			L2=Rastrado y siembra			L3=Convencional (testigo)		
	V1=INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local
1	12	12	12	11	12	13	11	10	11
2	11	11	11	13	13	14	12	10	10
3	12	11	10	12	12	12	11	11	11
TOTAL	35	34	33	36	37	39	34	31	32
PROM.	11.67	11.33	11.00	12.00	12.33	13.00	11.33	10.33	10.67
PROM. L	11.33			12.44			10.78		
PROM. V	11.67			11.33			11.56		

**Tabla 33.** Datos sobre altura de planta a la segunda evaluación (cm)

Rep.	L1=Aradura y siembra			L2=Rastrado y siembra			L3=Convencional (testigo)		
	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local
1	28	27	25	31	32	29	31	29	30
2	21	25	27	31	39	33	24	24	26
3	23	25	21	36	36	37	22	26	22
TOTAL	72	77	73	98	107	99	77	79	78
PROM.	24.00	25.67	24.33	32.67	35.67	33.00	25.67	26.33	26.00
PROM. L	24.67			33.78			26.00		
PROM. V	27.44			29.22			27.78		

**Tabla 34.** Datos sobre altura de planta a la tercera evaluación (cm)

Rep.	L1=Aradura y siembra			L2=Rastrado y siembra			L3=Convencional (testigo)		
	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local
1	84	85	77	74	87	86	87	70	83
2	81	80	85	78	82	89	90	69	76
3	87	87	83	83	89	83	88	75	84
TOTAL	252	252	245	235	258	258	265	214	243
PROM.	84.00	84.00	81.67	78.33	86.00	86.00	88.33	71.33	81.00
PROM. L	83.22			83.44			80.22		
PROM. V	83.56			80.44			82.89		

**Tabla 35.** Datos sobre altura de planta a la cuarta evaluación (cm)

Rep.	L1=Aradura y siembra			L2=Rastrado y siembra			L3=Convencional (testigo)		
	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local
1	1.56	1.52	1.40	1.45	1.52	1.38	1.45	1.40	1.50
2	1.60	1.56	1.47	1.55	1.43	1.52	1.60	1.47	1.52
3	1.58	1.48	1.42	1.58	1.60	1.43	1.58	1.42	1.43
TOTAL	4.74	4.56	4.29	4.58	4.55	4.33	4.63	4.29	4.45
PROM.	1.58	1.52	1.43	1.53	1.52	1.44	1.54	1.43	1.48
PROM. L	1.51			1.50			1.49		
PROM. V	1.55			1.49			1.45		

**Tabla 36.** Datos sobre altura de tallo (m)

Rep.	L1=Aradura y siembra			L2=Rastrado y siembra			L3=Convencional (testigo)		
	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local
1	1.28	1.22	1.17	1.45	1.3	1.11	1.19	1.3	1.22
2	1.33	1.26	1.27	1.55	1.38	1.27	1.33	1.36	1.27
3	1.33	1.23	1.24	1.58	1.36	1.19	1.33	1.36	1.17
TOTAL	3.94	3.71	3.68	4.58	4.04	3.57	3.85	4.02	3.66
PROM.	1.31	1.24	1.23	1.53	1.35	1.19	1.28	1.34	1.22
PROM. L	1.26			1.35			1.28		
PROM. V	1.37			1.31			1.21		

**Tabla 37.** Datos sobre altura de inflorescencia (cm)

Rep.	L1=Aradura y siembra			L2=Rastrado y siembra			L3=Convencional (testigo)		
	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota 	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota 	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota 	V3= Negra local
1	28	30	23	26	30	27	26	30	28
2	27	30	20	28	25	25	27	29	25
3	25	25	18	25	23	24	25	23	26
TOTAL	80.00	85.00	61.00	79.00	78.00	76.00	78.00	82.00	79.00
PROM.	26.67	28.33	20.33	26.33	26.00	25.33	26.00	27.33	26.33
PROM. L	25.11			25.89			26.56		
PROM. V	26.33			27.22			24.00		

**Tabla 38.** Datos sobre longitud de hoja (mm)

Rep.	L1=Aradura y siembra			L2=Rastrado y siembra			L3=Convencional (testigo)		
	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota 	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota 	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota 	V3= Negra local
1	27	28	30	29	28	28	29	28	28
2	34	35	34	27	36	29	33	32	29
3	32	39	27	29	30	27	29	30	27
TOTAL	93.00	102.00	91.00	85.00	94.00	84.00	91.00	90.00	84.00
PROM.	31.00	34.00	30.33	28.33	31.33	28.00	30.33	30.00	28.00
PROM. L	31.78			29.22			29.44		
PROM. V	29.89			31.78			28.78		

**Tabla 39.** Datos sobre ancho de hoja (cm)

Rep.	L1=Aradura y siembra			L2=Rastrado y siembra			L3=Convencional (testigo)		
	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota 	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota 	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota 	V3= Negra local
1	2.2	2.3	2.0	2.2	2.3	1.9	2.2	2.3	2.0
2	2.0	2.4	1.8	2.3	2.2	1.9	2.0	2.4	1.9
3	2.4	2.2	2.1	2.4	2.3	2.1	2.4	2.3	2.1
TOTAL	6.60	6.90	5.90	6.90	6.80	5.90	6.60	7.00	6.00
PROM.	2.20	2.30	1.97	2.30	2.27	1.97	2.20	2.33	2.00
PROM. L	2.16			2.18			2.18		
PROM. V	2.23			2.30			1.98		



**Tabla 40.** Datos sobre rendimiento de forraje (kg/m<sup>2</sup>)

Rep.	L1=Aradura y siembra			L2=Rastrado y siembra			L3=Convencional (testigo)		
	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local	V1= INIA 902 La africana	V2=INIA 904 Vilcanota I	V3= Negra local
1	3.9	3.6	3.5	4.5	4.2	4.0	4.5	4.2	3.8
2	4.7	3.5	4.3	4.2	4.3	3.8	4.0	5.0	3.8
3	4.6	4.2	3.4	4.4	4.6	3.7	4.4	4.6	3.7
TOTAL	13.20	11.30	11.20	13.10	13.10	11.50	12.90	13.80	11.30
PROM.	4.40	3.77	3.73	4.37	4.37	3.83	4.30	4.60	3.77
PROM. L	3.97			4.19			4.22		
PROM. V	4.36			4.24			3.78		

**Tabla 41.** Costos del tratamiento L1V1 (Aradura y siembra + INIA 902 La africana).

LABORES	EPOCA DE EJECUCION	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>1815.00</b>
<b>1. Preparación de Terreno y siembra</b>					<b>210.00</b>
Aradura y siembra	Noviembre	Hr/Maq	3.5	60.00	210.00
<b>3. Labores Culturales</b>					<b>175.00</b>
Deshierbo	Ene- Feb	Jornal	5	35.00	175.00
<b>4. Cosecha Para Henificado</b>					<b>1430.00</b>
Corte y secado	Abr- May	Hr/Maq	4	35.00	140.00
Empacado	May- Jun	Hr/Maq	16	50.00	800.00
Ayudante de empacado	May- Jun	Jornal	2	35.00	70.00
Vehículo transporte de pacas	May- Jun	Servicio	8	35.00	280.00
Cargado y almacenado	May- Jun	Jornal	4	35.00	140.00
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>1. Insumos</b>					<b>420.00</b>
Semilla	Set-Oct	Kg	120	3.50	420.00
<b>2. Otros Materiales e Insumos</b>					<b>54.00</b>
Cono (pavilo)	May-Jun	Unidad	3	18.00	54.00
<b>3. Transporte</b>					<b>849.22</b>
Insumos	Set-Oct	Kg	337	0.06	20.22
Pacas	May- Jun	Pacas	1091	0.06	65.47
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>235.95</b>
Asistencia Técnica		%	5		90.75
Gastos Administrativos (A)		%	8		145.2
<b>RESUMEN</b>					
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>1815.00</b>
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>235.95</b>
<b>TOTAL</b>					<b>3374.17</b>

**Tabla 42.** Costos del tratamiento L1V2 (Aradura y siembra + INIA 904 Vilcanota I).

LABORES	EPOCA DE EJECUCION	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>A. GASTOS DE CULTIVO</b>					<b>1815.00</b>
<b>1. Preparación de Terreno y siembra</b>					<b>210.00</b>
Aradura y siembra	Noviembre	Hr/Maq	3.5	60.00	210.00
<b>3. Labores Culturales</b>					<b>175.00</b>
Deshierbo	Ene- Feb	Jornal	5	35.00	175.00
<b>4. Cosecha Para Henificado</b>					<b>1430.00</b>
Corte y secado	Abr- May	Hr/Maq	4	35.00	140.00
Empacado	May- Jun	Hr/Maq	16	50.00	800.00
Ayudante de empacado	May- Jun	Jornal	2	35.00	70.00
Vehículo transporte de pacas	May- Jun	Servicio	8	35.00	280.00
Cargado y almacenado	May- Jun	Jornal	4	35.00	140.00
<b>B. GASTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>1. Insumos</b>					<b>420.00</b>
Semilla	Set-Oct	Kg	120	3.50	420.00
<b>2. Otros Materiales e Insumos</b>					<b>54.00</b>
Cono (pavilo)	May-Jun	Unidad	3	18.00	54.00
<b>3. Transporte</b>					<b>849.22</b>
Insumos	Set-Oct	Kg	337	0.06	20.22
Pacas	May- Jun	Pacas	852	0.06	51.11
<b>C. GASTOS GENERALES</b>					<b>235.95</b>
Asistencia Técnica		%	5		90.75
Gastos Administrativos (A)		%	8		145.2
<b>RESUMEN</b>					
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>1815.00</b>
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>235.95</b>
<b>TOTAL</b>					<b>3374.17</b>

**Tabla 43.** Costos del tratamiento L1V3 (Aradura y siembra + Negra local).

LABORES	EPOCA DE EJECUCION	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>A. GASTOS DE CULTIVO</b>					<b>1815.00</b>
<b>1. Preparación de Terreno y siembra</b>					<b>210.00</b>
Aradura y siembra	Noviembre	Hr/Maq	3.5	60.00	210.00
<b>3. Labores Culturales</b>					<b>175.00</b>
Deshierbo	Ene- Feb	Jornal	5	35.00	175.00
<b>4. Cosecha Para Henificado</b>					<b>1430.00</b>
Corte y secado	Abr- May	Hr/Maq	4	35.00	140.00
Empacado	May- Jun	Hr/Maq	16	50.00	800.00
Ayudante de empacado	May- Jun	Jornal	2	35.00	70.00
Vehículo transporte de pacas	May- Jun	Servicio	8	35.00	280.00
Cargado y almacenado	May- Jun	Jornal	4	35.00	140.00
<b>B. GASTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>1. Insumos</b>					<b>420.00</b>
Semilla	Set-Oct	Kg	120	3.50	420.00
<b>2. Otros Materiales e Insumos</b>					<b>54.00</b>
Cono (pavilo)	May-Jun	Unidad	3	18.00	54.00
<b>3. Transporte</b>					<b>849.22</b>
Insumos	Set-Oct	Kg	337	0.06	20.22
Pacas	May- Jun	Pacas	1262	0.06	75.72
<b>C. GASTOS GENERALES</b>					<b>235.95</b>
Asistencia Técnica		%	5		90.75
Gastos Administrativos (A)		%	8		145.2
<b>RESUMEN</b>					
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>1815.00</b>
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>235.95</b>
<b>TOTAL</b>					<b>3374.17</b>

**Tabla 44.** Costos del tratamiento L2V1 (Rastrado y siembra + INIA 902 La africana).

LABORES	EPOCA DE EJECUCION	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>1710.00</b>
<b>1. Preparación de Terreno y siembra</b>					<b>105.00</b>
Rastrado y siembra	Noviembre	Hr/Maq	1.75	60.00	105.00
<b>3. Labores Culturales</b>					<b>175.00</b>
Deshierbo	Ene- Feb	Jornal	5	35.00	175.00
<b>4. Cosecha Para Henificado</b>					<b>1430.00</b>
Corte y secado	Abr- May	Hr/Maq	4	35.00	140.00
Empacado	May- Jun	Hr/Maq	16	50.00	800.00
Ayudante de empacado	May- Jun	Jornal	2	35.00	70.00
Vehículo transporte de pacas	May- Jun	Servicio	8	35.00	280.00
Cargado y almacenado	May- Jun	Jornal	4	35.00	140.00
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>1. Insumos</b>					<b>420.00</b>
Semilla	Set-Oct	Kg	120	3.50	420.00
<b>2. Otros Materiales e Insumos</b>					<b>54.00</b>
Cono (pavilo)	May-Jun	Unidad	3	18.00	54.00
<b>3. Transporte</b>					<b>849.22</b>
Insumos	Set-Oct	Kg	337	0.06	20.22
Pacas	May- Jun	Pacas	1159	0.06	69.54
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>222.30</b>
Asistencia Técnica		%	5		85.50
Gastos Administrativos (A)		%	8		136.8
<b>RESUMEN</b>					
<b>A. GASTOS DE CULTIVO</b>					<b>1710.00</b>
<b>B. GASTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>C. GASTOS GENERALES</b>					<b>222.30</b>
<b>TOTAL</b>					<b>3255.52</b>

**Tabla 45.** Costos del tratamiento L2V2 (Rastrado y siembra + INIA 904 Vilcanota I).

LABORES	EPOCA DE EJECUCION	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>1710.00</b>
<b>1. Preparación de Terreno y siembra</b>					<b>105.00</b>
Rastrado y siembra	Noviembre	Hr/Maq	1.75	60.00	105.00
<b>3. Labores Culturales</b>					<b>175.00</b>
Deshierbo	Ene- Feb	Jornal	5	35.00	175.00
<b>4. Cosecha Para Henificado</b>					<b>1430.00</b>
Corte y secado	Abr- May	Hr/Maq	4	35.00	140.00
Empacado	May- Jun	Hr/Maq	16	50.00	800.00
Ayudante de empacado	May- Jun	Jornal	2	35.00	70.00
Vehículo transporte de pacas	May- Jun	Servicio	8	35.00	280.00
Cargado y almacenado	May- Jun	Jornal	4	35.00	140.00
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>1. Insumos</b>					<b>420.00</b>
Semilla	Set-Oct	Kg	120	3.50	420.00
<b>2. Otros Materiales e Insumos</b>					<b>54.00</b>
Cono (pavilo)	May-Jun	Unidad	3	18.00	54.00
<b>3. Transporte</b>					<b>849.22</b>
Insumos	Set-Oct	Kg	337	0.06	20.22
Pacas	May- Jun	Pacas	1051	0.06	63.03
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>222.30</b>
Asistencia Técnica		%	5		85.50
Gastos Administrativos (A)		%	8		136.8
<b>RESUMEN</b>					
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>1710.00</b>
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>222.30</b>
<b>TOTAL</b>					<b>3255.52</b>

**Tabla 46.** Costos del tratamiento L2V3 (Rastrado y siembra + Negra local)

LABORES	EPOCA DE EJECUCION	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>1710.00</b>
<b>1. Preparación de Terreno y siembra</b>					<b>105.00</b>
Rastrado y siembra	Noviembre	Hr/Maq	1.75	60.00	105.00
<b>3. Labores Culturales</b>					<b>175.00</b>
Deshierbo	Ene- Feb	Jornal	5	35.00	175.00
<b>4. Cosecha Para Henificado</b>					<b>1430.00</b>
Corte y secado	Abr- May	Hr/Maq	4	35.00	140.00
Empacado	May- Jun	Hr/Maq	16	50.00	800.00
Ayudante de empacado	May- Jun	Jornal	2	35.00	70.00
Vehículo transporte de pacas	May- Jun	Servicio	8	35.00	280.00
Cargado y almacenado	May- Jun	Jornal	4	35.00	140.00
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>1. Insumos</b>					<b>420.00</b>
Semilla	Set-Oct	Kg	120	3.50	420.00
<b>2. Otros Materiales e Insumos</b>					<b>54.00</b>
Cono (pavilo)	May-Jun	Unidad	3	18.00	54.00
<b>3. Transporte</b>					<b>849.22</b>
Insumos	Set-Oct	Kg	337	0.06	20.22
Pacas	May- Jun	Pacas	1161	0.06	69.64
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>222.30</b>
Asistencia Técnica		%	5		85.50
Gastos Administrativos (A)		%	8		136.8
<b>RESUMEN</b>					
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>1710.00</b>
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>222.30</b>
<b>TOTAL</b>					<b>3255.52</b>

**Tabla 47.** Costos del tratamiento L3V1 (Convencional + INIA 902 La africana).

LABORES	EPOCA DE EJECUCION	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>2025.00</b>
<b>1. Preparación de Terreno y siembra</b>					<b>420.00</b>
Convencional	Noviembre	Hr/Maq	5.25	60.00	315.00
Tapado	Noviembre	Hr/Maq	3	35.00	105.00
<b>3. Labores Culturales</b>					<b>175.00</b>
Deshierbo	Ene- Feb	Jornal	5	35.00	175.00
<b>4. Cosecha Para Henificado</b>					<b>1430.00</b>
Corte y secado	Abr- May	Hr/Maq	4	35.00	140.00
Empacado	May- Jun	Hr/Maq	16	50.00	800.00
Ayudante de empacado	May- Jun	Jornal	2	35.00	70.00
Vehículo transporte de pacas	May- Jun	Servicio	8	35.00	280.00
Cargado y almacenado	May- Jun	Jornal	4	35.00	140.00
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>1. Insumos</b>					<b>420.00</b>
Semilla	Set-Oct	Kg	120	3.50	420.00
<b>2. Otros Materiales e Insumos</b>					<b>54.00</b>
Cono (pavilo)	May-Jun	Unidad	3	18.00	54.00
<b>3. Transporte</b>					<b>849.22</b>
Insumos	Set-Oct	Kg	337	0.06	20.22
Pacas	May- Jun	Pacas	908	0.06	54.49
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>263.25</b>
Asistencia Técnica		%	5		101.25
Gastos Administrativos (A)		%	8		162
<b>RESUMEN</b>					
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>2025.00</b>
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>263.25</b>
<b>TOTAL</b>					<b>3611.47</b>



**Tabla 48.** Costos del tratamiento L3V2 (Convencional + INIA 904 Vilcanota I).

LABORES	EPOCA DE EJECUCION	UNIDAD DE MEDIDA	NÚMERO	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>2025.00</b>
<b>1. Preparación de Terreno y siembra</b>					<b>420.00</b>
Convencional	Noviembre	Hr/Maq	5.25	60.00	315.00
Tapado	Noviembre	Hr/Maq	3	35.00	105.00
<b>3. Labores Culturales</b>					<b>175.00</b>
Deshierbo	Ene- Feb	Jornal	5	35.00	175.00
<b>4. Cosecha Para Henificado</b>					<b>1430.00</b>
Corte y secado	Abr- May	Hr/Maq	4	35.00	140.00
Empacado	May- Jun	Hr/Maq	16	50.00	800.00
Ayudante de empacado	May- Jun	Jornal	2	35.00	70.00
Vehículo transporte de pacas	May- Jun	Servicio	8	35.00	280.00
Cargado y almacenado	May- Jun	Jornal	4	35.00	140.00
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>1. Insumos</b>					<b>420.00</b>
Semilla	Set-Oct	Kg	120	3.50	420.00
<b>2. Otros Materiales e Insumos</b>					<b>54.00</b>
Cono (pavilo)	May-Jun	Unidad	3	18.00	54.00
<b>3. Transporte</b>					<b>849.22</b>
Insumos	Set-Oct	Kg	337	0.06	20.22
Pacas	May- Jun	Pacas	927	0.06	55.64
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>263.25</b>
Asistencia Técnica		%	5		101.25
Gastos Administrativos (A)		%	8		162
<b>RESUMEN</b>					
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>2025.00</b>
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>263.25</b>
<b>TOTAL</b>					<b>3611.47</b>

**Tabla 49.** Costos del tratamiento L3V3 (Convencional + Negra local)

LABORES	EPOCA DE EJECUCION	UNIDA D DE MEDID A	NÚMER O	PRECIO UNITARI O S/.	TOTAL S/.
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>2025.00</b>
<b>1. Preparación de Terreno y siembra</b>					<b>420.00</b>
Convencional	Noviembre	Hr/Maq	5.25	60.00	315.00
Tapado	Noviembre	Hr/Maq	3	35.00	105.00
<b>3. Labores Culturales</b>					<b>175.00</b>
Deshierbo	Ene- Feb	Jornal	5	35.00	175.00
<b>4. Cosecha Para Henificado</b>					<b>1430.00</b>
Corte y secado	Abr- May	Hr/Maq	4	35.00	140.00
Empacado	May- Jun	Hr/Maq	16	50.00	800.00
Ayudante de empacado	May- Jun	Jornal	2	35.00	70.00
Vehículo transporte de pacas	May- Jun	Servicio	8	35.00	280.00
Cargado y almacenado	May- Jun	Jornal	4	35.00	140.00
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>1. Insumos</b>					<b>420.00</b>
Semilla	Set-Oct	Kg	120	3.50	420.00
<b>2. Otros Materiales e Insumos</b>					<b>54.00</b>
Cono (pavilo)	May-Jun	Unidad	3	18.00	54.00
<b>3. Transporte</b>					<b>849.22</b>
Insumos	Set-Oct	Kg	337	0.06	20.22
Pacas	May- Jun	Pacas	876	0.06	52.55
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>263.25</b>
Asistencia Técnica		%	5		101.25
Gastos Administrativos (A)		%	8		162
<b>RESUMEN</b>					
<b>A. COSTOS DE CULTIVO</b>					<b>2025.00</b>
<b>B. COSTOS ESPECIFICOS</b>					<b>1323.22</b>
<b>C. COSTOS GENERALES</b>					<b>263.25</b>
<b>TOTAL</b>					<b>3611.47</b>

PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 18.** Medición del campo experimental.



**Figura 19.** Marcado del campo experimental.



**Figura 20.** Pesado de semilla para siembra de semillas de avena.



**Figura 21.** Surcado para la siembra de la variedad de avena INIA 902 La Africana.



**Figura 22.** Primera medición de altura de planta en la fase fenológica de 10 días después de la germinación en la variedad de avena INIA 904 Vilcanota I.



**Figura 23.** Segunda medición de altura de planta en la fase fenológica de macollamiento en la variedad de avena INIA 904 Vilcanota I.



**Figura 24.** Tercera medición de altura de planta en la fase fenológica de floración en la variedad de avena negra local.



**Figura 25.** Medición de tamaño de espiga en la fase fenológica de madurez de cosecha en la variedad de avena INIA 904 Vilcanota I.



**Figura 26.** Medición de ancho de hoja en la fase fenológica de floración en la variedad de avena negra local.



**Figura 27.** Ciega de forraje durante la cosecha del cultivo de avena.



**Figura 28.** Pesado de biomasa de cosechado.



**Figura 29.** Proceso de empacado de heno de avena.



**Figura 30.** Paca de heno de avena de 18 kg.