



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

## **INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA**

ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGRARIA ANDENES CUSCO

DIRECCIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO AGRARIO

**PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN PASTOS Y FORRAJES**



**INFORME TÉCNICO**

**AVENA FORRAJERA**

**INIA 908 - MELLICERA**

ING. JUAN ALEJO RIVERA  
INVESTIGADOR P.I. PASTOS Y FORRAJES

**CUSCO, 2019**

**EL PERÚ PRIMERO**

**EXPEDIENTE TÉCNICO**  
**AVENA FORRAJERA**  
**VARIEDAD**  
**INIA 908 - MELLICERA**

| <b>CONTENIDO</b>                                                    | <b>PÁG.</b> |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|
| <i>Resumen</i>                                                      |             |
| <b>I Introducción.....</b>                                          | <b>4</b>    |
| <b>II Antecedentes.....</b>                                         | <b>5</b>    |
| <b>III Generalidades de la variedad.....</b>                        | <b>5</b>    |
| Procedencia.....                                                    | 5           |
| <b>IV Ensayos de Identificación.....</b>                            | <b>7</b>    |
| Objetivos.....                                                      | 7           |
| Ejecutor del ensayo.....                                            | 8           |
| Materiales y métodos.....                                           | 8           |
| De las características del ensayo.....                              | 8           |
| De las características de la evaluación.....                        | 9           |
| Resultados y discusión.....                                         | 10          |
| Resultados del ensayo de identificación del cultivar.....           | 10          |
| Conclusiones de la prueba de identificación.....                    | 13          |
| <b>V Ensayos de adaptación y Eficiencia.....</b>                    | <b>15</b>   |
| Objetivos.....                                                      | 16          |
| Ejecutor del ensayo.....                                            | 16          |
| Materiales y métodos.....                                           | 16          |
| Resultados y discusión.....                                         | 19          |
| Resultados de las evaluaciones agronómicas.....                     | 19          |
| Resultados de adaptación a eventos climáticos.....                  | 46          |
| Resultados de reacción a enfermedades.....                          | 50          |
| Resultados de evaluaciones bromatológicas.....                      | 51          |
| Conclusiones de las pruebas de adaptación y eficiencia.....         | 52          |
| <b>VI Análisis de rentabilidad.....</b>                             | <b>54</b>   |
| <b>VII Consideraciones finales y conclusiones.....</b>              | <b>59</b>   |
| <b>VIII Personal responsable del desarrollo de la variedad.....</b> | <b>60</b>   |
| <b>IX Bibliografía.....</b>                                         | <b>60</b>   |
| <b>X Anexos.....</b>                                                | <b>61</b>   |

## RESUMEN

La disminución de la capacidad productiva de las variedades locales de avena forrajera, por ser tardías, de bajos rendimientos y susceptibles a enfermedades, no satisface las expectativas del productor. La pérdida de cosecha de grano y forrajes de avena en la zona altoandina por sequía y heladas conducen a demandar avenas precoces, que se ajusta mejor a las condiciones agroclimáticas actuales. Esta situación, determinó la necesidad de buscar nuevos cultivares de avena forrajera precoces, a través del proyecto de investigación “Desarrollo de Especies Forrajeras Precoces para la Adaptación al Cambio Climático”, se inició el año 2000 en la EEA Andenes del INIA, que tiene como objetivo el desarrollo de variedades de avena forrajera, con precocidad aceptable, con buen rendimiento de forraje y semillas, con tolerancia y/o resistencia a enfermedades para la ganadería andina; el programa de mejora partió de variedades mejoradas liberadas por la EEA Andenes del INIA y líneas avanzadas de avena procedentes de centros internacionales como el CIMMYT (México) y el INIAP (Ecuador), a partir de cruza segregantes se han seleccionado genotipos promisorios que reúnen caracteres deseados y próximos a ser liberados como nuevas variedades adaptadas al proceso de cambio climático.

El trabajo comprendió: Procesos de cruzamiento, ensayos de selección del cultivar, ensayos de identificación, adaptación y eficiencia, y parcelas de comprobación para la validación técnica y económica. Durante el proceso de mejoramiento el cultivar INIA 908 - Mellicera fue superior frente al cultivar “Avena Negra” o “Tayko Local” utilizado como testigo, manteniendo niveles de aceptación por parte del productor ganadero cuyo requerimiento fue encontrar una variedad precoz, con buena producción forrajera y semilla de calidad.

La nueva variedad de avena forrajera denominada INIA 908 - Mellicera, comparado a otras variedades locales e introducidas, es más resiliente al cambio climático y por consiguiente atractivo para los ganaderos de pequeña y mediana escala.

Las principales ventajas competitivas que demuestra la nueva variedad, con respecto a las variedades comerciales difundidas en la zona alto andina, son: ciclo vegetativo precoz (<180 días), un rango de adaptación de 3,200 a 4,100 msnm y un rendimiento promedio en campo de productores de 58.63 t/ha de forraje verde y de 3.58 t/ha de grano para semilla.

La nueva variedad es resistente al ataque del carbón volador (*Ustilago avenae*), presenta ataque de *Puccinia coronata* en hoja con una severidad de 5 MR (5% de moderada resistencia) a la floración y de *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* en tallo con una severidad de 3 MR a la floración; evaluados entre 3,200 a 4,100 msnm.

Como resultado del análisis de rentabilidad respecto a la producción forrajera, el ingreso neto que el productor obtiene al adoptar esta variedad fue de S/. 3,258.00 nuevos soles, que representa S/. 1,740.00 más de lo que obtiene cuando usa la variedad local, esto significa un incremento de la rentabilidad de 61.41% a 124.67%. El riesgo en su producción fue inferior a 12.4% y tuvo una mayor estabilidad. En relación a la producción de grano para semilla, el ingreso neto que el ganadero obtiene al adoptar la nueva variedad es de S/. 3,486.00 nuevos soles, que representa S/. 1,629.00 más de lo que obtiene cuando usa la variedad local, significando un aumento de 63.75% a 112.15% y con un riesgo en su producción inferior a 31.5%.

## I. INTRODUCCIÓN

Es bastante documentado que el cambio climático en los Andes es cada vez más acelerado y por consiguiente la necesidad de generar medidas de adaptación de los sistemas de producción es cada vez más urgente. En sistemas de producción animal altoandino, las bajas temperaturas y la escasez de humedad en el suelo determinan muy baja producción primaria del piso forrajero.

La realidad agroclimática de las provincias altoandinas de la Región Cusco que tienen aptitud ganadera, es la reducción de la precipitación en la época de cultivo, sequía o ausencia de lluvia en época de siembra, la precipitación anual se está reduciendo y la distribución estacional ha variado.

La avena forrajera, tiene importancia económica en la Región Cusco, sobre todo en la zona alto andina; es altamente apreciado por los campesinos que trabajan con la ganadería, por ser la más productiva, de alto valor nutritivo, excelente palatabilidad y por su facilidad de conservación, como heno o ensilado, constituye una alternativa para la época crítica del año (otoño - invierno), donde la escasez de forraje se manifiesta porque las especies cultivadas o praderas nativas en esta época bajan considerablemente su producción. Sin embargo, la capacidad productiva de las variedades locales de avena forrajera por sus bajos rendimientos, tardíos y susceptibles a enfermedades no satisfacen las expectativas del productor pecuario. Al referirse a la selección de nuevas variedades de avena Poehlman (1969), afirma que la precocidad es uno de los factores más importantes para la selección de variedades de avena. La precocidad también puede ser importante al permitir que una variedad pueda escapar a los daños debido al clima (heladas), a la roya o a los insectos.

De acuerdo a la DRAC - OIA (2018) la Región Cusco concentra una extensión de 8,662 ha de avena forrajera que representa al 9.39% del total de la superficie sembrada a nivel nacional (92,238 ha); la tendencia de la producción de avena forrajera en los últimos años, ha sido creciente de 741 ha sembradas en el año 1999 ha pasado a 8,662 ha en el año 2017; en la campaña 2017 - 2018 se han sembrado 15,182 ha, lo cual representa un incremento del 75% del área sembrada de este cultivo en relación a la campaña anterior, esto debido probablemente a que los gobiernos locales de las provincias altoandinas priorizan la actividad ganadera por ser una actividad de menor riesgo que los cultivos, y el productor altoandino conoce el manejo y uso de la avena forrajera; asimismo, en las zonas productoras de semilla de avena, una parte significativa de su producción de grano cosechado son comercializadas en el departamento de Puno, debido al desarrollo de su sector ganadero, en la campaña 2016 - 2017 la superficie de forraje de avena cosechada en esta Región fue de 68,040 ha que representa al 74% del total de la superficie sembrada a nivel nacional.

La avena variedad INIA 908 Mellicera es un recurso forrajero que puede permitirle al productor pecuario ingresar a la cadena productiva de carne y leche principalmente de forma más competitiva; es decir, logrando una explotación productiva, equitativa y sostenible. Estos resultados sustentan la necesidad de continuar con el mejoramiento del cultivo de avena y en la transferencia de la tecnología obtenida para lograr una mayor adopción del cultivo por parte del productor agrícola ganadero, diversificando su uso y mejorando el manejo para lograr mayor rendimiento tanto de forraje como de grano.

## II. ANTECEDENTES

La disminución de la capacidad productiva de las variedades locales de avena forrajera, por ser tardías, de bajos rendimientos y susceptibles a enfermedades, no satisface las expectativas del productor. La pérdida de cosecha de grano y forrajes de avena en la zona altoandina por sequía y heladas conducen a demandar avenas precoces, que se ajusta mejor a las condiciones agroclimáticas actuales. Esta situación, determinó la necesidad de buscar nuevos cultivares de avena forrajera precoces, a través del proyecto de investigación “Desarrollo de Especies Forrajeras Precoces para la Adaptación al Cambio Climático”, se inició el año 2000 en la EEA Andenes del INIA, que tiene como objetivo el desarrollo de variedades de avena forrajera, con precocidad aceptable, con buen rendimiento de forraje y semillas, con tolerancia y/o resistencia a enfermedades para la ganadería andina; el programa de mejora partió de variedades mejoradas liberadas por la EEA Andenes del INIA y líneas avanzadas de avena procedentes de centros internacionales como el CIMMYT (México) y el INIAP (Ecuador), a partir de cruza segregantes se han seleccionado genotipos promisorios que reúnen caracteres deseados y próximos a ser liberados como nuevas variedades adaptadas al proceso de cambio climático. El Programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes en cumplimiento a la misión y objetivos del INIA, pone a disposición de los productores de la zona andina al cultivar INIA 908 - Mellicera que se caracteriza por su precocidad, alto rendimiento de forraje y semillas, bajo porcentaje de acame y tolerante a las principales enfermedades.

Este cultivar está adaptado a las diferentes condiciones de suelos y climas, el mismo que contribuirá al mejoramiento de la producción ganadera de vastas regiones de la sierra sur del Perú.

## III. GENERALIDADES DE LA VARIEDAD

### Procedencia:

Especie : *Avena sativa* L.

El proceso de cruzamiento y selección que dio origen a esta variedad denominada INIA 908 - Mellicera, fue realizado por técnicos de la Estación Experimental Agraria Andenes. Los progenitores de este material fueron:

- **Progenitor masculino: INIA 903 – Tayko Andenes**

Es una variedad de avena forrajera liberada por la EEA Andenes el año 2007, tiene su origen en la colección efectuada en el año 1985 en la localidad de Huancarani (Paucartambo – Cusco).

- **Progenitor femenino : ABDA/STEX//65-C-630**

Es una línea procedente del Vivero Internacional de Avena Forrajera, procedente del CIMMYT – México, identificado por L25 (código del germoplasma).

- **Cruza: ABDA/STEX//65-C-630/3/INIA 903**

- **Pedigree: CP001-20A-10A-6M-0A-0A-0A**

En el año 2010, la línea promisorio en la parcela de la filial F6, no presentó segregación y se cosechó en masa. A partir de allí comenzaron las multiplicaciones. Dicha línea se evaluó en ensayos de rendimiento de forraje y grano, y bajo corte y pastoreo directo en la EEA Andenes y campo de productores. El proceso de selección se presenta en el Cuadro N° 1.

**Cuadro N° 1.** Proceso de selección de la variedad INIA 908 - Mellicera

| AÑO  | FILIAL      | ENSAYO - MULTIPLICACIÓN                         | LUGAR                                                                                            |
|------|-------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2000 | Cruzamiento |                                                 | EEA Andenes Cusco                                                                                |
| 2001 | F1          |                                                 | EEA Andenes Cusco                                                                                |
| 2002 | F1          |                                                 | EEA Andenes Cusco                                                                                |
| 2003 | N.C.        |                                                 |                                                                                                  |
| 2004 | N.C.        |                                                 |                                                                                                  |
| 2005 | N.C.        |                                                 |                                                                                                  |
| 2006 | F2          |                                                 | EEA Andenes Cusco                                                                                |
| 2007 | F3          |                                                 | EEA Andenes Cusco                                                                                |
| 2008 | F4          |                                                 | EEA Andenes Cusco                                                                                |
| 2009 | F5          |                                                 | EEA Andenes Cusco                                                                                |
| 2010 | F6          |                                                 | EEA Andenes Cusco                                                                                |
| 2011 | N.C.        |                                                 |                                                                                                  |
| 2012 |             | Ensayo Preliminar de Rendimiento                | EEA Andenes, C.C. Anansaya Collana - Canas                                                       |
| 2013 |             | Comparativo de variedades en campo de productor | EEA Andenes, C.C. Pallpata - Espinar                                                             |
| 2014 |             | Parcelas de Comprobación Año 1                  | C.C. Pomacanchi - Acomayo, C.C. Tucsá - Canchis, C.C. Queyupay - Urubamba, C.C. Maras - Urubamba |
| 2015 |             | Parcelas de Comprobación Año 2                  | C.C. Rumaray - Cusco, C.C. Conchacalla - Cusco, C.C. Chiscata - Espinar                          |
| 2016 |             | Parcelas de Comprobación Año 3                  | C.C. Payapunco - Canas, C.C. Pomatalla - Canas, C.C. Huayhuahuasi - Espinar                      |

NC: No continuo

**Rango de adaptación:**

La variedad INIA 908 - Mellicera ha sido evaluada a nivel de la zona andina, principalmente en las provincias alto andinas de la Región Cusco, considerándose como su rango de adaptación desde los 3.200 hasta los 4.100 msnm.

**IV. ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN**

## **ENSAYOS DE IDENTIFICACIÓN**

*Avena sativa* L.

Variedad

# **INIA 908 - MELLICERA**

## 1. Objetivos

El objetivo del ensayo de identificación es determinar que la variedad INIA 908 – Mellicera sea distinta, homogénea y estable, se utilizó las directrices de examen que se aplican a las variedades de *Avena sativa* L. y *Avena nuda* L. descritos en el documento TG/20/10 correspondiente a criterios de UPOV (1994).

## 2. Ejecutor del ensayo

Los ensayos de identificación de la nueva variedad de avena INIA 908 - Mellicera fueron desarrollados por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) a través de los investigadores del Programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes en el ámbito de la Región Cusco.

## 3. Materiales y Métodos

### 3.1. De las características del ensayo

A partir del material genético de avena forrajera procedente de familias sobresalientes en la F6, se seleccionaron las líneas precoces, con buenas características forrajeras y alto potencial de producción de grano, y de una mayor uniformidad, evaluadas en el Anexo Andenes de la Estación Experimental Andenes Cusco, al concluir la evaluación la línea ABDA/STEX//65-C-630/3/INIA 903 (Pedigri:CP001-20A-10A-6M-0A-0A-0A) fue codificada con L- 9 en el libro de registro de material genético a fin de desarrollar las pruebas de adaptación y eficiencia.

#### 3.1.1 Duración

De acuerdo a las directrices de la UPOV la ejecución del examen se desarrolla como mínimo en dos periodos similares de vegetación y en un solo lugar, bajo esta consideración la línea L- 9 que corresponde a la variedad INIA 908 - Mellicera fue evaluado en dos ciclos de ensayos de identificación.

Ciclo 1: En la campaña 2017 - 2018

Ciclo 2: En la campaña 2018 – 2019

#### 3.1.2 Lugar de evaluación

| Año         | Localidad | Altitud | Latitud    | Longitud   | Distrito | Provincia | Región |
|-------------|-----------|---------|------------|------------|----------|-----------|--------|
| 2017 - 2018 | Andenes   | 3440    | 13°26'19"S | 72°14'11"O | Zurite   | Anta      | Cusco  |
| 2018 - 2019 | Andenes   | 3430    | 13°26'27"S | 72°14'31"O | Zurite   | Anta      | Cusco  |

#### 3.1.3. Testigos comerciales

Se utilizó como testigo de comparación a la variedad de avena INIA 903 – Tayko Andenes, que es un cultivar con aptitud para producción de forraje y grano, muy difundido en la Región Cusco.

#### 3.1.4 Época de siembra

En ambas campañas, la época de siembra fue en el mes de noviembre.

#### 3.1.5 Tamaño de la unidad de evaluación

| Año         | Área experimental (m <sup>2</sup> ) | Nº surcos | Longitud (m) | Distancia (m) |
|-------------|-------------------------------------|-----------|--------------|---------------|
| 2017 - 2018 | 486                                 | 16        | 8,00         | 0,30          |
| 2018 - 2019 | 486                                 | 16        | 8,00         | 0,30          |

#### 3.1.6. Diseño experimental

Ciclo 1: Bloque Completamente Randomizados (BCR) con tres repeticiones.

Ciclo 2: Bloques Completamente Randomizados (BCR) con tres repeticiones.

### 3.1.7. Densidad de siembra

En ambos periodos de vegetación la densidad de siembra fue de 70 kg/ha de semilla para producción de grano y 120 kg/ha de semilla para producción de forraje verde.

### 3.1.8. Manejo Agronómico

El desarrollo de las pruebas de identificación a nivel de campo fue considerando las condiciones de suelo de la Estación Experimental Andenes, dentro del manejo del cultivo se consideró la preparación del terreno y el surcado con maquinaria agrícola, rotación del cultivo con leguminosas (haba), el nivel de fertilización para producción de forraje y grano fue de 80 - 80 - 00 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, para forraje se aplicó a la siembra el 25% de la fuente nitrogenada y el total del fósforo y lo restante del nitrógeno en el macollamiento. Para grano se aplicó a la siembra la mitad del nitrógeno y todo el fósforo, la otra parte de nitrógeno al inicio del macollaje luego del control de malezas; se realizó el control químico de malezas utilizando el herbicida Ally (Metsulfuron metil) a la dosis de 7 g/200 litros de agua durante el macollamiento, la incidencia de plagas no afectó al cultivo en ambos periodo de vegetación, tanto en la producción de forraje y grano; la labor de cosecha de forraje se realizó cuando las plantas estuvieron con un 50% de floración, utilizando el metro cuadrado y la labor de cosecha de grano se realizó cuando las plantas alcanzaron la madurez de cosecha, efectuando un corte manual de los surcos centrales de cada tratamiento; la trilla y selección de granos se realizó con maquinaria experimental existente en la Estación Experimental Agraria Andenes.

## 3.2. De las características de la evaluación

Las evaluaciones fueron realizados a través de los parámetros determinados para el cultivo de avena forrajera se utilizó las directrices de examen que se aplican a las variedades de *Avena sativa* L. y *Avena nuda* L. descritos en el documento TG/20/10 correspondiente a criterios de UPOV (1994).

### 3.2.1. Épocas de la evaluación

Las evaluaciones se realizaron en seis momentos de desarrollo del cultivo:

- A la emergencia, para registrar las característica al visualizar más del 70% de emergencia del cultivo.
- Al macollaje, en el momento en que aparece el primer macollo en la axila de una de sus hojas más bajas de la planta, cuando el macollo tiene 1 cm de longitud.
- Al encañado, cuando aparece el primer nudo en el tallo principal de la planta. Este nudo se halla entre los 2 a 3 cm del suelo.
- Al panojado, en el momento de observar más del 50% de la población de la unidad experimental con las panojas visibles.
- A la madurez fisiológica, al registrarse más del 50% de panojas con cambio de coloración a amarillo pálido del raquis.
- A la madurez de cosecha.

### 3.2.2. Categoría de los caracteres

Las características de evaluación tendrán tres niveles:

Características imprescindibles - CI: de manera obligatoria a ser evaluadas en todos los casos, de acuerdo a las directrices de la UPOV TG/20/10.

Características opcionales - CO: todas aquellas sugeridas por el investigador y que estén dentro de la lista general.

Características adicionales - CA: cuando a priori el investigador considere que con las características anteriores no pueden encontrar diferencias, entre el cultivar que se desea registrar y otro cultivar que puede ser muy similar.

### 3.2.3. Caracteres a evaluar

Para evaluar la distinción, homogeneidad y la estabilidad de la nueva variedad de avena forrajera, se utilizará la tabla de caracteres con sus diferentes niveles de expresión a través de una medición real (M), evaluación visual basada en una observación única de un grupo de plantas o partes de plantas (VG); y evaluación visual basada en observaciones individuales de un cierto número de líneas - panícula, plantas o partes de la planta; como describe en los resultados.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Ensayos de identificación

**Cuadro N° 2.** Resultados del ensayo de identificación del cultivar de avena forrajera INIA 908 – Mellicera (UPOV/TG/20/10)

| N° | Carácter                                                                                    | Estado <sup>(1)</sup> | Nota | Valor |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------|-------|
| 1  | Planta: hábito de crecimiento                                                               | 25-29 (+) VG          | Nota | Valor |
|    | erguido                                                                                     |                       | 1    | [ 1 ] |
|    | semi erguido                                                                                |                       | 3    | [ ]   |
|    | intermedio                                                                                  |                       | 5    | [ ]   |
|    | semi postrado                                                                               |                       | 7    | [ ]   |
|    | postrado                                                                                    |                       | 9    | [ ]   |
| 2  | Hojas basales: pilosidad de la vaina                                                        | 25-29 (+) VS          | Nota | Valor |
|    | ausente o muy débil                                                                         |                       | 1    | [ 1 ] |
|    | débil                                                                                       |                       | 3    | [ ]   |
|    | media                                                                                       |                       | 5    | [ ]   |
|    | fuerte                                                                                      |                       | 7    | [ ]   |
|    | muy fuerte                                                                                  |                       | 9    | [ ]   |
| 3  | Limbo: pilosidad de los márgenes de la hoja por debajo de la hoja bandera                   | 40-45 (*) (+) VS      | Nota | Valor |
|    | Ausente o muy débil                                                                         |                       | 1    | [ 1 ] |
|    | Débil                                                                                       |                       | 3    | [ ]   |
|    | Media                                                                                       |                       | 5    | [ ]   |
|    | Fuerte                                                                                      |                       | 7    | [ ]   |
|    | Muy fuerte                                                                                  |                       | 9    | [ ]   |
| 4  | Limbo: ancho (registrado en la parte media de la hoja del tercio medio del tallo principal) | 64-68 (+) MS          | Nota | Valor |
|    | Estrecha (<3 cm)                                                                            |                       | 3    | [ 3 ] |
|    | Intermedia (3-5 cm)                                                                         |                       | 5    | [ ]   |
|    | Amplia (>5 cm)                                                                              |                       | 7    | [ ]   |
| 5  | Limbo: longitud (registrado igual que en 4)                                                 | 64-68 (+) MS          | Nota | Valor |

|    |                                                                                               |              |      |       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|-------|
|    | Corta (<30 cm)                                                                                |              | 3    | [ ]   |
|    | Intermedia (30-45 cm)                                                                         |              | 5    | [ 5 ] |
|    | Larga (>45 cm)                                                                                |              | 7    | [ ]   |
| 6  | Planta: frecuencia de plantas con hojas bandera recurvadas                                    | 47-51 (+) VG | Nota | Valor |
|    | Ausente a muy baja                                                                            |              | 1    | [ 1 ] |
|    | Baja                                                                                          |              | 3    | [ ]   |
|    | Media                                                                                         |              | 5    | [ ]   |
|    | Alta                                                                                          |              | 7    | [ ]   |
|    | Muy alta                                                                                      |              | 9    | [ ]   |
| 7  | Planta: número de macollos                                                                    | 90 (+) MS    | Nota | Valor |
|    | Pocos ( $\leq 5$ )                                                                            |              | 3    | [ ]   |
|    | Intermedio (6-10)                                                                             |              | 5    | [ 5 ] |
|    | Muchos (>10)                                                                                  |              | 7    | [ ]   |
| 8  | Tiempo a la emergencia de la panícula (primera espiguilla visible en el 50% de las panículas) | 50-52 (*) VG | Nota |       |
|    | Muy temprana                                                                                  |              | 1    | [ ]   |
|    | Temprana                                                                                      |              | 3    | [ 3 ] |
|    | Intermedia                                                                                    |              | 5    | [ ]   |
|    | Tardía                                                                                        |              | 7    | [ ]   |
|    | Muy tardía                                                                                    |              | 9    | [ ]   |
| 9  | Tallo: pilosidad del nudo más alto                                                            | 60-65 (*) VS | Nota | Valor |
|    | Ausente                                                                                       |              | 1    | [ 1 ] |
|    | Presente                                                                                      |              | 9    | [ ]   |
| 10 | Tallo: intensidad de la pilosidad del nudo más alto                                           | 60-65 (+) VS | Nota | Valor |
|    | Muy débil                                                                                     |              | 1    | [ 1 ] |
|    | Débil                                                                                         |              | 3    | [ ]   |
|    | Media                                                                                         |              | 5    | [ ]   |
|    | Fuerte                                                                                        |              | 7    | [ ]   |
|    | Muy fuerte                                                                                    |              | 9    | [ ]   |
| 11 | Tallo: número de hojas (registrado en el tallo principal)                                     | 80 (+) MS    | Nota | Valor |
|    | Pocas (<4)                                                                                    |              | 3    | [ ]   |
|    | Intermedia (4-6)                                                                              |              | 5    | [ 5 ] |
|    | Muchas (>6)                                                                                   |              | 7    | [ ]   |
| 12 | Panícula: orientación de las ramificaciones                                                   | 70-75 (+) VG | Nota | Valor |
|    | Unilateral                                                                                    |              | 1    | [ ]   |
|    | Sub-unilateral                                                                                |              | 2    | [ ]   |
|    | Divergentes                                                                                   |              | 3    | [ 3 ] |
| 13 | Panícula: porte de las ramificaciones                                                         | 70-75 (+) VG | Nota | Valor |
|    | Erguido                                                                                       |              | 1    | [ ]   |
|    | Semi erguido                                                                                  |              | 3    | [ 3 ] |
|    | Horizontal                                                                                    |              | 5    | [ ]   |
|    | Caído                                                                                         |              | 7    | [ ]   |
|    | Muy caído                                                                                     |              | 9    | [ ]   |
| 14 | Panícula: porte de las espiguillas                                                            | 70-75 (+) VG | Nota | Valor |
|    | Erguida                                                                                       |              | 1    | [ ]   |
|    | Colgante                                                                                      |              | 2    | [ 2 ] |
| 15 | Glumas: glaucescencia                                                                         | 65-69 VG     | Nota |       |

|    |                                                         |              |      |       |
|----|---------------------------------------------------------|--------------|------|-------|
|    | Ausente o muy débil                                     |              | 1    | [ 1 ] |
|    | Débil                                                   |              | 3    | [ ]   |
|    | Intermedia                                              |              | 5    | [ ]   |
|    | Fuerte                                                  |              | 7    | [ ]   |
|    | Muy fuerte                                              |              | 9    | [ ]   |
| 16 | Glumas: longitud                                        | 70-75 MS     | Nota | Valor |
|    | Corta                                                   |              | 3    | [ ]   |
|    | Intermedia                                              |              | 5    | [ 5 ] |
|    | Larga                                                   |              | 7    | [ ]   |
| 17 | Primer grano: glaucescencia de la lema                  | 70-75 (*) VS | Nota | Valor |
|    | Ausente                                                 |              | 1    | [ 1 ] |
|    | Presente                                                |              | 9    | [ ]   |
| 18 | Primer grano: intensidad de la glaucescencia de la lema | 70-75 (*) VS | Nota | Valor |
|    | Muy débil                                               |              | 1    | [ 1 ] |
|    | Débil                                                   |              | 3    | [ ]   |
|    | Intermedia                                              |              | 5    | [ ]   |
|    | Fuerte                                                  |              | 7    | [ ]   |
|    | Muy fuerte                                              |              | 9    | [ ]   |
| 19 | Planta: longitud (tallo y panícula)                     | 80-85 (*) MS | Nota | Valor |
|    | Muy corta                                               |              | 1    | [ ]   |
|    | Corta                                                   |              | 3    | [ ]   |
|    | Intermedia                                              |              | 5    | [ 5 ] |
|    | Larga                                                   |              | 7    | [ ]   |
|    | Muy larga                                               |              | 9    | [ ]   |
| 20 | Panícula: longitud                                      | 80-85 MS     | Nota | Valor |
|    | Muy corta                                               |              | 1    | [ ]   |
|    | Corta                                                   |              | 3    | [ ]   |
|    | Intermedia                                              |              | 5    | [ 5 ] |
|    | Larga                                                   |              | 7    | [ ]   |
|    | Muy larga                                               |              | 9    | [ ]   |
| 21 | Grano: cascara                                          | 92 (*) VS    | Nota | Valor |
|    | Ausente                                                 |              | 1    | [ ]   |
|    | Presente                                                |              | 9    | [ 9 ] |
| 22 | Primer grano: tendencia a la aristación                 | 92 (+) VS    | Nota | Valor |
|    | Ausente o muy débil                                     |              | 1    | [ 1 ] |
|    | Débil                                                   |              | 3    | [ ]   |
|    | Intermedia                                              |              | 5    | [ ]   |
|    | Fuerte                                                  |              | 7    | [ 7 ] |
|    | Muy fuerte                                              |              | 9    | [ ]   |
| 23 | Primer grano: longitud de la lema                       | 92 VS        | Nota | Valor |
|    | Muy corta                                               |              | 1    | [ ]   |
|    | Corta                                                   |              | 3    | [ ]   |
|    | Intermedia                                              |              | 5    | [ 5 ] |
|    | Larga                                                   |              | 7    | [ ]   |
|    | Muy larga                                               |              | 9    | [ ]   |
| 24 | Grano: color de la lema                                 | 92 (*) VG    | Nota | Valor |
|    | Blanco                                                  |              | 1    | [ ]   |
|    | Amarillo                                                |              | 2    | [ ]   |
|    | Marrón                                                  |              | 3    | [ ]   |
|    | Gris                                                    |              | 4    | [ ]   |
|    | Negro                                                   |              | 5    | [ 5 ] |

|    |                                                                                                                             |              |      |       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------|-------|
| 25 | Grano: longitud<br>Corta (<12 mm)<br>Intermedia (12-18 mm)<br>Larga (>18 mm)                                                | 92 (+) MS    | Nota | Valor |
|    |                                                                                                                             |              | 3    | [ ]   |
|    |                                                                                                                             |              | 5    | [ 5 ] |
|    |                                                                                                                             |              | 7    | [ ]   |
| 26 | Primer grano: pilosidad de la parte posterior de la lema (a excepción de la avena blanca y amarilla)<br>Ausente<br>Presente | 92 (+) VS    | Nota | Valor |
|    |                                                                                                                             |              | 1    | [ ]   |
|    |                                                                                                                             |              | 9    | [ 9 ] |
| 27 | Primer grano: pilosidad de la base<br>Ausente o muy débil<br>Débil<br>Intermedia<br>Fuerte<br>Muy fuerte                    | 92 (+) VS    | Nota |       |
|    |                                                                                                                             |              | 1    | [ ]   |
|    |                                                                                                                             |              | 3    | [ ]   |
|    |                                                                                                                             |              | 5    | [ 5 ] |
|    |                                                                                                                             |              | 7    | [ ]   |
|    |                                                                                                                             |              | 9    | [ ]   |
| 28 | Primer grano: longitud de los pelos basales<br>Corta<br>Intermedia<br>Larga                                                 | 92 (+) VS    | Nota | Valor |
|    |                                                                                                                             |              | 3    | [ ]   |
|    |                                                                                                                             |              | 5    | [ ]   |
|    |                                                                                                                             |              | 7    | [ 7 ] |
| 29 | Primer grano: longitud de la raquilla<br>Corta<br>Intermedia<br>Larga                                                       | 92 (+) VS    | Nota | Valor |
|    |                                                                                                                             |              | 3    | [ 3 ] |
|    |                                                                                                                             |              | 5    | [ ]   |
|    |                                                                                                                             |              | 7    | [ ]   |
| 30 | Época de inicio a floración (forraje verde)<br>Temprana (<120 días)<br>Intermedia (120-150 días)<br>Tardía (>150 días)      | 60-64 (+) VS | Nota | Valor |
|    |                                                                                                                             |              | 3    | [ 3 ] |
|    |                                                                                                                             |              | 5    | [ ]   |
|    |                                                                                                                             |              | 7    | [ ]   |
| 31 | Ciclo vegetativo (producción de grano)<br>Precoz (<180 días)<br>Intermedio (180-210 días)                                   | 92 (+) VS    | Nota | Valor |
|    |                                                                                                                             |              | 3    | [ 3 ] |
|    |                                                                                                                             |              | 5    | [ ]   |

## 5. CONCLUSIONES DE LA PRUEBA DE IDENTIFICACIÓN

5.1. Durante el desarrollo de las pruebas de identificación que permitan demostrar la distinción, homogeneidad y estabilidad de la nueva variedad de avena INIA 908 – Mellicera como se detalla en los cuadros de resultados, principalmente destacan las características de:

| CARACTERES                                      | Parámetros Variedad Propuesta<br>INIA 908 - MELLICERA | Parámetros Variedad Similar<br>INIA 903 - TAYKO ANDENES |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 24. Grano: Color de la lema (en grano duro)     | Marrón oscuro a negro                                 | Marrón                                                  |
| 30. Época de inicio a floración (forraje verde) | Temprana<br>71 días                                   | Temprana<br>92 días                                     |
| 31. Ciclo Vegetativo (producción de grano)      | Precoz<br>153 días                                    | Intermedio<br>182 días                                  |
| 32. Grano: Granos dobles                        | Presente                                              | Ausente                                                 |

5.2. Con relación a la distinción, la variedad propuesta, es claramente distinta a la variedad comúnmente conocida, en la evaluación de los caracteres cualitativos como color de la

lema y la presencia de granos dobles (característica adicional), y en la evaluación de caracteres cuantitativos como la época de inicio a floración y ciclo vegetativo.

- 5.3. En relación a la homogeneidad, en la evaluación de los caracteres cualitativos de la variedad propuesta, se registraron cero de plantas atípicas de 20 plantas evaluadas, observándose un campo homogéneo; en los caracteres cuantitativos de la variedad propuesta, los coeficientes de variabilidad están por debajo del permitido para plantas autógamias, por lo cual se determina la homogeneidad del cultivar propuesto.
- 5.4. En la evaluación de la estabilidad, en la variedad propuesta, se registraron durante las dos campañas cero de plantas atípicas de 20 plantas evaluadas, observándose campos homogéneos; en la evaluación de los caracteres cuantitativos durante la primera y segunda campaña, los coeficientes de variabilidad están por debajo del permitido para plantas autógamias, por lo cual se determina la estabilidad del cultivar propuesto.
- 5.5. Las variaciones que se pueden observar en las características cuantitativas serán aquellas influenciadas por el medio ambiente, la tecnología de producción en las diferentes zonas agroecológicas.

**Características morfológicas:**

|                                    |                       |
|------------------------------------|-----------------------|
| – N° macollos por planta           | 5 - 7                 |
| – Altura de planta (cm)            | 167                   |
| – N° de entrenudos                 | 4 - 5                 |
| – N° de hojas/tallo                | 5 - 7                 |
| – Tamaño promedio de panícula (cm) | 26                    |
| – N° espiguillas/panícula          | 55 - 89               |
| – Tipo de inflorescencia           | panícula laxa         |
| – Días hasta el panojado           | 71                    |
| – Días hasta la madurez del grano  | 153                   |
| – Color de grano                   | marrón oscuro a negro |
| – Acame (%)                        | 5 - 10                |
| – Índice de cosecha de forraje (%) | 85                    |

**Rendimiento productivo:**

|                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
| – Rendimiento de materia verde     | 58,63 t/ha    |
| – Rendimiento de materia seca      | 12,23 t/ha    |
| – Rendimiento potencial de semilla | 3,58 t/ha     |
| – Peso hectolítrico (kg/hl)        | 48,27 - 52,20 |
| – Peso de 1000 granos (g)          | 35,05 - 36,70 |
| – Rendimiento de heno              | 11,73 t/ha    |
| – Rendimiento de silaje            | 51,01 t/ha    |

## V. ENSAYOS DE ADAPTACIÓN Y EFICIENCIA

## **ENSAYOS DE ADAPTACIÓN Y EFICIENCIA**

*Avena sativa* L.  
Variedad

**INIA 908 - MELLICERA**

## 1. OBJETIVOS

Los ensayos de adaptación y eficiencia de la nueva variedad de avena forrajera INIA 908 - Mellicera tiene como objetivo determinar el valor agronómico y de uso del cultivar con fines de realizar la inscripción en el registro de cultivares en cumplimiento a La Ley General de Semillas, no se cuenta con Reglamento Específico de Semillas para Avena Forrajera. Estos ensayos de adaptación y eficiencia se realizan en comparación a la avena cultivar INIA 903 – Tayko Andenes que es la especie forrajera más difundida en la Región. Ello con la finalidad de demostrar las ventajas competitivas fundamentalmente en la precocidad, la producción de forraje y semillas de esta nueva propuesta tecnológica que contribuya a mejorar la oferta forrajera en amplias zonas ganaderas de la Región Cusco.

## 2. EJECUTOR DEL ENSAYO

Los ensayos de adaptación y eficiencia de la nueva variedad de avena forrajera INIA 908 - Mellicera fueron desarrollados por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) a través de los investigadores del Programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes en el ámbito de la Región Cusco.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Lugares de evaluación

Los ensayos de adaptación y eficiencia se desarrollaron en los siguientes ámbitos.

| Año       | Localidad    | Altitud | Latitud    | Longitud   | Distrito     | Provincia    | Región |
|-----------|--------------|---------|------------|------------|--------------|--------------|--------|
| 2011-2012 | Andenes      | 3450    | 13°26'27"S | 72°14'31"O | Zurite       | Anta         | Cusco  |
| 2011-2012 | Anansaya     | 3970    | 14°32'04"S | 71°18'25"O | Kunturkanki  | Canas        | Cusco  |
| 2012-2013 | Yapituyo     | 4100    | 14°53'35"S | 71°12'38"O | Pallpata     | Espinar      | Cusco  |
| 2013-2014 | Pomacanchi   | 3740    | 14°02'13"S | 71°34'16"O | Pomacanchi   | Acomayo      | Cusco  |
| 2013-2014 | Tucsa        | 4050    | 14°06'04"S | 71°25'52"O | Combapata    | Canchis      | Cusco  |
| 2013-2014 | Maras        | 3200    | 13°20'10"S | 72°09'24"O | Maras        | Urubamba     | Cusco  |
| 2014-2015 | Rumaray      | 3450    | 13°35'02"S | 72°03'33"O | Ccorcca      | Cusco        | Cusco  |
| 2014-2015 | Conchacalla  | 3300    | 13°33'07"S | 71°52'53"O | San Jerónimo | Cusco        | Cusco  |
| 2014-2015 | Chisicata    | 3900    | 14°47'32"S | 71°24'38"O | Espinar      | Espinar      | Cusco  |
| 2015-2016 | Huacaytaqui  | 3553    | 13°49'19"S | 71°32'33"O | Quiquijana   | Quispicanchi | Cusco  |
| 2015-2016 | Payapunco    | 3969    | 14°25'57"S | 71°16'22"O | Langui       | Canas        | Cusco  |
| 2015-2016 | Pomatalla    | 3941    | 14°32'04"S | 71°18'25"O | Kunturkanki  | Canas        | Cusco  |
| 2015-2016 | Huayhuahuasi | 3965    | 14°47'56"S | 71°31'54"O | Coporaque    | Espinar      | Cusco  |

### 3.2. Material genético

Los ensayos de adaptación y eficiencia fueron desarrollados en 13 localidades, se evaluó 11 líneas de avena forrajera, dentro de ellas dos líneas promisorias, utilizando

como testigo a la avena variedad INIA 903 - Tayko Andenes y/o ecotipo local de avena forrajera con mayor difusión en las localidades de evaluación.

Los materiales genéticos utilizados fueron:

Línea L - 9: ABDA/STEX//65-C-630/3/INIA 903

Línea L - 8: INIA 904/INIAP 67

Avena forrajera "avena negra" y "Tayko"

### 3.3. Información genealógica del cultivar

El nuevo cultivar de avena forrajera (*Avena sativa L.*) denominado INIA 908 - Mellicera, proviene de las selecciones realizadas del germoplasma de la Estación Experimental Agraria Andenes del INIA y corresponde a la cruza simple cuyos progenitores son:

Progenitor femenino : La línea ABDA/STEX//65-C-630

Progenitor masculino : Variedad INIA 903 - Tayko Andenes

Pedigree : CP001-20A-10A-6M-0A-0A-0A

Código del germoplasma : L-9

### 3.4. Época de siembra

Las épocas de siembra del cultivo de avena en las localidades donde se desarrolló los ensayos, es entre los meses de noviembre a diciembre para la producción de grano y forraje verde, con la presencia de lluvias.

### 3.5. Tamaño de la unidad experimental

| Año         | Unidad experimental (m <sup>2</sup> ) | Siembra al voleo y tapado con yunta o maquinaria |           |              |
|-------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------|--------------|
|             |                                       | Largo (m)                                        | Ancho (m) | repeticiones |
| 2012 - 2013 | 500                                   | 25                                               | 20        | 3            |
| 2013 - 2014 | 500                                   | 25                                               | 20        | 3            |
| 2014 - 2015 | 500                                   | 25                                               | 20        | 3            |
| 2015 - 2016 | 500                                   | 25                                               | 20        | 3            |

### 3.6. Diseño experimental y número de repeticiones

Para la evaluación de las pruebas de adaptación y eficiencia a través de los comparativos de rendimiento y parcelas de comprobación en los cinco años y trece localidades se ha trabajado utilizando el diseño experimental de bloques completamente randomizados con tres repeticiones en cada localidad.

### 3.7. Densidad de siembra

La densidad de siembra utilizada para la evaluación de las pruebas de adaptación y eficiencia considerando el manejo del cultivo en los ámbitos de trabajo fue de 120 kg/ha de semilla para producción de forraje verde y 70 kg/ha para producción de semilla, considerando la siembra manual al voleo y el tapado de la semilla con el sistema utilizado en cada zona.

### 3.8. Manejo agronómico

Las pruebas de adaptación y eficiencia fueron desarrolladas en su integridad en campo de productores pecuarios en las zonas representativas como son las provincias altas de la Región Cusco que son de aptitud ganadera.

La preparación del terreno fue desarrollado con maquinaria agrícola y yunta y durante la siembra se aplicó abonos orgánicos (estiércol de vacuno) y fertilización química, se empleó la fórmula: 80-80-00 de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , se aplicó a la siembra el 25% de la fuente nitrogenada y el total del fósforo y el nitrógeno restante durante el macollamiento luego del control de malezas.

El control de malezas se realizó utilizando el herbicida Ally (Metsulfuron metil) a la dosis de 7 g/200 litros de agua durante el macollamiento.

### 3.9. Cosecha

La labor de cosecha de materia verde se realizó cuando las plantas estuvieron con un 50% de floración; la cosecha de grano se realizó previa evaluación de la humedad del grano fluctuante entre un 12 a 14% de humedad, procediendo al corte manual de cada unidad experimental; la trilla se realizó con maquinaria estacionaria existente de la Estación Experimental Agraria Andenes.

### 3.10. Métodos de evaluación

#### 3.10.1. Método de evaluación para características agronómicas

Las evaluaciones de las características agronómicas se desarrollaron considerando las fases de desarrollo, emergencia, macollamiento, encañado, panojado, formación de grano, madurez fisiológica, cosecha con la finalidad de determinar la diferencia cuantitativa y cualitativa respecto a la variedad testigo.

**Días a la emergencia:** Al determinarse más del 70% de emergencia del cultivo.

**Macollamiento:** Se evaluó en el momento en que aparece el primer macollo en la axila de una de sus hojas más bajas de la planta, cuando el macollo tiene 1 cm de longitud.

**Producción de biomasa verde:** Para ello se procedió a realizar el muestreo con el empleo de un cuadrante de hierro de 0.25 m<sup>2</sup>, cortando el forraje presente, para luego realizar el pesaje de la muestra, el mismo que fue proyectado a rendimiento promedio por hectárea de los bloques para cada línea.

**Producción de materia seca:** Se tomó una sub muestra de 200 g por parcela, que luego de ser picadas se llevaron a estufa a 80 °C por 48 horas, hasta obtener un peso seco constante, al cabo de los cuales se realizó el pesado correspondiente a cada muestra, para establecer la pérdida de humedad y consiguientemente el contenido de materia seca.

**Días al panojado:** Al observar más del 50% de la población de plantas de la unidad experimental con panículas visibles

**Días a la madurez fisiológica:** Al observar más del 50% de la población de la unidad experimental con plantas que presentan senescencia.

**Altura de planta:** La medida fue tomada a la madurez fisiológica desde la base de la planta hasta la panoja de mayor longitud considerando las barbas o aristas tomando el promedio de 10 plantas.

**Número de espiguillas por panoja:** Durante la madurez de cosecha en un promedio de 20 plantas por unidad experimental.

**Características de grano:** tamaño, peso de mil granos, peso hectolítrico, rendimiento después de concluido la labor de pos cosecha.

#### 3.10.2. Métodos de evaluación de reacción a factores bióticos

Las evaluaciones de reacción a factores bióticos principalmente estuvieron orientados a la observación respecto a la severidad de infección de enfermedades como:

Reacción a la roya de la hoja (*Puccinia coronata*), roya del tallo (*Puccinia graminis f. sp. avenae*).

0 = Sin infección visible

5, 10, 20, 30 = Porcentaje de infección

R = Resistente

MR = Moderadamente resistente

MS = Moderadamente susceptible

La escala de evaluación para cuantificar severidad en roya es la Escala Modificada de Cobb.

Reacción a carbón volador (*Ustilago avenae*)

Grado 0 = Panículas sin síntomas

Grado 1 = Con ataque imperceptible visualmente

Grado 2 = Consistencia esponjosa y con semilla parcialmente carbonosa

Grado 3 = Consistencia esponjosa, con una semilla carbonosa y otra parcialmente carbonosa

Grado 4 = Semilla con hipertrofia, consistencia esponjosa y todas las semillas carbonosas.

### 3.10.3. Métodos de evaluación de reacción a factores abióticos

Las evaluaciones de reacción a factores abióticos principalmente estuvieron orientados al daño por heladas, se evaluó mediante estimaciones visuales en cada parcela y en base a la asignación de notas en una escala de 1 a 6, que expresan el porcentaje de follaje afectado (hojas), según la siguiente escala determinada por los autores:

Grado 1 = Sin daño visible

Grado 2 = 10% daño

Grado 3 = 25% daño

Grado 4 = 50% daño

Grado 5 = 75% daño

Grado 6 = 100% daño

### 3.10.4. Métodos de evaluación de características bromatológicas

Se realizaron los análisis bromatológicos de forraje verde, con la finalidad de conocer el contenido nutricional del nuevo cultivar. Estos estudios fueron llevados a cabo en laboratorios químicos privados. Los métodos utilizados para el análisis proximal fueron:

– Determinación de proteína cruda (P.C); método de Micro-Kjeldahl (Bateman, 1970).

– Determinación de fibra cruda (F.C); método de Weendy.

– Determinación de grasa o extracto etéreo (E.E); método gravimétrico.

– Determinación de ceniza o materia mineral (M.M); método gravimétrico.

– Determinación de extracto no nitrogenado (E.N.N), determinado por diferencia,  $ENN=100 - [MM+(P.C.+F.C.+E.E)]$

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1. RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES AGRONÓMICAS

Las parcelas fueron conducidas durante cinco campañas agrícolas entre 2011 y 2016, en la Estación Experimental Agraria Andenes y en campo de productores pecuarios en doce localidades de las provincias con aptitud ganadera como: Acomayo, Anta, Canas, Canchis, Cusco, Espinar, Quispicanchi y Urubamba. En los ensayos preliminares de rendimiento se evaluaron 9 líneas superiores y en las parcelas de comprobación se evaluaron dos líneas promisorias de avena forrajera seleccionadas por su precocidad, alta producción de biomasa verde y semillas, comparados con la avena forrajera tradicional sembrado por el productor, de mayor difusión en la localidad de evaluación. Las parcelas estuvieron ubicadas en lugares que variaron de 3,200 hasta 4,100 msnm, cuyas respuestas mostraron diferentes rendimientos de forraje verde y semilla.

El manejo agronómico de las parcelas fue realizado con tecnología propia del productor colaborador. A la cosecha, la evaluación de rendimiento de materia verde se realizó con la presencia de los productores.

En dichas parcelas la Unidad de Transferencia de Tecnología programó los eventos de capacitación en manejo agronómico, cosecha y post cosecha de forrajes del cultivar INIA 908 - Mellicera, mediante demostración de métodos en cosecha de forrajes, conservación y almacenamiento de forrajes, con participación plena del productor.

Los resultados corroboraron la selección del nuevo cultivar como una alternativa para la producción de avena forrajera en el sistema de producción del ganadero.

##### 4.1.1 ENSAYO PRELIMINAR DE RENDIMIENTO FORRAJERO DE LÍNEAS SUPERIORES DE AVENA FORRAJERA

- El Ensayo Preliminar de Rendimiento de Forraje (Materia Seca) fue realizado en la campaña 2011 - 2012 en la Estación Experimental Agraria Andenes Cusco a 3,450 m de altitud, no se alcanzaron diferencias significativas en las pruebas estadísticas, con media general de 20.13 t/ha MS y coeficiente de variabilidad de 12.18%, en este grupo de materiales evaluados observamos que el cultivar INIA 908 - Mellicera (INIA 903/L25) ocupa el 6° lugar con rendimiento de 20.68 t/ha de MS superior al promedio general y superior a la variedad INIA 904 - Vilcanota I que rindió 18.41 t/ha.

**Cuadro N° 3.** ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de cultivares y/o líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC     | CM          | Fc   | Ft   |      | Signif. |
|--------------|----|--------|-------------|------|------|------|---------|
|              |    |        |             |      | 5%   | 1%   |         |
| Bloques      | 3  | 35.51  | 11.84       | 1.97 | 2.92 | 4.51 | NS      |
| Tratamientos | 10 | 68.39  | 6.84        | 1.14 | 2.16 | 2.98 | NS      |
| Error        | 30 | 180.25 | 6.01        |      |      |      |         |
| Total        | 43 | 284.15 | CV = 12.18% |      |      |      |         |

**Cuadro N° 4.** Ordenamiento para rendimiento de materia seca (t/ha)

| Nº Orden | Tratamientos Línea/variedad | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |
|----------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1        | L3 (INIA 903/INIAP 67)      | 21.46                           |
| 2        | L7 (L25/INIA 903)           | 21.35                           |
| 3        | L11 (INIAP 67/INIA 903)     | 21.23                           |
| 4        | L6 (L25/Vilcanota I)        | 20.81                           |
| 5        | T (INIA 903 Tayko Andenes)  | 20.76                           |
| 6        | L9 (INIA 903/L25)           | 20.68                           |
| 7        | L8 (INIAP 67/INIA 904)      | 20.52                           |
| 8        | L4 (INIA 904/INIAP 67)      | 19.73                           |
| 9        | L2 (L25/INIA 904)           | 19.02                           |
| 10       | T (INIA 904 Vilcanota I)    | 18.41                           |
| 11       | L1 (INIA 904/L25)           | 17.49                           |

Así mismo, se observa en el Cuadro N° 4 y figura 1, que las líneas INIA 903/INIAP 67, L25/INIA 903, INIAP 67/INIA 903 y L25/Vilcanota I con rendimientos de 21.46; 21.35; 21.23 y 20.81 t/ha de materia seca respectivamente, superan a las variedades testigo INIA 903 Tayko Andenes e INIA 904 Vilcanota I con 20.76 y 18.41 t/ha respectivamente.

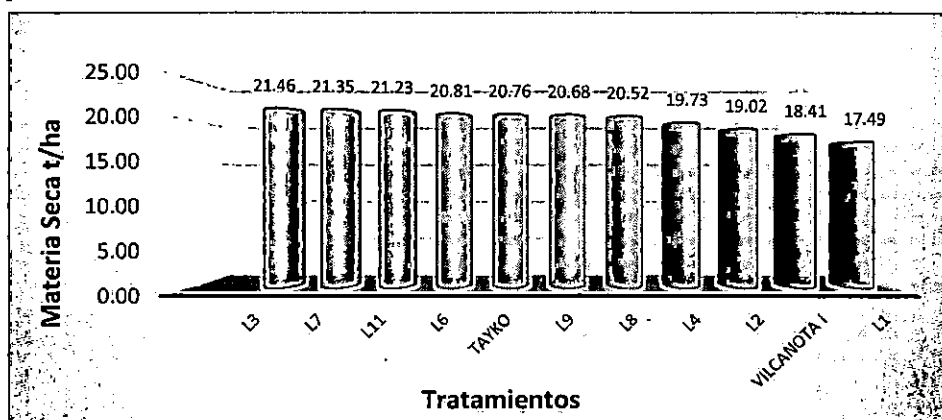


Figura 1 Rendimiento de materia seca de 9 líneas de avena forrajera, evaluados en la E.E. Andenes - Cusco a 3450 m de altitud.

- En la campaña 2012 - 2013 en la Estación Experimental Agraria Andenes Cusco, al evaluar 5 líneas promisorias, no se alcanzaron diferencias significativas en las pruebas estadísticas, con media general de 12.33 t/ha MS y coeficiente de variabilidad de 13.03%, en este grupo de materiales evaluados observamos que el cultivar INIA 908 - Mellicera ocupa el primer lugar con rendimiento de 14.74 t/ha de MS superior al promedio general y superior a las variedades INIA 904 - Vilcanota I e INIA 903 - Tayko Andenes que rindieron 13.09 y 12.58 t/ha respectivamente.

**Cuadro N° 5.** ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de cultivares y/o líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM          | Fc        | Ft   |      | Signif. |
|--------------|----|-------|-------------|-----------|------|------|---------|
|              |    |       |             |           | 5%   | 1%   |         |
| Bloques      | 2  | 2.67  | 1.34        | 0.5179079 | 3.88 | 6.93 | NS      |
| Tratamientos | 6  | 29.80 | 4.97        | 1.9244357 | 3.00 | 4.82 | NS      |
| Error        | 12 | 30.97 | 2.58        |           |      |      |         |
| Total        | 20 | 63.43 | CV = 13.03% |           |      |      |         |

**Cuadro N° 6.** Ordenamiento para rendimiento de materia seca (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos<br>Línea/variedad | Rendimiento<br>Materia Seca<br>(t/ha) |
|----------|--------------------------------|---------------------------------------|
| 1        | L9 (INIA 903/L25)              | 14.74                                 |
| 2        | T (INIA 904 Vilcanota I)       | 13.09                                 |
| 3        | T (INIA 903 Tayko Andenes)     | 12.58                                 |
| 4        | L2 (L25/INIA 904)              | 12.08                                 |
| 5        | L8 (INIAP 67/INIA 904)         | 11.40                                 |
| 6        | L6 (L25/Vilcanota I)           | 11.34                                 |
| 7        | L3 (INIA 903/INIAP 67)         | 11.07                                 |

En el Cuadro N° 6 y figura 2, se observa que la línea INIA 903/L25, logra el más alto rendimiento de materia seca (14.74 t/ha), lo que indica la respuesta de adaptación y eficiencia a las condiciones agroecológicas de la zona andina.

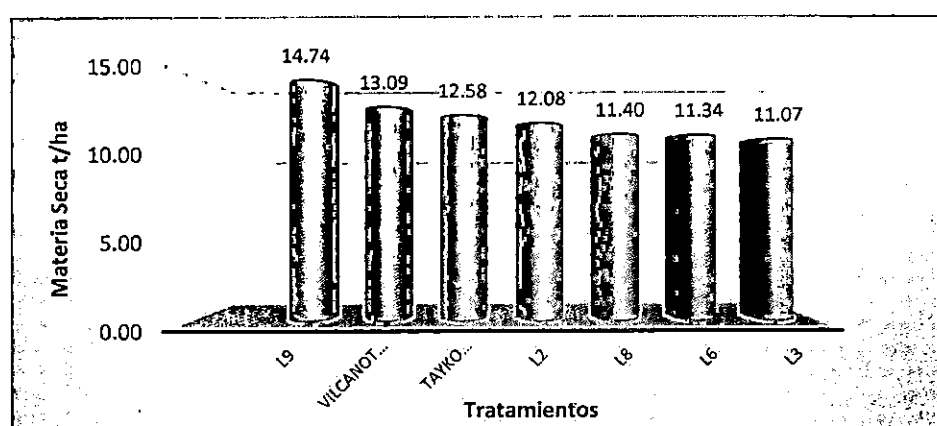


Figura 2 Rendimiento de materia seca de 5 líneas de avena forrajera, evaluados en la E.E. Andenes – Cusco a 3450 m de altitud.

#### 4.1.2 ENSAYO PRELIMINAR DE RENDIMIENTO DE SEMILLA DE LÍNEAS SUPERIORES DE AVENA FORRAJERA

- El Ensayo Preliminar de Rendimiento de Semilla fue realizado en la campaña 2012 - 2013 en la Estación Experimental Agraria Andenes Cusco a 3450 m de altitud, se realizó un comparativo de 5 líneas avena forrajera, cuyos resultados se observan en los cuadros y figuras siguientes:

**Cuadro N° 7.** ANVA para rendimiento de MS (t/ha) de cultivares y/o líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM          | Fc   | Ft   |      | Signif. |
|--------------|----|-------|-------------|------|------|------|---------|
|              |    |       |             |      | 5%   | 1%   |         |
| Bloques      | 2  | 1.08  | 0.54        | 1.53 | 3.88 | 6.93 | NS      |
| Tratamientos | 6  | 11.35 | 1.89        | 5.39 | 3.00 | 4.82 | **      |
| Error        | 12 | 4.21  | 0.35        |      |      |      |         |
| Total        | 20 | 16.65 | CV = 15.44% |      |      |      |         |

El ANVA para el factor semilla de 5 líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias altamente significativas ( $P_{0.01}$  y  $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de semilla de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es del 15.44% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 7.

**Cuadro N° 8.** Prueba Tukey para rendimiento de semilla (t/ha)

| N° Orden | Línea/Varietal             | Rendimiento Semilla (t/ha) | Significancia |             |
|----------|----------------------------|----------------------------|---------------|-------------|
|          |                            |                            | 5%            | 1%          |
| 1        | L2 (L25/INIA 904)          | 5.11                       | a             | a           |
| 2        | L6 (L25/Vilcanota I)       | 4.47                       | a b           | a b         |
| 3        | L9 (INIA 903/L25)          | 3.92                       | a b c         | a b c       |
| 4        | L8 (INIAP 67/INIA 904)     | 3.84                       | a b c d       | a b c d     |
| 5        | T (INIA 904 Vilcanota I)   | 3.56                       | a b c d e     | a b c d e   |
| 6        | T (INIA 903 Tayko Andenes) | 3.31                       | b c d e f     | a b c d e f |
| 7        | L3 (INIA 903/INIAP 67)     | 2.65                       | c d e f       | b c d e f   |

La prueba de significancia de Tukey a nivel del 5% de probabilidad muestra que las líneas de avena forrajera L2, L6, L9, L8 y la variedad INIA 904 Vilcanota I, estadísticamente no muestran diferencias entre sí; bajo esas condiciones climáticas la Línea 9 (INIA 903/L25) de acuerdo al orden de méritos ocupa el 3° lugar con 3.92 t/ha de semilla, supera a las variedades INIA 904 Vilcanota I e INIA 903 Tayko Andenes que son los testigos, como se observa en el Cuadro N° 8 y figura 3.

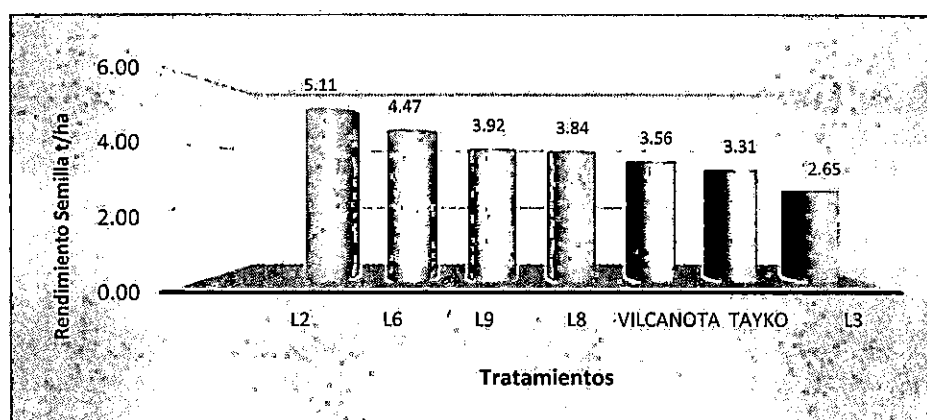


Figura 3 Rendimiento de semilla de 5 líneas de avena forrajera, evaluados en la E.E. Andenes – Cusco a 3450 m de altitud.

#### 4.1.3 EVALUACIÓN DE PARCELAS DE COMPROBACIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS DE AVENA FORRAJERA (MATERIA SECA).

- Se instalaron en provincias pecuarias más representativas de la Región Cusco, con dos líneas promisorias de avena forrajera (L9 y L8) que es la propuesta de la tecnología del INIA frente a un cultivar de avena forrajera que representa la tecnología del productor, con la finalidad de evaluar la producción forrajera en términos de materia seca.

##### CAMPAÑA 2013 – 2014

- LOCALIDAD: POMACANCHI - ACOMAYO (3740 msnm)

**Cuadro N° 9.** Rendimiento para materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave | Tratamientos | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |      |       | Total | Promedio |
|-------|--------------|---------------------------------|------|-------|-------|----------|
|       |              | I                               | II   | III   |       |          |
| 1     | L8           | 7.93                            | 8.84 | 11.32 | 28.09 | 9.36     |
| 2     | L9           | 8.02                            | 9.09 | 11.71 | 28.82 | 9.61     |

|                  |       |              |              |              |              |             |
|------------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 3                | Tayko | 5.64         | 6.69         | 5.84         | 18.18        | 6.06        |
| <b>Sumatoria</b> |       | <b>21.59</b> | <b>24.62</b> | <b>28.87</b> | <b>75.09</b> | <b>8.34</b> |

La producción de materia seca (t/ha) del forraje de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Pomacanchi – Acomayo, ubicado a una altitud de 3740 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 9.61 t/ha de M.S. frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 6.06 t/ha de materia seca, como se observa en el Cuadro N° 9.

**Cuadro N° 10.** ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM                 | Fc     | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|-------|--------------------|--------|------|----|---------|
|              |    |       |                    |        | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 8.91  | 4.46               | 3.5166 | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 23.56 | 11.78              | 9.2951 | 6.94 | 18 | *       |
| Error        | 4  | 5.07  | 1.27               |        |      |    |         |
| Total        | 8  | 37.55 | <b>CV = 13.49%</b> |        |      |    |         |

El ANVA para el factor materia seca de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es del 13.49% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 10.

**Cuadro N° 11.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento MS (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|-----------------------|---------------|-----|
|          |              |                       | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 9.61                  | a             | a   |
| 2        | L8           | 9.36                  | a b           | a b |
| 3        | Tayko        | 6.06                  | b             | a b |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de materia seca (M.S) y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de M.S fue de 9.48 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 6.06 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 11 y figura 4.

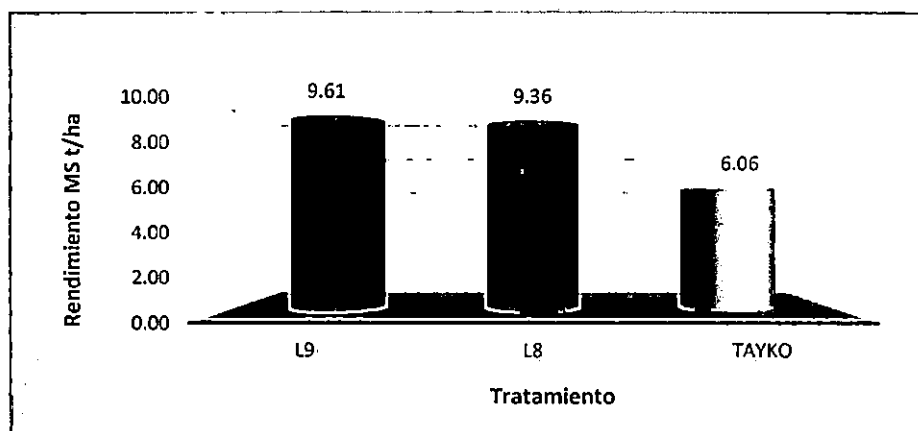


Figura 4 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en la Localidad de Pomacanchi a 3740 m de altitud.

– LOCALIDAD: TUCSA - CANCHIS (4050 msnm)

Cuadro N° 12. Rendimiento para materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |       |       | Total | Promedio |
|-----------|--------------|---------------------------------|-------|-------|-------|----------|
|           |              | I                               | II    | III   |       |          |
| 1         | L8           | 9.84                            | 9.84  | 7.38  | 27.06 | 9.02     |
| 2         | L9           | 11.48                           | 15.37 | 12.05 | 38.91 | 12.97    |
| 3         | Tayko        | 10.25                           | 10.66 | 9.84  | 30.75 | 10.25    |
| Sumatoria |              | 31.57                           | 35.88 | 29.27 | 96.72 | 10.75    |

La producción de materia seca (t/ha) del forraje de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Tucsá - Canchis, ubicado a una altitud de 4050 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 12.97 t/ha de M.S. frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 10.25 t/ha de materia seca, como se observa en el Cuadro N° 12.

Cuadro N° 13. ANVA para rendimiento de M.S. (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM          | Fc   | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|-------|-------------|------|------|----|---------|
|              |    |       |             |      | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 7.49  | 3.74        | 2.61 | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 24.51 | 12.25       | 8.56 | 6.94 | 18 | *       |
| Error        | 4  | 5.73  | 1.43        |      |      |    |         |
| Total        | 8  | 37.72 | CV = 11.13% |      |      |    |         |

El ANVA para el factor materia seca de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es del 11.13% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 13.

Cuadro N° 14. Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha)

| Nº Orden | Tratamientos | Rendimiento MS (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|-----------------------|---------------|-----|
|          |              |                       | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 12.97                 | a             | a   |
| 2        | Tayko        | 10.25                 | a b           | a b |
| 3        | L8           | 9.02                  | b             | a b |

La prueba de Tukey al 5% muestra que la línea experimental L9 y el testigo Tayko estadísticamente tienen igual rendimiento de materia seca (M.S) y son superiores a la línea 8.

Sin embargo a esta altitud la línea 9 tienen un buen potencial de rendimiento de 12.97 t/ha que supera a la avena Tayko con 10.25 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro Nº 14 y figura 5.

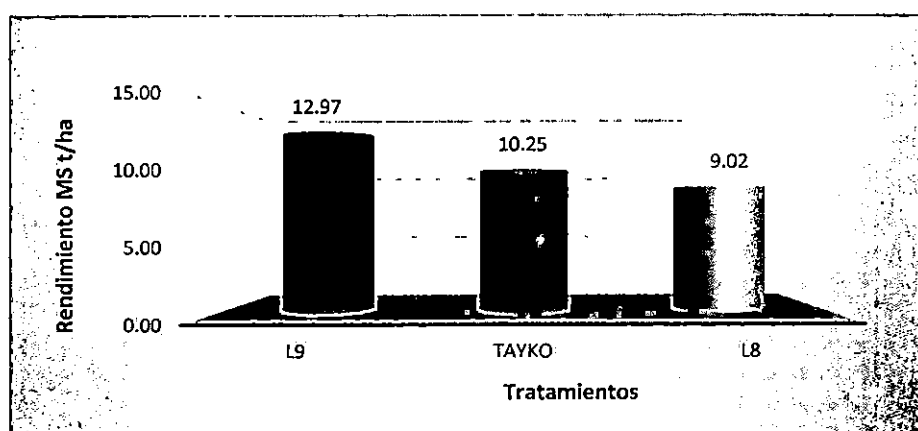


Figura 5 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en la Localidad de Tucsa a 4050 m de altitud.

– LOCALIDAD: QUEYUPAY – ESPINAR (3900 msnm)

Cuadro Nº 15. Rendimiento para materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |      |      | Total | Promedio |
|-----------|--------------|---------------------------------|------|------|-------|----------|
|           |              | I                               | II   | III  |       |          |
| 1         | L8           | 3.38                            | 1.95 | 2.77 | 8.10  | 2.70     |
| 2         | L9           | 4.10                            | 4.51 | 2.97 | 11.58 | 3.86     |
| 3         | Tayko        | 1.95                            | 1.13 | 1.03 | 4.10  | 1.37     |
| Sumatoria |              | 9.43                            | 7.59 | 6.77 | 23.78 | 2.64     |

La producción de materia seca (t/ha) del forraje de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Queyupay - Espinar, ubicado a una altitud de 3900 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 3.86 t/ha de M.S. frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 1.37 t/ha de materia seca, como se observa en el Cuadro Nº 15.

**Cuadro N° 16.** ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM          | Fc    | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|-------|-------------|-------|------|----|---------|
|              |    |       |             |       | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 1.24  | 0.62        | 1.58  | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 9.35  | 4.67        | 11.88 | 6.94 | 18 | *       |
| Error        | 4  | 1.57  | 0.39        |       |      |    |         |
| Total        | 8  | 12.16 | CV = 23.74% |       |      |    |         |

El ANVA para el factor materia seca de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es del 23.74% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 16.

**Cuadro N° 17.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento MS (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|-----------------------|---------------|-----|
|          |              |                       | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 3.86                  | a             | a   |
| 2        | L8           | 2.70                  | a b           | a b |
| 3        | Tayko        | 1.37                  | b             | a b |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de materia seca (M.S) y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de M.S fue de 3.28 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 1.37 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 17 y figura 6.

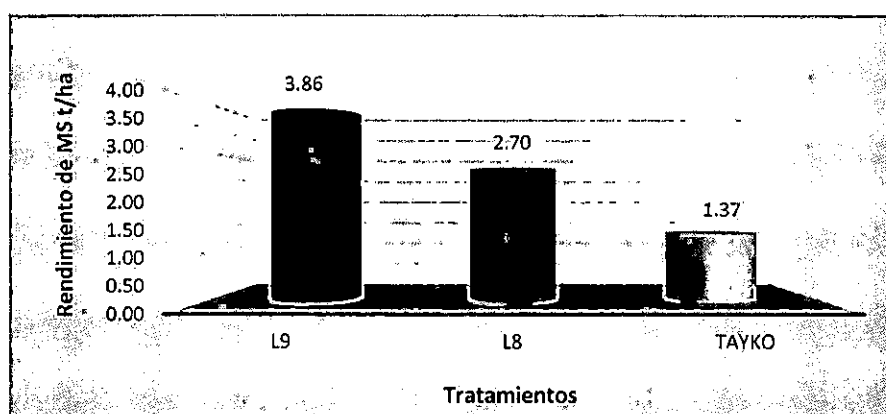


Figura 6 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en la Localidad de Queyupay a 3900 m de altitud.

## - LOCALIDAD: MARAS – URUBAMBA (3200 msnm)

Cuadro N° 18. Rendimiento para materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |       |       | Total | Promedio |
|-----------|--------------|---------------------------------|-------|-------|-------|----------|
|           |              | I                               | II    | III   |       |          |
| 1         | L8           | 12.52                           | 12.23 | 10.32 | 35.07 | 11.69    |
| 2         | L9           | 11.07                           | 14.47 | 11.41 | 36.95 | 12.32    |
| 3         | Tayko        | 8.20                            | 7.79  | 8.20  | 24.19 | 8.06     |
| Sumatoria |              | 31.79                           | 34.50 | 29.92 | 96.21 | 10.69    |

La producción de materia seca (t/ha) del forraje de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Maras - Urubamba, ubicado a una altitud de 3200 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 12.32 t/ha de M.S. frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 8.06 t/ha de materia seca, como se observa en el Cuadro N° 18.

Cuadro N° 19. ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM          | Fc   | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|-------|-------------|------|------|----|---------|
|              |    |       |             |      | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 3.52  | 1.76        | 1.09 | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 31.63 | 15.82       | 9.75 | 6.94 | 18 | *       |
| Error        | 4  | 6.49  | 1.62        |      |      |    |         |
| Total        | 8  | 41.64 | CV = 11.91% |      |      |    |         |

El ANVA para el factor materia seca de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es del 11.91% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 19.

Cuadro N° 20. Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento MS (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|-----------------------|---------------|-----|
|          |              |                       | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 12.32                 | a             | a   |
| 2        | L8           | 11.69                 | a b           | a b |
| 3        | Tayko        | 8.06                  | b             | a b |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de materia seca (M.S) y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de M.S fue de 12.01 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 8.06 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 20 y figura 7.

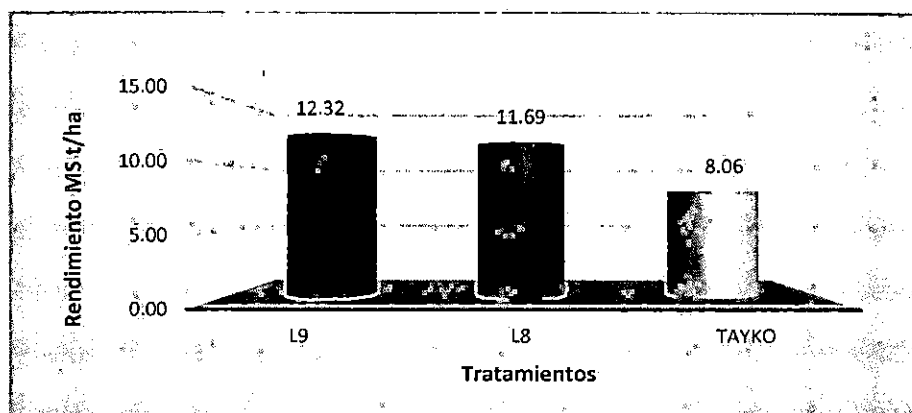


Figura 7 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en la Localidad de Maras a 3200 m de altitud.

**Cuadro N° 21.** ANVA combinado para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas avena forrajera en cuatro localidades

| F. de V.                | GL        | SC            | CM    | Fc    | Ft   |      | Grado de Signific. |
|-------------------------|-----------|---------------|-------|-------|------|------|--------------------|
|                         |           |               |       |       | 5%   | 1%   |                    |
| Localidad               | 3         | 68.40         | 22.80 | 7.24  | 3.24 | 5.29 | *                  |
| Tratamiento             | 2         | 70.58         | 35.29 | 28.09 | 3.63 | 6,23 | **                 |
| Localidad x Tratamiento | 6         | 25.28         | 4.21  | 3.35  | 2.74 | 4.20 | *                  |
| Error                   | 16        | 20.10         | 1.26  |       |      |      |                    |
| <b>Total</b>            | <b>27</b> | <b>184.35</b> |       |       |      |      |                    |

El ANVA combinado para el rendimiento de materia seca, muestra que existe diferencia significativa ( $P_{0,01}$  y  $P_{0,05}$ ) en localidades, porque las líneas forrajeras evaluadas expresan una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de biomasa verde en las localidades evaluadas ubicadas entre 3200 a 4050 m de altitud. Asimismo, existe diferencia altamente significativa en tratamientos (tecnologías), en general en las cuatro localidades, las tecnologías evaluadas tienen rendimientos diferentes con significación estadística, como se observa en el Cuadro N° 21.

**Cuadro N° 22.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena en localidades

| N° de Orden | Tratamientos | Materia Seca (t/ha) | Significación |    |
|-------------|--------------|---------------------|---------------|----|
|             |              |                     | 5%            | 1% |
| 1           | L9           | 10.95               | a             | a  |
| 2           | L8           | 9.59                | b             | a  |
| 3           | Tayko        | 7.55                | c             | a  |

En la prueba de significación de Tukey ( $P_{0,05}$ ) muestra que la línea experimental L9 es superior estadísticamente en rendimiento de MS a la L8 y al testigo avena Tayko, en las

cuatro localidades donde fueron evaluadas, tienen rendimientos diferentes con significación estadística, como se observa en el Cuadro N° 22 y figura 8.

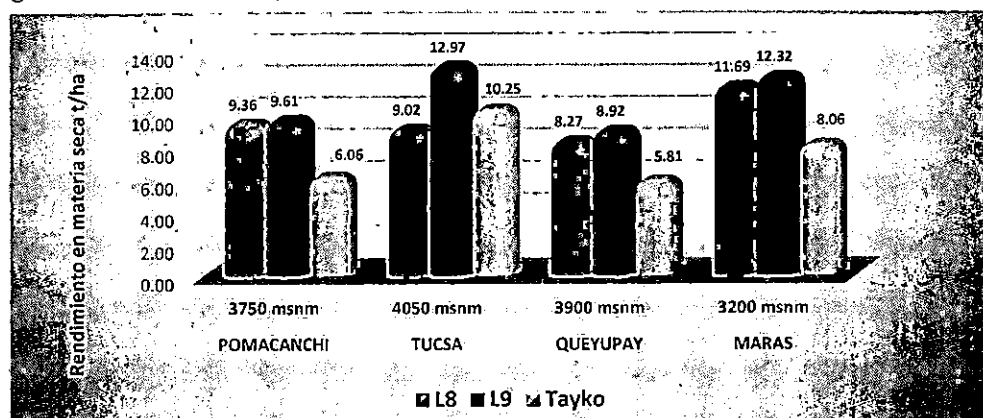


Figura 8 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en cuatro localidades entre 3,200 a 4050 msnm.

### CAMPAÑA 2014 – 2015

#### – LOCALIDAD: RUMARAY – CUSCO (3450 msnm)

Cuadro N° 23. Rendimiento para materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |       |       | Total | Promedio |
|-----------|--------------|---------------------------------|-------|-------|-------|----------|
|           |              | I                               | II    | III   |       |          |
| 1         | L8           | 10.15                           | 9.43  | 9.84  | 29.42 | 9.81     |
| 2         | L9           | 11.69                           | 10.56 | 11.07 | 33.31 | 11.10    |
| 3         | Tayko        | 5.95                            | 9.02  | 7.48  | 22.45 | 7.48     |
| Sumatoria |              | 27.78                           | 29.01 | 28.39 | 85.18 | 9.46     |

La producción de materia seca (t/ha) del forraje de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Rumaray - Cusco, ubicado a una altitud de 3450 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 11.10 t/ha de M.S. frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 7.48 t/ha de materia seca, como se observa en el Cuadro N° 23.

Cuadro N° 24. ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM          | Fc   | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|-------|-------------|------|------|----|---------|
|              |    |       |             |      | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 0.25  | 0.13        | 0.09 | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 20.20 | 10.10       | 7.52 | 6.94 | 18 | *       |
| Error        | 4  | 5.37  | 1.34        |      |      |    |         |
| Total        | 8  | 25.82 | CV = 12.25% |      |      |    |         |

El ANVA para el factor materia seca de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca de las líneas en estudio. La magnitud del

coeficiente de variabilidad es del 12.25% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 24.

**Cuadro N° 25.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento MS (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|-----------------------|---------------|-----|
|          |              |                       | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 11.10                 | a             | a   |
| 2        | L8           | 9.81                  | a b           | a b |
| 3        | Tayko        | 7.48                  | b             | a b |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de materia seca (M.S) y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de M.S fue de 10.45 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 7.48 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 25 y figura 9.

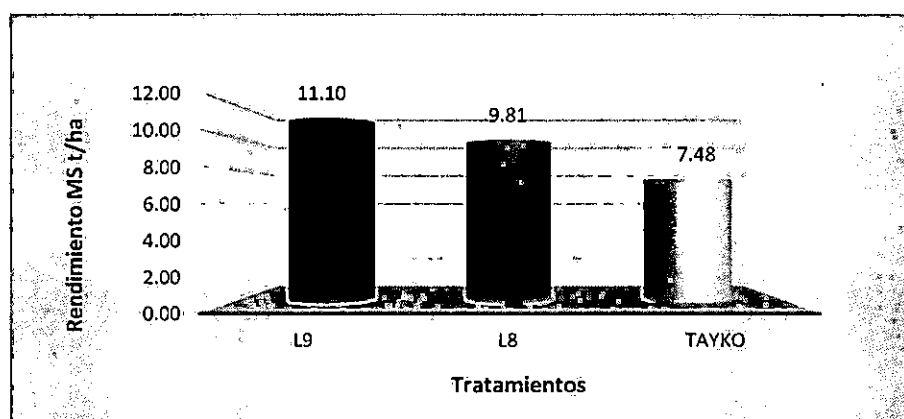


Figura 9 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en la Localidad de Rumaray a 3450 m de altitud.

– **LOCALIDAD: CONCHACALLA – CUSCO (3300 msnm)**

**Cuadro N° 26.** Rendimiento para materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |       |       | Total | Promedio |
|-----------|--------------|---------------------------------|-------|-------|-------|----------|
|           |              | I                               | II    | III   |       |          |
| 1         | L8           | 7.38                            | 9.53  | 10.76 | 27.68 | 9.23     |
| 2         | L9           | 10.35                           | 10.66 | 12.81 | 33.83 | 11.28    |
| 3         | Tayko        | 5.95                            | 7.18  | 4.10  | 17.22 | 5.74     |
| Sumatoria |              | 23.68                           | 27.37 | 27.68 | 78.72 | 8.75     |

La producción de materia seca (t/ha) del forraje de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Conchacalla - Cusco, ubicado a una altitud de 3300 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 11.28 t/ha de M.S. frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 5.74 t/ha de materia seca, como se observa en el Cuadro N° 26.

**Cuadro N° 27.** ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM          | Fc   | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|-------|-------------|------|------|----|---------|
|              |    |       |             |      | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 3.30  | 1.65        | 0.60 | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 46.98 | 23.49       | 8.58 | 6.94 | 18 | *       |
| Error        | 4  | 10.95 | 2.74        |      |      |    |         |
| Total        | 8  | 61.23 | CV = 18.91% |      |      |    |         |

El ANVA para el factor materia seca de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es del 18.91% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 27.

**Cuadro N° 28.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento MS (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|-----------------------|---------------|-----|
|          |              |                       | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 11.28                 | a             | a   |
| 2        | L8           | 9.23                  | a b           | a b |
| 3        | Tayko        | 5.74                  | b             | a b |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de materia seca (M.S) y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de M.S fue de 10.25 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 5.74 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 28 y figura 10.

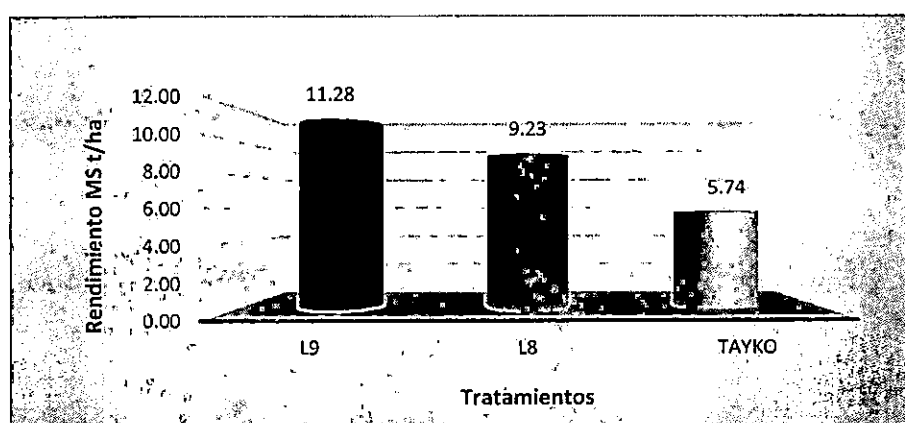


Figura 10 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en la Localidad de Conchacalla a 3300 m de altitud.

## – LOCALIDAD: CHISICATA – ESPINAR (3900 msnm)

**Cuadro N° 29.** Rendimiento para materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |       |       | Total | Promedio |
|-----------|--------------|---------------------------------|-------|-------|-------|----------|
|           |              | I                               | II    | III   |       |          |
| 1         | L8           | 10.36                           | 6.99  | 8.91  | 26.26 | 8.75     |
| 2         | L9           | 12.04                           | 13.01 | 9.39  | 34.45 | 11.48    |
| 3         | Tayko        | 6.99                            | 5.06  | 4.82  | 16.86 | 5.62     |
| Sumatoria |              | 29.39                           | 25.05 | 23.12 | 77.56 | 8.62     |

La producción de materia seca (t/ha) del forraje de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Chisicata - Espinar, ubicado a una altitud de 3900 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 11.48 t/ha de M.S. frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 5.62 t/ha de materia seca, como se observa en el Cuadro N° 29.

**Cuadro N° 30.** ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM          | Fc    | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|-------|-------------|-------|------|----|---------|
|              |    |       |             |       | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 6.86  | 3.43        | 1.58  | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 51.61 | 25.81       | 11.88 | 6.94 | 18 | *       |
| Error        | 4  | 8.69  | 2.17        |       |      |    |         |
| Total        | 8  | 67.16 | CV = 17.10% |       |      |    |         |

El ANVA para el factor materia seca de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es del 17.10% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 30.

**Cuadro N° 31.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento MS (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|-----------------------|---------------|-----|
|          |              |                       | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 11.48                 | a             | a   |
| 2        | L8           | 8.75                  | a b           | a b |
| 3        | Tayko        | 5.62                  | b             | a b |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de materia seca (M.S) y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de M.S fue de 10.11 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 5.62 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 31 y figura 11.

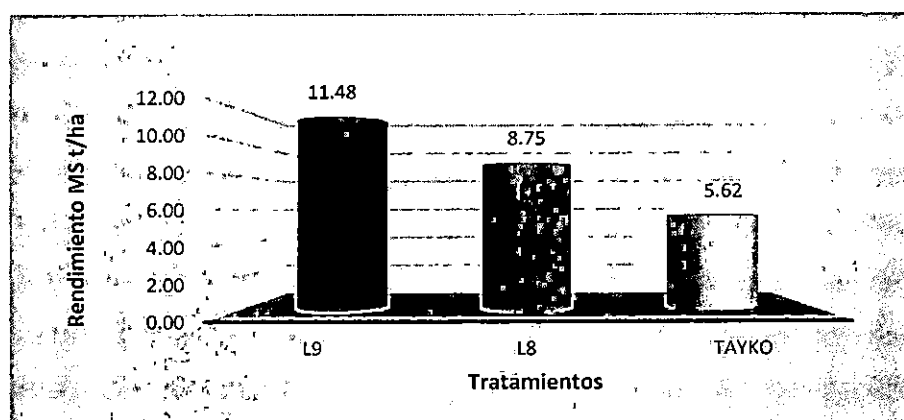


Figura 11 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en la localidad de Chiscata a 3900 m de altitud.

**Cuadro N° 32.** ANVA combinado para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas avena forrajera en tres localidades

| F. de V.                | GL | SC     | CM    | Fc    | Ft   |      | Grado de Signific. |
|-------------------------|----|--------|-------|-------|------|------|--------------------|
|                         |    |        |       |       | 5%   | 1%   |                    |
| Localidad               | 2  | 3.74   | 1.87  | 0.90  | 3.89 | 6.93 | NS                 |
| Tratamiento             | 2  | 114.13 | 57.07 | 27.38 | 3.89 | 6.93 | **                 |
| Localidad x Tratamiento | 4  | 4.66   | 1.17  | 0.56  | 3.26 | 5.41 | NS                 |
| Error                   | 12 | 25.01  | 2.08  |       |      |      |                    |
| Total                   | 20 | 147.55 |       |       |      |      |                    |

El ANVA combinado para el rendimiento de materia seca, muestra que existe diferencia altamente significativa ( $P_{0.01}$  y  $P_{0.05}$ ) en tratamientos (tecnologías), en general en las tres localidades, las líneas promisorias evaluadas expresan una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca, con significación estadística, como se observa en el Cuadro N° 32.

**Cuadro N° 33.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena en localidades

| N° de Orden | Tratamientos | Materia Seca (t/ha) | Significación |     |
|-------------|--------------|---------------------|---------------|-----|
|             |              |                     | 5%            | 1%  |
| 1           | L9           | 11.29               | a             | a   |
| 2           | L8           | 9.26                | b             | a b |
| 3           | Tayko        | 6.28                | c             | c   |

En la prueba de significación de Tukey ( $P_{0.05}$ ) muestra que la línea experimental L9 es estadísticamente superior en rendimiento de materia seca con 11.29 t/ha, en relación a la L8 y al testigo avena Tayko, en las tres localidades donde fueron evaluadas, tienen

rendimientos diferentes con significación estadística, como se observa en el Cuadro N° 33 y figura 12.

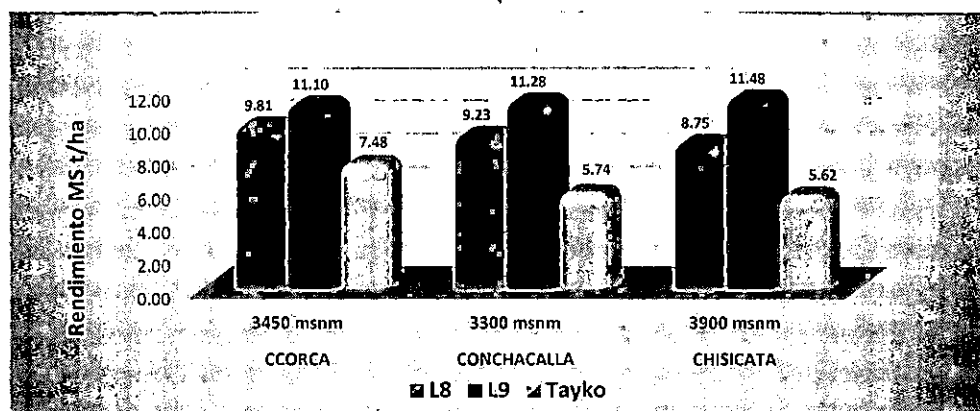


Figura 12 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en tres localidades entre 3,300 a 3,900 msnm.

### CAMPAÑA 2015 – 2016

#### – LOCALIDAD: PAYAPUNCO – CANAS (3969 msnm)

Cuadro N° 34. Rendimiento para materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |       |       | Total  | Promedio |
|-----------|--------------|---------------------------------|-------|-------|--------|----------|
|           |              | I                               | II    | III   |        |          |
| 1         | L8           | 12.19                           | 13.89 | 11.66 | 37.74  | 12.58    |
| 2         | L9           | 16.40                           | 14.35 | 15.66 | 46.41  | 15.47    |
| 3         | Tayko        | 8.20                            | 9.30  | 10.04 | 27.55  | 9.18     |
| Sumatoria |              | 36.79                           | 37.54 | 37.37 | 111.70 | 12.41    |

La producción de materia seca (t/ha) del forraje de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Payapunco - Canas, ubicado a una altitud de 3969 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 15.47 t/ha de M.S. frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 9.18 t/ha de materia seca, como se observa en el Cuadro N° 34.

Cuadro N° 35. ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM          | Fc    | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|-------|-------------|-------|------|----|---------|
|              |    |       |             |       | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 0.10  | 0.05        | 0.03  | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 59.44 | 29.72       | 18.32 | 6.94 | 18 | **      |
| Error        | 4  | 6.49  | 1.62        |       |      |    |         |
| Total        | 8  | 66.04 | CV = 10.26% |       |      |    |         |

El ANVA para el factor materia seca de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias altamente significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca de las líneas en estudio.

La magnitud del coeficiente de variabilidad es del 10.26% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 35.

**Cuadro N° 36.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento MS (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|-----------------------|---------------|-----|
|          |              |                       | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 15.47                 | a             | a   |
| 2        | L8           | 12.58                 | a b           | a b |
| 3        | Tayko        | 9.18                  | b             | b   |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de materia seca (M.S) y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de M.S fue de 14.02 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 9.18 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 36 y figura 13.

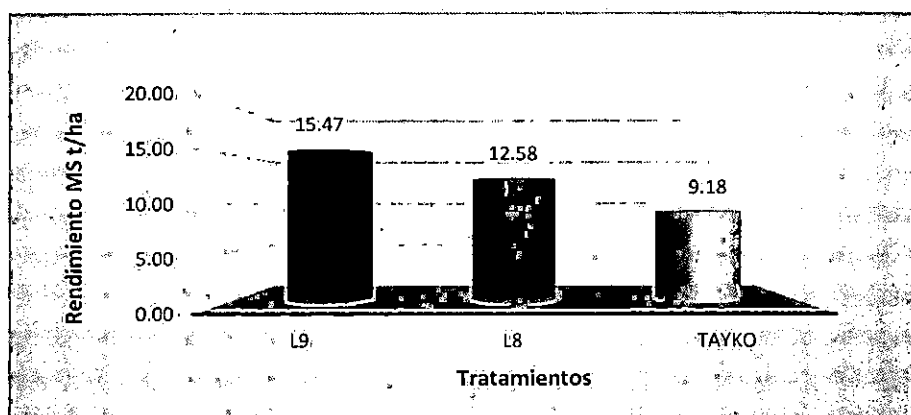


Figura 13 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en la localidad de Payapuncu a 3969 m de altitud.

– LOCALIDAD: POMATALLA – CANAS (3941 msnm)

**Cuadro N° 37.** Rendimiento para materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |       |       | Total | Promedio |
|-----------|--------------|---------------------------------|-------|-------|-------|----------|
|           |              | I                               | II    | III   |       |          |
| 1         | L8           | 7.02                            | 7.42  | 6.62  | 21.05 | 7.02     |
| 2         | L9           | 12.02                           | 11.03 | 13.03 | 36.08 | 12.03    |
| 3         | Tayko        | 8.03                            | 9.02  | 7.02  | 24.07 | 8.02     |
| Sumatoria |              | 27.07                           | 27.47 | 26.67 | 81.20 | 9.02     |

La producción de materia seca (t/ha) del forraje de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Pomatalla - Canas, ubicado a una altitud de 3941 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 12.03 t/ha de M.S. frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 8.02 t/ha de materia seca, como se observa en el Cuadro N° 37.

**Cuadro N° 38.** ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM          | Fc    | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|-------|-------------|-------|------|----|---------|
|              |    |       |             |       | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 0.11  | 0.05        | 0.05  | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 42.15 | 21.08       | 19.91 | 6.94 | 18 | **      |
| Error        | 4  | 4.23  | 1.06        |       |      |    |         |
| Total        | 8  | 46.49 | CV = 11.40% |       |      |    |         |

El ANVA para el factor materia seca de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias altamente significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca de las líneas en estudio.

La magnitud del coeficiente de variabilidad es del 11.40% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 38.

**Cuadro N° 39.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento MS (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|-----------------------|---------------|-----|
|          |              |                       | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 12.03                 | a             | a   |
| 2        | Tayko        | 8.02                  | b             | a b |
| 3        | L8           | 7.02                  | b             | b   |

La prueba de Tukey al 5% muestra que la línea experimental L9 es superior estadísticamente al testigo (avena Tayko) y a la línea 8 en rendimiento de materia seca, como se detalla en el Cuadro N° 39 y figura 14.

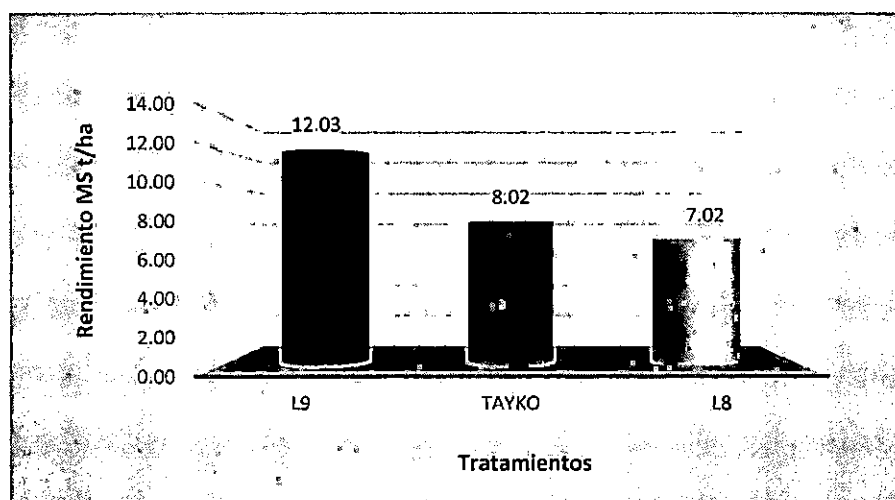


Figura 14 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en la localidad de Pomatalla a 3941 m de altitud.

## - LOCALIDAD: HUAYHUAHUASI - ESPINAR (3965 msnm)

**Cuadro N° 40.** Rendimiento para materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Materia Seca (t/ha) |       |       | Total  | Promedio |
|-----------|--------------|---------------------------------|-------|-------|--------|----------|
|           |              | I                               | II    | III   |        |          |
| 1         | L8           | 10.42                           | 11.99 | 10.23 | 32.64  | 10.88    |
| 2         | L9           | 13.13                           | 14.89 | 13.45 | 41.47  | 13.82    |
| 3         | Tayko        | 11.23                           | 9.12  | 10.11 | 30.46  | 10.15    |
| Sumatoria |              | 34.78                           | 36.00 | 33.79 | 104.57 | 11.62    |

La producción de materia seca (t/ha) del forraje de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestran que en la localidad de Huayhuahuasi - Espinar, ubicado a una altitud de 3965 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 13.82 t/ha de M.S. frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 10.15 t/ha de materia seca, como se observa en el Cuadro N° 40

**Cuadro N° 41.** ANVA para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC    | CM         | Fc   | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|-------|------------|------|------|----|---------|
|              |    |       |            |      | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 0.82  | 0.41       | 0.32 | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 22.66 | 11.33      | 9.00 | 6.94 | 18 | *       |
| Error        | 4  | 5.04  | 1.26       |      |      |    |         |
| Total        | 8  | 28.51 | CV = 9.66% |      |      |    |         |

El ANVA para el factor materia seca de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de materia seca de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es de 9.66% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 41.

**Cuadro N° 42.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento MS (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|-----------------------|---------------|-----|
|          |              |                       | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 13.82                 | a             | a   |
| 2        | L8           | 10.88                 | a b           | a b |
| 3        | Tayko        | 10.15                 | b             | a b |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de materia seca (M.S) y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de M.S fue de 12.35 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 10.15 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 42 y figura 15.

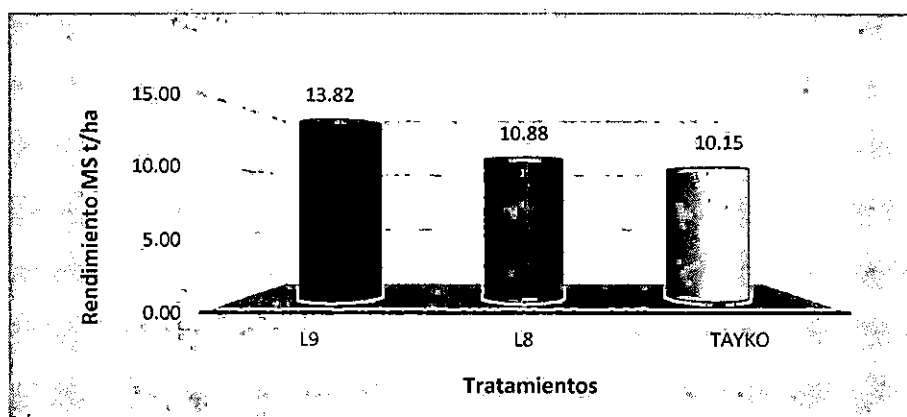


Figura 15 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en la localidad de Huayhuahuasi a 3965 m de altitud.

**Cuadro N° 43.** ANVA combinado para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas avena forrajera en cuatro localidades

| F. de V.                | GL        | SC            | CM    | Fc     | Ft   |      | Grado de Signific. |
|-------------------------|-----------|---------------|-------|--------|------|------|--------------------|
|                         |           |               |       |        | 5%   | 1%   |                    |
| Localidad               | 2         | 56.54         | 28.27 | 165.16 | 3.89 | 6.93 | **                 |
| Tratamiento             | 2         | 107.43        | 53.71 | 40.90  | 3.89 | 6.93 | **                 |
| Localidad x Tratamiento | 4         | 16.83         | 4.21  | 3.20   | 3.26 | 5.41 | NS                 |
| Error                   | 12        | 15.76         | 1.31  |        |      |      |                    |
| <b>Total</b>            | <b>20</b> | <b>196.56</b> |       |        |      |      |                    |

El ANVA combinado para el rendimiento de materia seca, muestra que existe diferencia altamente significativa ( $P_{0.01}$  y  $P_{0.05}$ ) en localidades, porque las líneas forrajeras evaluadas expresan una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de biomasa verde en las localidades evaluadas ubicadas entre 3941 a 3969 m de altitud. Asimismo, existe diferencia significativa en tratamientos (tecnologías), en general en las tres localidades, las líneas experimentales evaluadas tienen rendimientos diferentes con significación estadística, como se observa en el Cuadro N° 43.

**Cuadro N° 44.** Prueba de Tukey para rendimiento de materia seca (t/ha) de líneas de avena en localidades

| N° de Orden | Tratamientos | Materia Seca (t/ha) | Significación |       |
|-------------|--------------|---------------------|---------------|-------|
|             |              |                     | 5%            | 1%    |
| 1           | L9           | 13.06               | a             | a     |
| 2           | L8           | 10.49               | b             | a b   |
| 3           | Tayko        | 9.82                | b             | a b c |

En la prueba de significación de Tukey ( $P_{0.05}$ ) muestra que la línea experimental L9 es estadísticamente superior en rendimiento de materia seca a la L8 y al testigo avena Tayko, en las tres localidades donde fueron evaluadas, como se observa en el Cuadro N° 44 y figura 16.

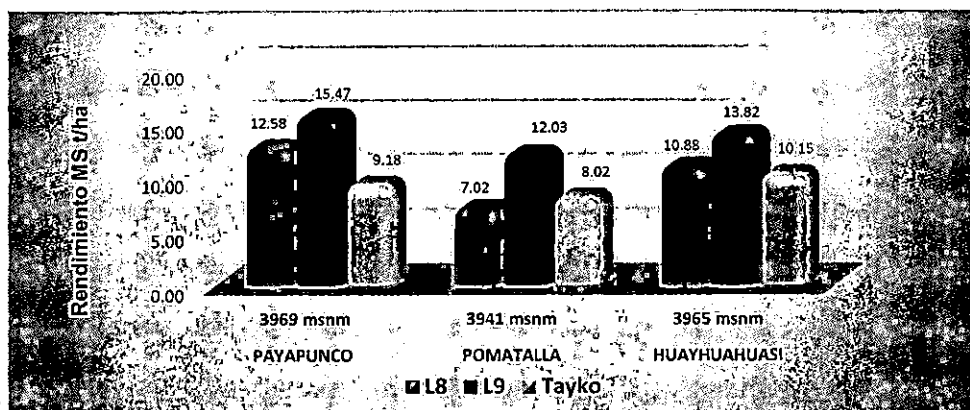


Figura 16 Rendimiento de materia seca de líneas de avena forrajera, evaluados en tres localidades entre 3,941 a 3,969 msnm.

#### 4.1.4 EVALUACIÓN DE PARCELAS DE COMPROBACIÓN DE LÍNEAS PROMISORIAS DE AVENA FORRAJERA (SEMILLA).

- Se instalaron en provincias pecuarias más representativas de la Región Cusco, con dos líneas promisorias de avena forrajera (L9 y L8) que es la propuesta de la tecnología del INIA frente a un cultivar de avena forrajera que representa la tecnología del productor, con la finalidad de evaluar la producción de semilla.

##### CAMPAÑA 2015 – 2016

- LOCALIDAD: EEA ANDENES ZURITE – ANTA (3450 msnm)**

Cuadro N° 45. Rendimiento para semilla (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento de Semilla (t/ha) |        |        | Total  | Promedio |
|-----------|--------------|-------------------------------|--------|--------|--------|----------|
|           |              | I                             | II     | III    |        |          |
| 1         | L8           | 3.188                         | 3.500  | 2.900  | 9.588  | 3.196    |
| 2         | L9           | 4.620                         | 3.741  | 4.485  | 12.846 | 4.282    |
| 3         | Tayko        | 2.600                         | 2.992  | 2.955  | 8.547  | 2.849    |
| Sumatoria |              | 10.408                        | 10.233 | 10.340 | 30.981 | 3.442    |

La producción de semilla (t/ha) de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la EEA Andenes Zurite ubicado en la provincia de Anta, a una altitud de 3450 msnm, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 4.28 t/ha de semilla, frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 2.85 t/ha, como se observa en el Cuadro N° 45.

Cuadro N° 46. ANVA para rendimiento de semilla (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC   | CM          | Fc     | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|------|-------------|--------|------|----|---------|
|              |    |      |             |        | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 0.01 | 0.0026      | 0.0145 | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 3.35 | 1.68        | 9.3596 | 6.94 | 18 | *       |
| Error        | 4  | 0.72 | 0.18        |        |      |    |         |
| Total        | 8  | 4.08 | CV = 12.30% |        |      |    |         |

El ANVA para el factor rendimiento de semilla de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de semilla de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es del 12.30% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 46.

**Cuadro N° 47.** Prueba de Tukey para rendimiento de semilla (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento (t/ha) | Significancia |       |
|----------|--------------|--------------------|---------------|-------|
|          |              |                    | 5%            | 1%    |
| 1        | L9           | 4.28               | a             | a     |
| 2        | L8           | 3.20               | a b           | a b   |
| 3        | Tayko        | 2.85               | b c           | a b c |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de semilla y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de semilla fue de 3.74 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 2.85 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 47 y figura 17.

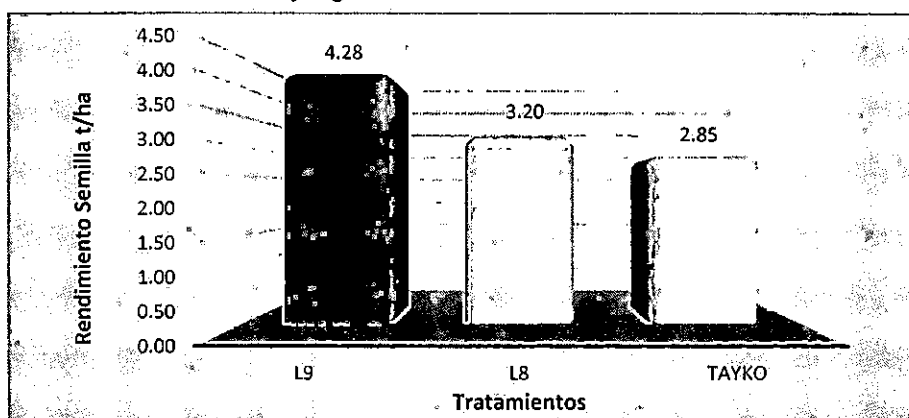


Figura 17 Rendimiento de semilla de líneas de avena forrajera, evaluados en la EEA Andenes Zurite a 3450 m de altitud.

#### – LOCALIDAD: POMATALLA - CANAS (3941 msnm)

**Cuadro N° 48.** Rendimiento para semilla (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Semilla (t/ha) |       |       | Total | Promedio |
|-----------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|----------|
|           |              | I                          | II    | III   |       |          |
| 1         | L8           | 1.272                      | 1.390 | 1.450 | 4.11  | 1.37     |
| 2         | L9           | 1.597                      | 1.798 | 1.554 | 4.95  | 1.65     |
| 3         | Tayko        | 1.052                      | 1.324 | 1.024 | 3.40  | 1.13     |
| Sumatoria |              | 3.921                      | 4.512 | 4.028 | 12.46 | 1.38     |

La producción de semilla (t/ha) de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Pomatalla – Canas, ubicado a una altitud de 3941 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 1.65 t/ha de semilla, frente al testigo (avena

Tayko) que logra un rendimiento de 1.13 t/ha de semilla, como se observa en el Cuadro N° 48.

**Cuadro N° 49.** ANVA para rendimiento de semilla (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC   | CM         | Fc    | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|------|------------|-------|------|----|---------|
|              |    |      |            |       | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 0.07 | 0.03       | 3.38  | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 0.40 | 0.20       | 20.48 | 6.94 | 18 | **      |
| Error        | 4  | 0.04 | 0.01       |       |      |    |         |
| Total        | 8  | 0.51 | CV = 7.14% |       |      |    |         |

El ANVA para el factor semilla de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias altamente significativas ( $P_{0.01}$  y  $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de semilla de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es de 7.14% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 49.

**Cuadro N° 50.** Prueba de Tukey para rendimiento de semilla (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|--------------------|---------------|-----|
|          |              |                    | 5%            | 1%  |
| 1        | L9           | 1.65               | a             | a   |
| 2        | L8           | 1.37               | a b           | a b |
| 3        | Tayko        | 1.13               | b c           | b c |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de semilla y son superiores a la avena local Tayko.

A una altitud de 3,941 msnm, la línea 9 tienen un buen potencial de rendimiento de semilla de 1.65 t/ha que supera a la avena Tayko con 1.13 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 50 y figura 18.

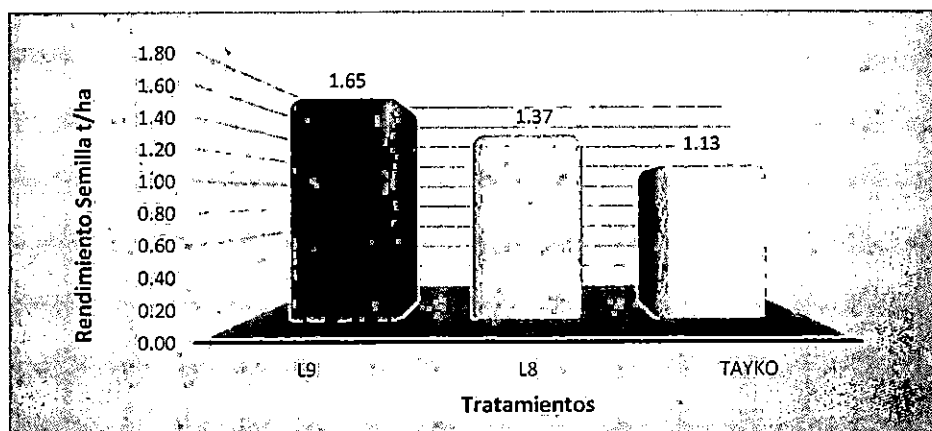


Figura 18 Rendimiento de semilla de líneas de avena forrajera, evaluados en la localidad de Pomatalla a 3941 m de altitud.

## – LOCALIDAD: PAYAPUNCO – CANAS (3969 msnm)

**Cuadro N° 51.** Rendimiento para semilla (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento de Semilla (t/ha) |       |       | Total | Promedio |
|-----------|--------------|-------------------------------|-------|-------|-------|----------|
|           |              | I                             | II    | III   |       |          |
| 1         | L8           | 2.610                         | 2.354 | 3.100 | 8.06  | 2.69     |
| 2         | L9           | 3.319                         | 3.950 | 3.605 | 10.87 | 3.62     |
| 3         | Tayko        | 2.604                         | 2.028 | 2.722 | 7.35  | 2.45     |
| Sumatoria |              | 8.53                          | 8.33  | 9.43  | 26.29 | 2.92     |

La producción de semilla (t/ha) de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Payapunco - Canas, ubicado a una altitud de 3969 m, la línea 9 (INIA 903/L25) logra el más alto rendimiento con 3.62 t/ha de semilla frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 2.45 t/ha de semilla, como se observa en el Cuadro N° 51.

**Cuadro N° 52.** ANVA para rendimiento de semilla (t/ha) de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC   | CM          | Fc   | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|------|-------------|------|------|----|---------|
|              |    |      |             |      | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 0.23 | 0.11        | 0.84 | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 2.31 | 1.16        | 8.61 | 6.94 | 18 | *       |
| Error        | 4  | 0.54 | 0.13        |      |      |    |         |
| Total        | 8  | 3.07 | CV = 12.53% |      |      |    |         |

El ANVA para el factor semilla de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias significativas ( $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de semilla de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es de 12.53% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 52.

**Cuadro N° 53.** Prueba de Tukey para rendimiento de semilla (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento (t/ha) | Significancia |       |
|----------|--------------|--------------------|---------------|-------|
|          |              |                    | 5%            | 1%    |
| 1        | L9           | 3.62               | a             | a     |
| 2        | L8           | 2.69               | a b           | a b   |
| 3        | Tayko        | 2.45               | b c           | a b c |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de semilla y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de semilla fue de 3.15 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 2.45 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 53 y figura 19.

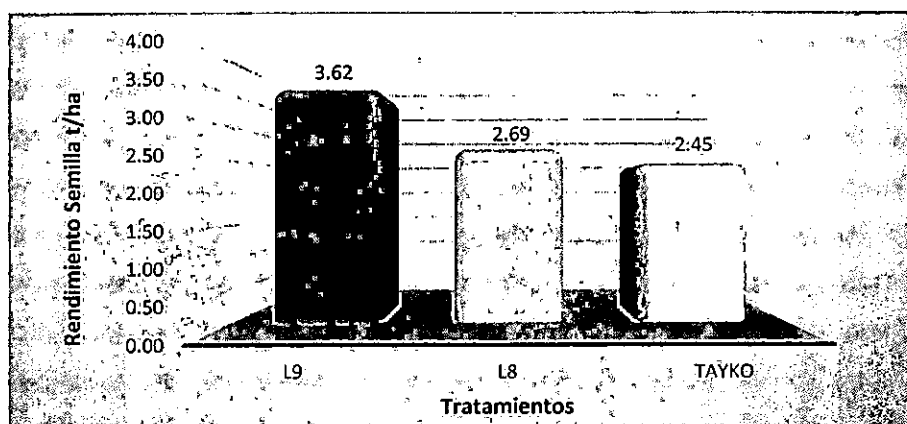


Figura 19 Rendimiento de semilla de líneas de avena forrajera, evaluados en la Localidad de Payapunco a 3969 m de altitud.

– LOCALIDAD: HUACAYTAQUI - QUISPICANCHI (3553 msnm)

Cuadro N° 54. Rendimiento para semilla (t/ha) de líneas de avena forrajera

| Clave     | Tratamientos | Rendimiento Semilla (t/ha) |       |       | Total | Promedio |
|-----------|--------------|----------------------------|-------|-------|-------|----------|
|           |              | I                          | II    | III   |       |          |
| 1         | L8           | 4.490                      | 4.915 | 4.780 | 14.19 | 4.73     |
| 2         | L9           | 4.280                      | 4.105 | 4.950 | 13.34 | 4.45     |
| 3         | Tayko        | 3.210                      | 2.890 | 2.820 | 8.92  | 2.97     |
| Sumatoria |              | 11.98                      | 11.91 | 12.55 | 36.44 | 4.05     |

La producción de semilla (t/ha) de dos líneas promisorias de avena forrajera (L8 y L9) seleccionadas por su alta producción de biomasa verde y semillas, muestra que en la localidad de Huacaytaqui – Quispicanchi, ubicado a una altitud de 3,553 msnm, la línea 8 logra el más alto rendimiento con 4.73 t/ha de semilla frente al testigo (avena Tayko) que logra un rendimiento de 2.97 t/ha de semilla, como se observa en el Cuadro N° 54.

Cuadro N° 55. ANVA para rendimiento de semilla (t/ha) de líneas de líneas de avena forrajera.

| F. de V.     | GL | SC   | CM         | Fc    | Ft   |    | Signif. |
|--------------|----|------|------------|-------|------|----|---------|
|              |    |      |            |       | 5%   | 1% |         |
| Bloques      | 2  | 0.08 | 0.04       | 0.33  | 6.94 | 18 | NS      |
| Tratamientos | 2  | 5.33 | 2.66       | 21.46 | 6.94 | 18 | **      |
| Error        | 4  | 0.50 | 0.12       |       |      |    |         |
| Total        | 8  | 5.90 | CV = 8.70% |       |      |    |         |

El ANVA para el factor semilla de líneas de avena forrajera, muestra que existen diferencias altamente significativas ( $P_{0.01}$  y  $P_{0.05}$ ) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de semilla de las líneas en estudio. La magnitud del coeficiente de variabilidad es de 8.70% valor que permite juzgar la confiabilidad de los datos, como se observa en el Cuadro N° 55.

**Cuadro N° 56.** Prueba de Tukey para rendimiento de semilla (t/ha)

| N° Orden | Tratamientos | Rendimiento (t/ha) | Significancia |     |
|----------|--------------|--------------------|---------------|-----|
|          |              |                    | 5%            | 1%  |
| 1        | L8           | 4.73               | a             | a   |
| 2        | L9           | 4.45               | a b           | a b |
| 3        | Tayko        | 2.97               | c             | b c |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las líneas experimentales L9 y L8 estadísticamente tienen igual rendimiento de semilla y son superiores al testigo (avena Tayko).

El valor medio de rendimiento de semilla fue de 4.59 t/ha de las líneas de avena forrajera y superan al cultivar Tayko que logra 2.97 t/ha que fue utilizado como testigo, como se detalla en el Cuadro N° 56 y figura 20.

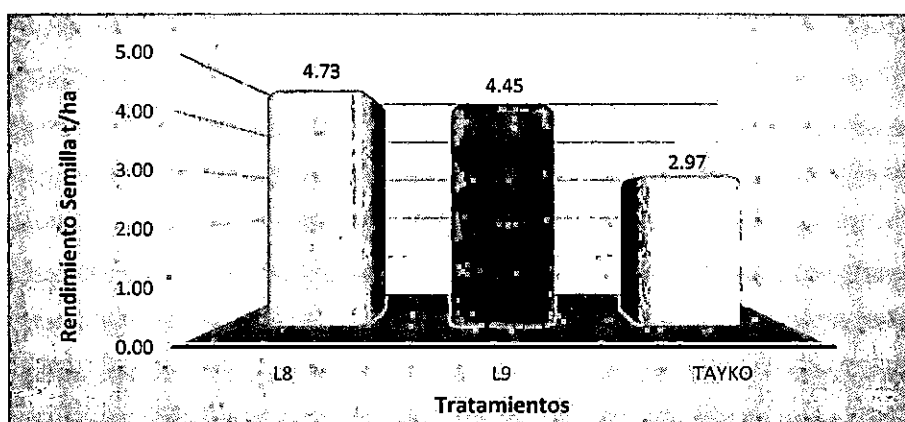


Figura 20 Rendimiento de semilla de líneas de avena forrajera, evaluados en la localidad de Huacaytaqui a 3553 m de altitud.

**Cuadro N° 57.** ANVA combinado para rendimiento de semilla (t/ha) de líneas avena forrajera en cuatro localidades

| F. de V.                | GL        | SC           | CM   | Fc    | Ft   |      | Grado de Signific. |
|-------------------------|-----------|--------------|------|-------|------|------|--------------------|
|                         |           |              |      |       | 5%   | 1%   |                    |
| Localidad               | 4         | 39.06        | 9.77 | 77.26 | 2.87 | 4.43 | **                 |
| Tratamiento             | 2         | 8.24         | 4.12 | 32.60 | 3.49 | 5.85 | **                 |
| Localidad x Tratamiento | 8         | 3.82         | 0.48 | 3.78  | 2.45 | 3.56 | **                 |
| Error                   | 20        | 15.76        | 0.13 |       |      |      |                    |
| <b>Total</b>            | <b>34</b> | <b>66.88</b> |      |       |      |      |                    |

El ANVA combinado para el rendimiento de semilla, muestra que existe diferencia altamente significativa ( $P_{0.01}$  y  $P_{0.05}$ ) en localidades, porque las líneas forrajeras evaluadas expresan una heterogeneidad en el potencial de rendimiento de semilla en las localidades evaluadas ubicadas entre 3450 a 3969 m de altitud. Asimismo, existe diferencia significativa en tratamientos (tecnologías), en general en las cuatro localidades, las líneas experimentales evaluadas tienen rendimientos diferentes con significación estadística, como se observa en el Cuadro N° 57.

**Cuadro N° 58.** Prueba de Tukey para rendimiento de semilla (t/ha) de líneas de avena en localidades

| N° de Orden | Tratamientos | Rdto. Semilla (t/ha) | Significación |     |
|-------------|--------------|----------------------|---------------|-----|
|             |              |                      | 5%            | 1%  |
| 1           | L9           | 3.58                 | a             | a   |
| 2           | L8           | 3.17                 | a b           | a b |
| 3           | Tayko        | 2.54                 | b c           | b c |

En la prueba de significación de Tukey ( $P_{0.05}$ ) muestra que las líneas experimentales (L9 y L8) estadísticamente tienen igual rendimiento de semilla y son superiores al testigo avena Tayko, en las cuatro localidades donde fueron evaluadas; la línea 8 destaca en la localidad de Huacaytaqui, como se observa en el Cuadro N° 58 y figura 21.

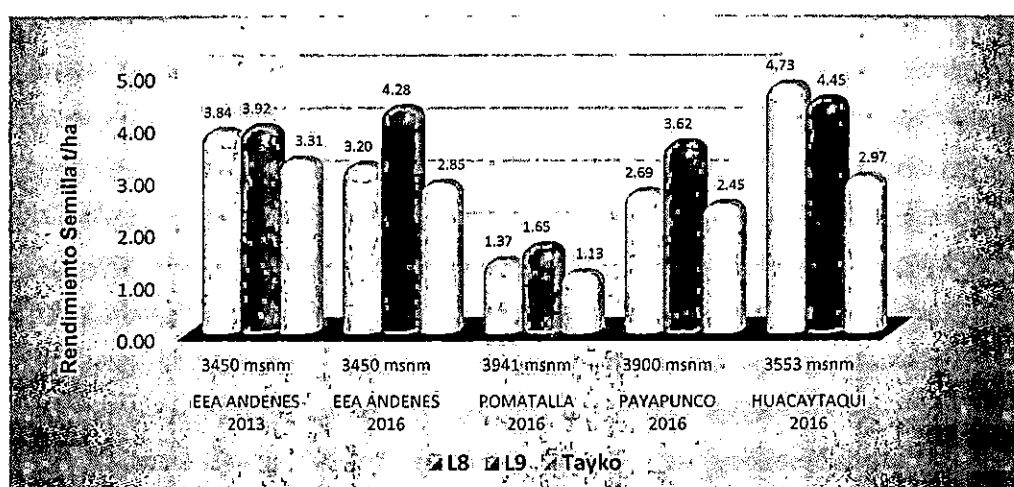


Figura 21 Rendimiento de semilla de líneas de avena forrajera, evaluados en cuatro localidades entre 3,450 a 3,969 msnm.

## 4.2. RESULTADOS DE ADAPTACIÓN A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS EN CAMPO DE GANADEROS.

### 4.2.1. LA PRECOCIDAD DE LA AVENA INIA 908 - MELLICERA COMO CARÁCTER DE INTERÉS EN LA ADAPTACIÓN.

El retraso del inicio de las lluvias por el cambio climático obliga a desarrollar variedades de avena de ciclo corto para siembras de secano. Para comparar el desempeño de la variedad propuesta precoz con la avena local, se establecieron ensayos en tres campañas y en tres localidades, cuyos resultados son:

#### –ÉPOCA DE INICIO A FLORACIÓN (PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE)

- Cuadro N° 59. Inicio a floración (días) de líneas de avena en localidades

| TRATAMIENTO | LOCALIDAD              |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        | MEDIA |
|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------|
|             | POMACANCHI             | TUCSA                  | MARAS                  | CCORCA                 | CONCHA CALLA           | CHISICATA              | PAYAPUNCO              | POMATALLA              | HUAYHUASI              |       |
|             | 3750 msnm<br>2013-2014 | 4050 msnm<br>2013-2014 | 3200 msnm<br>2013-2014 | 3450 msnm<br>2014-2015 | 3300 msnm<br>2014-2015 | 3900 msnm<br>2014-2015 | 3969 msnm<br>2015-2016 | 3941 msnm<br>2015-2016 | 3965 msnm<br>2015-2016 |       |
| L8          | 82                     | 85                     | 80                     | 82                     | 80                     | 85                     | 85                     | 84                     | 85                     | 83    |
| L9          | 74                     | 75                     | 70                     | 72                     | 71                     | 75                     | 75                     | 74                     | 75                     | 73    |
| Tayko       | 97                     | 100                    | 95                     | 97                     | 95                     | 98                     | 98                     | 96                     | 97                     | 97    |
| Prom.       | 84                     | 87                     | 82                     | 84                     | 82                     | 86                     | 86                     | 85                     | 86                     | 85    |

La cosecha de forraje verde se realizó al inicio de la floración de los tratamientos evaluados, se muestra que la línea experimental L9 es más precoz, con un promedio de 73 días inferior en relación a la L8 y al testigo avena Tayko, en las nueve localidades donde fueron evaluadas, como se observa en el Cuadro N° 59 y figura 22.

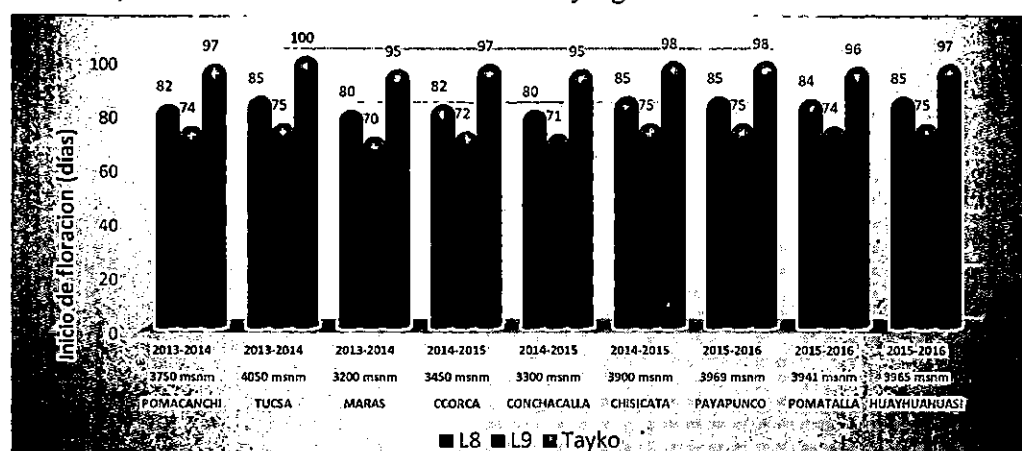


Figura 22 Época de inicio a floración (días) de líneas de avena forrajera, evaluados en nueve localidades entre 3,200 a 4,100 msnm.

## - CICLO VEGETATIVO (PRODUCCIÓN DE GRANO)

Cuadro N° 60. Ciclo vegetativo (días) de líneas de avena en localidades

| TRAT.    | LOCALIDAD              |                        |                        |                        |                        | MEDIA |
|----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------|
|          | ANDENES                | ANDENES                | POMATALLA              | PAYAPUNCO              | HUACAYTAQUI            |       |
|          | 3450 msnm<br>2012-2013 | 3450 msnm<br>2015-2016 | 3941 msnm<br>2015-2016 | 3969 msnm<br>2015-2016 | 3553 msnm<br>2015-2016 |       |
| L8       | 165                    | 169                    | 160                    | 165                    | 160                    | 164   |
| L9       | 155                    | 156                    | 151                    | 153                    | 151                    | 153   |
| Tayko    | 185                    | 190                    | 182                    | 184                    | 182                    | 185   |
| Promedio | 168                    | 172                    | 164                    | 167                    | 164                    | 167   |

La cosecha de grano se realizó a la madurez de cosecha, se muestra que la línea experimental L9 es más precoz, con un promedio de 153 días inferior en relación a la L8 y al testigo avena Tayko, en las cuatro localidades donde fueron evaluadas, como se observa en el Cuadro N° 60 y figura 23.

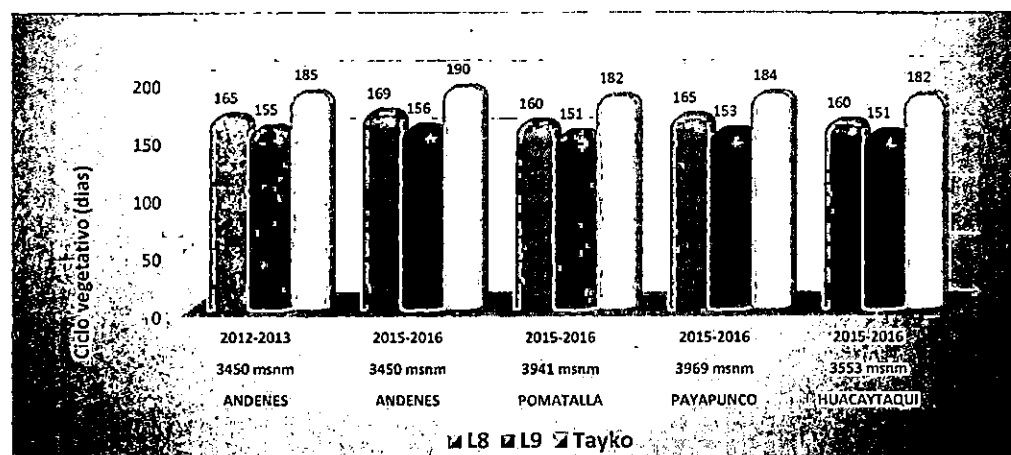


Figura 23 Ciclo vegetativo (días) de líneas de avena forrajera, evaluados en nueve localidades entre 3,200 a 3,969 msnm.

#### 4.2.2. DAÑO CAUSADO POR HELADAS

Para un manejo estratégico de la nueva variedad de avena forrajera, en la producción de forraje y semillas se instalaron dos parcelas experimentales, durante dos campañas consecutivas (2011 - 2012 y 2012 - 2013) en siembras tardías (diciembre) en las provincias de Canas y Espinar, ubicadas entre 3,970 a 4,100 msnm, expuestas con mayor magnitud y frecuencia a eventos climáticos extremos como son las sequías y heladas, en los ámbitos evaluados, la temperatura varió entre una máxima de 16.3°C y una mínima de - 4.46°C, con temperatura media anual de 8.6°C y 7.2°C, la precipitación pluvial promedio anual es de 525.24 mm, las precipitaciones de mayor intensidad se distribuyen entre los meses de diciembre a marzo y con un periodo seco definido entre los meses de mayo a julio.

#### LOCALIDAD: ANANSAYA COLLANA - CANAS (2011 - 2012)

Cuadro N° 61. ANVA para daño causado por heladas (%) de cultivares de avena

| F. de V.     | GL | SC      | CM         | Fc    | Ft   |      | Signif. |
|--------------|----|---------|------------|-------|------|------|---------|
|              |    |         |            |       | 5%   | 1%   |         |
| Bloques      | 3  | 41.64   | 13.88      | 0.90  | 2.92 | 4.51 | NS      |
| Tratamientos | 10 | 2622.55 | 262.25     | 17.09 | 2.16 | 2.98 | **      |
| Error        | 30 | 460.36  | 15.35      |       |      |      |         |
| Total        | 43 | 3124.55 | CV = 8.87% |       |      |      |         |

El cuadro de ANVA para el factor daño por heladas de líneas de avena forrajera, muestran que existen diferencias altamente significativas (P0.01 y P0.05) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en su adaptación a las condiciones climáticas imperantes donde fueron evaluadas.

La magnitud del coeficiente de variabilidad (C.V.) es de 8.87 % lo cual permite juzgar la precisión y confiabilidad de los resultados.

**Cuadro N° 62.** Prueba de Tukey para daño por heladas (%)

| N° Orden | Tratamientos | Daño en hojas (%) | Significancia |             |
|----------|--------------|-------------------|---------------|-------------|
|          |              |                   | 5%            | 1%          |
| 1        | L4           | 58.00             | a             | a           |
| 2        | Vilcanota    | 55.00             | a b           | a b         |
| 3        | L8           | 53.00             | b c           | a b c       |
| 4        | L11          | 48.00             | b c d         | b c d       |
| 5        | L2           | 45.00             | c d e         | d e         |
| 6        | L6           | 40.00             | d e f         | d e f       |
| 7        | Tayko        | 39.00             | d e f g       | d e f g     |
| 8        | L3           | 38.00             | e f g h       | d e f g h   |
| 9        | L9           | 38.00             | e f g h i     | e f g h i   |
| 10       | L1           | 36.00             | e f g h i j   | e f g h i j |
| 11       | L7           | 36.00             | e f g h i j   | e f g h i j |

La prueba de Tukey al 5% muestra que la línea experimental L4 y la variedad local Vilcanota estadísticamente tienen igual daño por heladas (%) y son los tratamientos más susceptibles a esta adversidad. El valor medio de daño fue de 56.5%, la línea promisoría L9 bajo esas condiciones climáticas, de acuerdo al orden de méritos ocupa el 9° lugar con 38% de daño por helada (Grado 3) a una altitud de 3,970 msnm, como se detalla en el Cuadro N° 62 y figura 24.

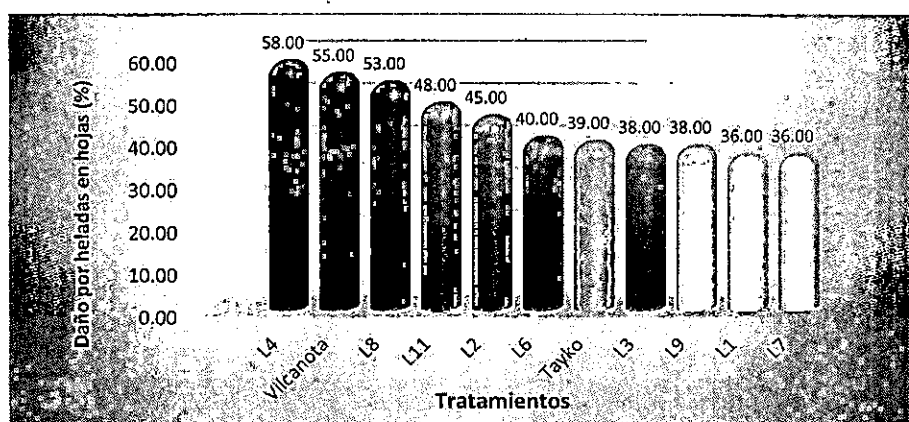


Figura 24 Daño causado por heladas en hojas en líneas de avena forrajera, evaluados en la localidad de Anansaya Collana – Canas a 3970 m de altitud.

#### LOCALIDAD: PALLPATA – ESPINAR (2012 - 2013)

**Cuadro N° 63.** ANVA para daño causado por heladas (%) de cultivares de avena

| F. de V.     | GL | SC      | CM           | Fc      | Ft   |      | Signif. |
|--------------|----|---------|--------------|---------|------|------|---------|
|              |    |         |              |         | 5%   | 1%   |         |
| Bloques      | 2  | 41.24   | 20.62        | 0.82633 | 3.88 | 6.93 | NS      |
| Tratamientos | 6  | 1796.57 | 299.43       | 12      | 3.00 | 4.82 | **      |
| Error        | 12 | 299.43  | 24.95        |         |      |      |         |
| Total        | 20 | 2137.24 | CV = 11.48 % |         |      |      |         |

El cuadro de ANVA para el factor daño por heladas de líneas de avena forrajera, muestran que existen diferencias altamente significativas (P0.01 y P0.05) entre tratamientos, lo que indica una heterogeneidad en su adaptación a las condiciones climáticas imperantes donde fueron evaluadas. La magnitud del coeficiente de variabilidad (C.V.) es de 11.48% lo cual permite juzgar la precisión y confiabilidad de los resultados.

**Cuadro N° 64.** Prueba de Tukey para daño por heladas (%)

| N° Orden | Tratamientos | Daño en hojas (%) | Significancia |         |
|----------|--------------|-------------------|---------------|---------|
|          |              |                   | 5%            | 1%      |
| 1        | Vilcanota I  | 59.00             | a             | a       |
| 2        | Tayko        | 55.67             | a b           | a b     |
| 3        | L2           | 43.33             | b c           | a b c   |
| 4        | L6           | 40.33             | c d           | c d     |
| 5        | L9           | 37.33             | c d e         | c d e   |
| 6        | L8           | 35.00             | c d e f       | c d e f |
| 7        | L3           | 34.00             | c d e f       | c d e f |

La prueba de Tukey al 5% muestra que las avenas testigo Vilcanota I y Tayko estadísticamente tienen igual daño por heladas (%) y son los tratamientos más susceptibles a esta adversidad. El valor medio de daño fue de 57.33%, la línea promisoría L9 bajo esas condiciones climáticas, de acuerdo al orden de méritos ocupa el 5° lugar con 37% de daño por helada (Grado 3), como se detalla en el Cuadro N° 64 y figura 25.

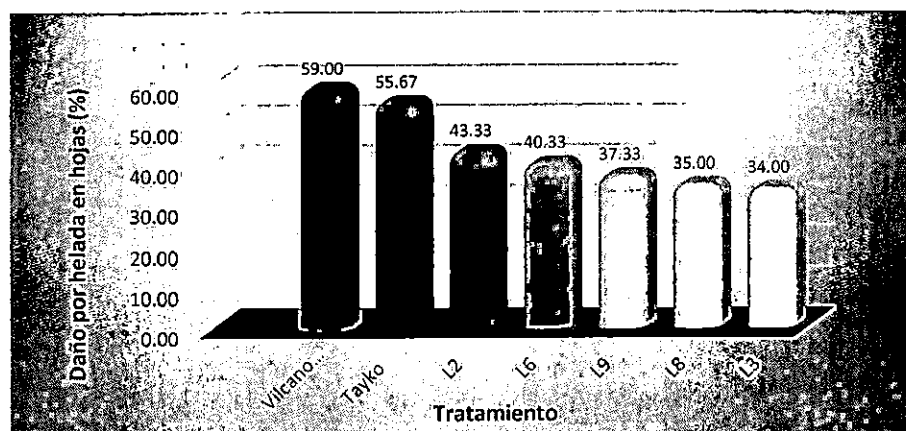


Figura 25 Daño causado por heladas en hojas en líneas de avena forrajera, evaluados en la localidad de Pallpata - Espinar a 4100 m de altitud.

#### 4.3. RESULTADOS DE REACCIÓN A ENFERMEDADES

La nueva variedad, durante los años de evaluación demostró su resistencia al ataque de *Ustilago avenae*, presenta ataque de *Puccinia coronata* en hoja con una severidad de 5 MR (5% de moderada resistencia) a la floración y de *Puccinia graminis f. sp. avenae* en tallo con una severidad de 3 MR a la floración; evaluados entre 3,200 a 4,100 msnm, como se observan en los Cuadro número 65 y número 66.

**Cuadro N° 65.** Reacción a las principales enfermedades de la nueva enfermedad

| ENFERMEDAD | ROYAS Y CARBON          |                |
|------------|-------------------------|----------------|
|            | A la cosecha de forraje | A la floración |

|                                                              |   |      |
|--------------------------------------------------------------|---|------|
| Roya de la hoja<br>( <i>Puccinia coronata</i> )              | 0 | 5 MR |
| Roya del tallo<br>( <i>Puccinia graminis f. sp. avenae</i> ) | 0 | 3 MR |
| Carbón volador<br>( <i>Ustilago avenae</i> )                 | 0 | 0    |

**Cuadro N° 66.** Reacción a roya de la hoja (*Puccinia coronata*) de la nueva variedad y testigos locales evaluados.

| CULTIVARES EN<br>EVALUACIÓN Y TESTIGOS | 2011/12 | 2012/13 | 2013/14 | 2014/15 | 2015/16 |
|----------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Línea 8                                | 0       | 5 MR    | 0       | 5 MR    | 5 MR    |
| Línea 9                                | 0       | 3 MR    | 0       | 3 MR    | 5 MR    |
| INIA 903 - Tayko Andenes               | 10 MS   | 20 MS   | 10 MS   | 30 MS   | 15 MS   |
| Avena forrajera "Tayko"                | 15 MS   | 50 MS   | 10 MS   | 15 MS   | 15 MS   |
| Avena forrajera "negra local"          | 40 MS   | 10 MS   | -       | 10 MS   | -       |

#### 4.4. RESULTADOS DE EVALUACIONES BROMATOLÓGICAS

**Cuadro N° 67.** Análisis químico proximal de avena INIA 908 – Mellicera en distintos estados de desarrollo.

| Estado de desarrollo    | Materia Seca % | Proteína % | Fibra % | Grasa % | Ceniza % | ENN % | Energía Metabolizable MJ |
|-------------------------|----------------|------------|---------|---------|----------|-------|--------------------------|
| 1% floración visible    |                |            |         |         |          |       | 12.78                    |
| 50% floración visible   | 10.82          | 21.44      | 23.83   | 3.67    | 12.95    | 32.38 | 12.17                    |
| 100% floración visible  | 11.60          | 17.61      | 27.09   | 2.98    | 12.23    | 33.68 | 11.27                    |
| Grano en estado lechoso | 19.32          | 12.22      | 30.14   | 2.60    | 9.17     | 39.14 |                          |
| Ensilaje                | 28.00          | 10.38      | 36.65   | 3.11    | 8.48     | 36.41 |                          |

Fuente: Laboratorio Facultad Zootecnia - UNSAAC. 2014 - 2016

La composición química, varía con el estado de corte y con la forma como se suministre al ganado, bien sea fresca o ensilada. En relación a los valores estimados de energía metabolizable, al 1% de floración se alcanza el mayor valor con 12.78 MJ EM/kg MS, el mismo que decae mientras alcanza mayor madurez. Tienen un alto contenido en proteína, puesto que son en base seca, que pasada la floración decrece la calidad del forraje, y comienza la lignificación progresiva de la planta es decir se incrementa el contenido de fibra. Se concluye que el óptimo uso de la nueva variedad, es en el estado de desarrollo de 1 a 50% de la inflorescencia visible, como se observa en el Cuadro N° 67.

**Cuadro N° 68.** Análisis químico proximal de avena INIA 908 – Mellicera de grano entero.

| Ensayos |                                         | Resultado |
|---------|-----------------------------------------|-----------|
| 1       | Energía Total (Kcal / 100 g de muestra) | 355,8     |
| 2       | % Kcal. provenientes de Carbohidratos   | 81,3      |
| 3       | % Kcal. provenientes de Grasa           | 9,6       |
| 4       | % Kcal. provenientes de Proteínas       | 9,1       |
| 5       | Humedad (g / 100 g)                     | 12,4      |

|    |                            |      |
|----|----------------------------|------|
| 6  | Proteína cruda (g / 100 g) | 8,1  |
| 7  | Cenizas (g / 100 g)        | 3,4  |
| 8  | Fibra Cruda (g / 100 g)    | 12,2 |
| 9  | Grasa (g / 100 g)          | 3,8  |
| 10 | Carbohidratos (g / 100 g)  | 7,3  |

Fuente: La Molina Calidad Total Laboratorios 2019

La composición química de los granos enteros de la avena Mellicera, tiene alta densidad energética, con un contenido de 355.8 Kcal /100 g de muestra original; es rico en proteína cruda (8.1%), grasa (3,8%), fibra cruda (12.2%), carbohidratos (7.3%), como se observa en el Cuadro N° 68. Puede recomendarse su uso como concentrado energético en las dietas de los bovinos de carne y leche, y otras crianzas domésticas en las provincial altoandinas.

## 5. CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS DE ADAPTACIÓN Y EFICIENCIA

### 5.1. PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE (M.V.)

**Cuadro N° 69.** Rendimiento promedio de materia verde (t/ha) de avena Mellicera y local evaluados en parcelas de comprobación

| TRAT.    | 2013-2014   |       |        | 2014-2015 |              |           | 2015-2016  |            |                | MEDIA |
|----------|-------------|-------|--------|-----------|--------------|-----------|------------|------------|----------------|-------|
|          | POMA CANCHI | TUCSA | NIARAS | RUMARAY   | CONCHA CALLA | CHISICATA | PAYA PUNCO | POMA TALLA | SHUAYHUA BUASI |       |
| L9       | 46.86       | 63.27 | 60.08  | 54.17     | 55.00        | 56.01     | 67.33      | 55.00      | 70.00          | 58.64 |
| Tayko    | 29.56       | 50.00 | 39.33  | 36.50     | 28.00        | 27.42     | 49.67      | 45.00      | 50.00          | 39.50 |
| Promedio | 38.21       | 56.63 | 49.71  | 45.33     | 41.50        | 41.71     | 58.50      | 50.00      | 60.00          | 49.07 |

La producción de materia verde (M.V.) evaluados en las parcelas de comprobación, fueron conducidos en tres campañas en la Región Cusco, en ellas se demuestra la superioridad de la variedad INIA 908 – Mellicera frente a la avena local (Tayko) usado por los productores en el ámbito donde se instalaron las parcelas, que constituyen las provincias altas de aptitud ganadera, se puede observar un rendimiento promedio de M.V. en las 9 localidades de 58.64 t/ha, nivel superior a la variedad local, que en promedio rindió 39.50 t/ha. Por los rendimientos obtenidos de forraje verde la variedad de avena forrajera INIA 908 – Mellicera puede permitirle al productor pecuario ingresar a la cadena productiva de carne y leche principalmente de forma más competitiva; es decir, logrando una explotación más rentable y sostenible, como se observan en el Cuadro N° 69 y Figura 26.

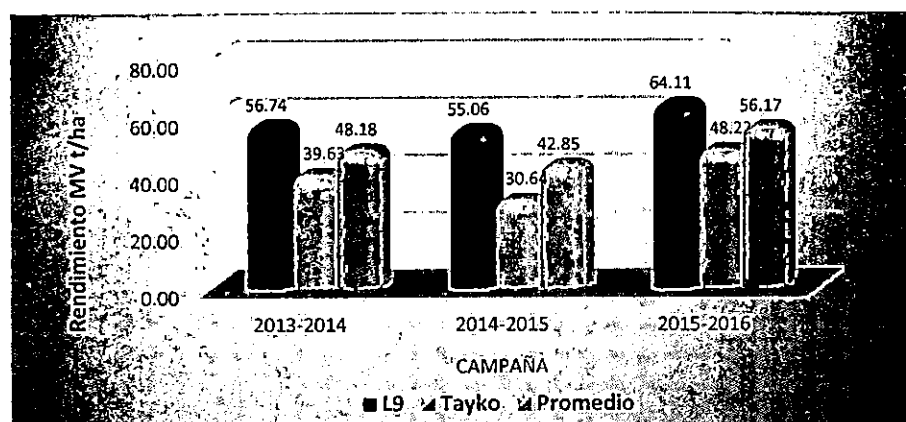


Figura 26 Rendimiento promedio de materia verde de avena Mellicera y local en parcelas de comprobación (2013 al 2016).

## 5.2. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (MS)

Cuadro N° 70. Rendimiento promedio de materia seca (t/ha) de avena Mellicera y local evaluados en parcelas de comprobación

| TRAT     | 2013-2014   |       |       | 2014 - 2015 |              |           | 2015 - 2016 |            |               | MEDIA |
|----------|-------------|-------|-------|-------------|--------------|-----------|-------------|------------|---------------|-------|
|          | POMA CANCHI | TUCSA | MARAS | RUMARAY     | CONCHA CALLA | CHISICATA | PAYA PUNCO  | POMA TALLA | HUAYHUA HUASI |       |
| L9       | 9.61        | 12.97 | 12.32 | 11.10       | 11.28        | 11.48     | 15.47       | 12.03      | 13.82         | 12.23 |
| Tayko    | 6.06        | 10.25 | 8.06  | 7.48        | 5.74         | 5.62      | 9.18        | 8.02       | 10.15         | 7.84  |
| Promedio | 7.83        | 11.61 | 10.19 | 9.29        | 8.51         | 8.55      | 12.33       | 10.03      | 11.99         | 10.04 |

La producción de materia seca (M.S) evaluados en las parcelas de comprobación, fueron conducidos en tres campañas en la Región Cusco, en ellas se demuestra la superioridad de la variedad INIA 908 – Mellicera frente a la avena local (Tayko) usado por los productores en el ámbito donde se instalaron las parcelas, que constituyen las provincias altas de aptitud ganadera, se puede observar un rendimiento promedio de M.S. en las 9 localidades de 12.23 t/ha, nivel superior a la variedad local, que en promedio rindió 7.84 t/ha, como se observan en el Cuadro N° 70 y figura 27.

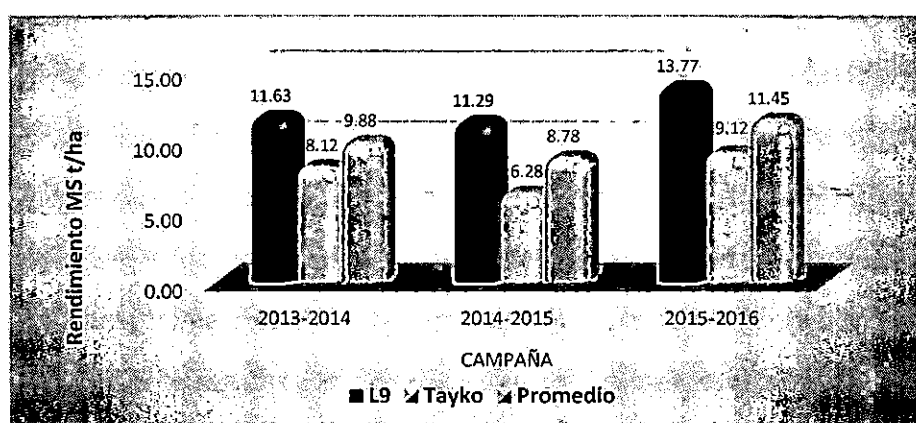


Figura 27 Rendimiento promedio de materia seca de avena Mellicera y local en parcelas de comprobación (2013 al 2016).

## 5.3. PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Cuadro N° 71. Rendimiento promedio de semilla (t/ha) de avena Mellicera y local evaluados en parcelas de comprobación

| TRAT     | LOCALIDAD               |                         |                       |                       |                         | MEDIA |
|----------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------|
|          | EEA ANDENES 2012 - 2013 | EEA ANDENES 2015 - 2016 | POMATALLA 2015 - 2016 | PAYAPUNCO 2015 - 2016 | HUACAYTAQUI 2015 - 2016 |       |
| L9       | 3.92                    | 4.28                    | 1.65                  | 3.62                  | 4.45                    | 3.58  |
| Tayko    | 3.31                    | 2.85                    | 1.13                  | 2.45                  | 2.97                    | 2.54  |
| Promedio | 3.61                    | 3.57                    | 1.39                  | 3.04                  | 3.71                    | 3.06  |

La producción de semilla (t/ha) evaluados en las parcelas de comprobación, fueron conducidos en dos campañas en la Región Cusco, en ellas se demuestra la superioridad de la variedad INIA 908 - Mellicera frente a la avena local (Tayko) usado por los productores en el ámbito donde se instalaron las parcelas, que constituyen las provincias altas de aptitud

ganadera, se puede observar un rendimiento promedio de semilla en las 4 localidades de 3.58 t/ha, nivel superior a la variedad local, que en promedio rindió 2.54 t/ha. Por los rendimientos obtenidos de semilla la variedad de avena forrajera INIA 908 – Mellicera puede permitirle al productor cosechar semilla en zonas altoandinas por su precocidad, como se observan en el Cuadro N° 71 y figura 28.

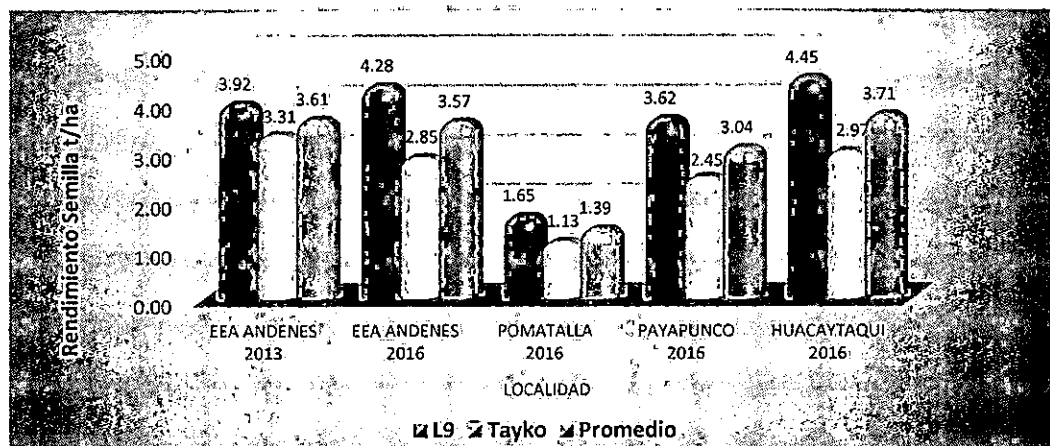


Figura 28 Rendimiento promedio de semilla de avena Mellicera y local en parcelas de comprobación (2013 al 2016).

## VI. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

La **sensibilidad de rendimiento** fue calculado mediante la siguiente formula:  $C_x = R \times P$ , donde:

$C_x$  = costo promedio

$R$  = rendimiento mínimo

$P$  = precio de venta

La probabilidad de **mayor rendimiento** se calculó mediante la expresión:  $Z = \frac{(x - M)}{b}$ , donde:

$Z$  = función normal de probabilidad

$x$  = rendimiento mínimo

$M$  = rendimiento promedio

$b$  = desviación estándar del rendimiento

El análisis de **sensibilidad de costos** se calculó mediante la ecuación  $AC = \frac{(IB - CT)}{CT}$ , donde:

$AC$  = porcentaje que se elevaría el costo de producción para producir pérdidas

$IB$  = ingreso total

$CT$  = costo total

La probabilidad de mayor costo se calculó mediante la expresión:  $Z = \frac{(IB - CT)}{b}$ , donde:

$IB$  = ingreso total

$CT$  = costo total

$b$  = desviación estándar de los costos

Esta se realizó con los resultados obtenidos en las 9 parcelas de comprobación en producción forrajera durante los tres años de prueba, en el ámbito de la Región Cusco. Los costos totales fueron estimados a través del seguimiento sistemático que se realizó en las parcelas de

comprobación, valorizando la producción entre 2014 al 2016 a precios actualizados del año en ejecución y los ingresos al precio de venta del mercado.

### 6.1. RENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE

**Cuadro N° 72.** Costos, ingreso y rentabilidad del cultivar INIA 908 – Mellicera y avena local de las parcelas de comprobación, en la producción forrajera.

| LOCALIDAD           | RENDIMIENTO (kg/ha) |         | COSTO DE PRODUCCIÓN (S/.) |       | INGRESO TOTAL (S/.) |       | INGRESO NETO (S/.) |       | RENTABILIDAD (B/C) (%) |        |
|---------------------|---------------------|---------|---------------------------|-------|---------------------|-------|--------------------|-------|------------------------|--------|
|                     | MELLICERA           | TAYKO   | MELLICERA                 | TAYKO | MELLICERA           | TAYKO | MELLICERA          | TAYKO | MELLICERA              | TAYKO  |
| POMACANCHI 13-14    | 46,850              | 29,560  | 2,447                     | 2,305 | 4,685               | 2,956 | 2,238              | 651   | 91.47                  | 28.24  |
| TUCSA 13-14         | 63,270              | 50,000  | 2,474                     | 2,415 | 6,327               | 5,000 | 3,853              | 2,585 | 155.70                 | 107.04 |
| MARAS 13-14         | 60,080              | 39,330  | 2,694                     | 2,553 | 6,008               | 3,933 | 3,314              | 1,380 | 122.98                 | 54.08  |
| RUMARAY 14-15       | 54,170              | 36,500  | 2,595                     | 2,345 | 5,417               | 3,650 | 2,822              | 1,305 | 108.71                 | 55.68  |
| CONCHACALLA 14-15   | 55,000              | 28,000  | 2,595                     | 2,345 | 5,500               | 2,800 | 2,905              | 455   | 111.91                 | 19.42  |
| CHISICATA 14-15     | 56,010              | 27,420  | 2,540                     | 2,290 | 5,601               | 2,742 | 3,061              | 452   | 120.48                 | 19.76  |
| PAYAPUNCO 15-16     | 67,330              | 49,670  | 2,712                     | 2,591 | 6,733               | 4,967 | 4,021              | 2,376 | 148.27                 | 91.70  |
| POMATALLA 15-16     | 55,000              | 45,000  | 2,615                     | 2,518 | 5,500               | 4,500 | 2,885              | 1,982 | 110.35                 | 78.72  |
| HUAYHUHUASI 15-16   | 70,000              | 50,000  | 2,776                     | 2,525 | 7,000               | 5,000 | 4,224              | 2,475 | 152.18                 | 98.02  |
| PROMEDIO            | 58,634              | 39,498  | 2,605                     | 2,432 | 5,863               | 3,950 | 3,258              | 1,518 | 124.67                 | 61.41  |
| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | 7,249.8             | 9,618.9 | 109.0                     | 116.1 | 725.0               | 961.9 | 652.5              | 872.2 |                        |        |

| Campaña Agrícola                | Cam. 13-14 | Cam. 14-15 | Cam. 15-16 | Media |
|---------------------------------|------------|------------|------------|-------|
| Precio chacra S/. forraje verde | 0,10       | 0,10       | 0,10       | 0,10  |

El análisis permite confirmar que el productor al adoptar la nueva variedad de avena forrajera obtiene ingresos netos superiores en S/. 1,740.00 (Cuadro N° 72) a los que actualmente logra utilizando la avena local, inclusive con menor riesgo ya que la nueva variedad demostró mayor estabilidad en ingresos y rendimientos que la avena local, lo que confirma su rango de adaptación para la zona alto andina.

Utilizando esta nueva variedad el productor logra una rentabilidad de 124.67% (Cuadro N° 72), superior a la rentabilidad que logra con la avena local que para los ámbitos de estudio fue muy fluctuante alcanzando en promedio un 61.41%. Esto significa la factibilidad de realizar la inversión por el productor, para mejorar sus ingresos, por tener mayores posibilidades de lograr una mayor producción de forraje con la nueva variedad de avena forrajera.

Para la presente validación se consideraron dos grandes grupos de riesgo los físicos que repercuten en la variabilidad de los rendimientos y los de mercado que inciden en la variabilidad de los precios e ingresos netos. Utilizando la nueva variedad el ganadero obtiene mayores ventajas económicas comparativas frente a la variedad local.

**Cuadro N° 73.** Riesgo de Rendimientos

| Elementos de Cálculo                 | Mellicera | Tayko   |
|--------------------------------------|-----------|---------|
| Rendimiento de forraje verde (kg/ha) | 58,634    | 39,498  |
| Desviación Standard                  | 7,249.8   | 9,618.9 |
| Coefficiente de Variabilidad (%)     | 12.4      | 24.4    |

|                                                        |               |              |
|--------------------------------------------------------|---------------|--------------|
| Rendimiento Mínimo                                     | 26,055        | 24,317       |
| Función Normal de Probabilidad (Z)                     | -4.49         | -1,58        |
| Distribución normal estándar (Probabilidad al valor Z) | 0,0000035     | 0,0572560    |
| <b>Probabilidad de obtener rendimiento mínimo (%)</b>  | <b>100,00</b> | <b>94,27</b> |

El riesgo de rendimiento asumido por el productor al utilizar la nueva variedad de avena forrajera es menos riesgoso ya que el coeficiente de variabilidad es de 12.4%; asimismo, el productor al adoptar la nueva variedad tiene mejores posibilidades de obtener mayores ingresos económicos frente a la avena local. También la nueva tecnología le permite una inversión con menos riesgo, porque la probabilidad de obtener rendimiento mínimo es de 100%.

**Cuadro N° 74. Riesgo de Costos**

| Elementos de Cálculo                                   | Mellicera     | Tayko         |
|--------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Costo promedio                                         | 2,605         | 2,432         |
| Desviación Standard                                    | 109.0         | 116.1         |
| <b>Coeficiente de Variabilidad (%)</b>                 | <b>4.2</b>    | <b>4.8</b>    |
| Ingreso promedio                                       | 5,863         | 3,950         |
| % de incremento de costo para igualar ingreso          | 125.04        | 62.43         |
| Función Normal de Probabilidad (Z)                     | 29.88         | 13.08         |
| Distribución normal estándar (Probabilidad al valor Z) | 1.0000000     | 1.0000000     |
| <b>Probabilidad que costo iguale al ingreso (%)</b>    | <b>0,0000</b> | <b>0,0000</b> |

Los resultados del análisis de riesgo de costos, demuestran que la nueva variedad presenta menores riesgos para el productor. Asimismo, la probabilidad de que el costo iguale al ingreso es del 0,00% esto significa que no hay riesgo en el empleo de la nueva variedad propuesta por el INIA desde el punto de vista de costos.

**Cuadro N° 75. Análisis de Sensibilidad**

| Rubro                                           | %   | Valores       |              |
|-------------------------------------------------|-----|---------------|--------------|
|                                                 |     | Mellicera     | Tayko        |
| Rendimiento actual                              |     | 58,634        | 39,498       |
| Ingreso actual                                  |     | 5,863         | 3,950        |
| Costo de producción actual                      |     | 2,605         | 2,432        |
| <b>1er Escenario: Rendimiento disminuye 10%</b> |     |               |              |
| Disminución de rendimiento en 10%               | 10% | 52,771        | 35,548       |
| Ingreso con disminución en 10% del rendimiento  |     | 5,277         | 3,555        |
| <b>Rentabilidad %</b>                           |     | <b>102.54</b> | <b>46.19</b> |
| <b>2do Escenario: Costo se incrementa 10%</b>   |     |               |              |
| Costo con incremento del 10%                    | 10% | 2,866         | 2,675        |
| <b>Rentabilidad %</b>                           |     | <b>104.58</b> | <b>47.66</b> |

El análisis de sensibilidad nos demuestra que la nueva variedad al sufrir una disminución del rendimiento en un 10% mantiene los niveles de rentabilidad superiores al 40% mientras que en

la avena local su rentabilidad se ve afectada severamente, esta misma situación ocurre en el caso de que la nueva variedad al estar sujeto al incremento de los costos de producción, estos resultados nos permiten concluir que la nueva tecnología soporta en un 10% la disminución de los rendimientos así como los costos de producción en un 10%.

**Cuadro N° 76.** Indicadores de la evaluación económica comparativa entre la variedad INIA 908 – Mellicera y la avena local en la producción de forraje

| Indicador                                       | Mellicera | Tayko     |
|-------------------------------------------------|-----------|-----------|
| Rendimiento de materia verde (kg/ha)            | 58,634.00 | 39,498.00 |
| Ingreso neto (S/.)                              | 3,258.00  | 1,518.00  |
| Rentabilidad (%)                                | 124.67    | 61.41     |
| Variabilidad del rendimiento (%)                | 12.40     | 24.40     |
| Variabilidad del costo (%)                      | 4.20      | 4.80      |
| Probabilidad de obtener rendimiento mínimo (%)  | 100.00    | 94.27     |
| Probabilidad que costos iguallen a ingresos (%) | 0,0000    | 0,0000    |
| Sensible a la obtención de menor rendimiento    | NO        | SI        |
| Sensible al incremento del costo de producción  | NO        | SI        |

La evaluación económica demuestra que el cultivar INIA 908 - Mellicera es superior a la avena Tayko porque tiene mayores rendimientos y mayor rentabilidad, los indicadores, sustentan esa aseveración, como se muestran en el Cuadro N° 76.

## 6.2. RENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA

**Cuadro N° 77.** Costos, ingreso y rentabilidad del cultivar INIA 908 – Mellicera y avena local de las parcelas de comprobación, en la producción de semilla.

| LOCALIDAD           | RENDIMIENTO (kg/ha) |       | COSTO DE PRODUCCIÓN (S/.) |       | INGRESO TOTAL (S/.) |         | INGRESO NETO (S/.) |         | RENTABILIDAD (B/C) (%) |       |
|---------------------|---------------------|-------|---------------------------|-------|---------------------|---------|--------------------|---------|------------------------|-------|
|                     | MELLICERA           | TAYKO | MELLICERA                 | TAYKO | MELLICERA           | TAYKO   | MELLICERA          | TAYKO   | MELLICERA              | TAYKO |
| EEA-ANDENES 12-13   | 3,920               | 3,310 | 3,072                     | 2,990 | 7,056               | 5,958   | 3,984              | 2,968   | 129.70                 | 99.27 |
| EEA ANDENES 15-16   | 4,282               | 2,849 | 3,379                     | 2,983 | 7,708               | 5,128   | 4,328              | 2,145   | 128.10                 | 71.90 |
| POMATALLA 15-16     | 1,650               | 1,130 | 1,987                     | 1,918 | 2,970               | 2,034   | 983                | 116     | 49.49                  | 6.07  |
| PAYAPUNCO 15-16     | 3,620               | 2,450 | 3,014                     | 2,728 | 6,516               | 4,410   | 3,502              | 1,682   | 116.22                 | 61.65 |
| HUACAYTAQUI 15-16   | 4,450               | 2,970 | 3,376                     | 2,972 | 8,010               | 5,346   | 4,634              | 2,374   | 137.26                 | 79.86 |
| PROMEDIO            | 3,584               | 2,542 | 2,965                     | 2,718 | 6,452               | 4,575   | 3,486              | 1,857   | 112.15                 | 63.75 |
| DESVIACION ESTANDAR | 1,128.2             | 847.0 | 572.5                     | 460.9 | 2,030.8             | 1,524.6 | 1,461.2            | 1,077.6 |                        |       |

| Campaña Agrícola          | Cam. 13-14 | Cam. 15-16 | Cam. 15-16 | Media |
|---------------------------|------------|------------|------------|-------|
| Precio chacra S/. semilla | 1,80       | 1,80       | 1,80       | 1,80  |

En la producción de semilla, el análisis permite confirmar que el productor al adoptar la nueva variedad de avena forrajera obtiene ingresos netos superiores en S/. 1,629.00 (Cuadro N° 77) a los que actualmente logra utilizando la avena local, inclusive con menor riesgo ya que la nueva variedad demostró mayor estabilidad en ingresos y rendimientos que la avena local, lo que confirma su rango de adaptación para la zona alto andina.

Utilizando esta nueva variedad el productor logra una rentabilidad de 112.15% (Cuadro N° 77), superior a la rentabilidad que logra con la avena local que para los ámbitos de estudio fue muy fluctuante alcanzando en promedio un 63.75%. Esto significa la factibilidad de realizar la inversión por el productor, para mejorar sus ingresos, por tener mayores posibilidades de lograr una mayor producción de semilla con la nueva variedad de avena forrajera.

Para la presente validación se consideraron dos grandes grupos de riesgo los físicos que repercuten en la variabilidad de los rendimientos y los de mercado que inciden en la variabilidad de los precios e ingresos netos. Utilizando la nueva variedad el productor de semilla y/o ganadero obtiene mayores ventajas económicas comparativas frente a la variedad local.

**Cuadro N° 78. Riesgo de Rendimientos**

| Elementos de Cálculo                                  | Mellicera    | Tayko        |
|-------------------------------------------------------|--------------|--------------|
| Rendimiento de semilla (kg/ha)                        | 3,584.00     | 2,542.00     |
| Desviación Standard                                   | 1,128.20     | 847.00       |
| <b>Coefficiente de Variabilidad (%)</b>               | <b>31.5</b>  | <b>33.3</b>  |
| Rendimiento Mínimo                                    | 1,647.00     | 1,510.00     |
| Función Normal de Probabilidad (Z)                    | -1.72        | -1.22        |
| Distribución normal estándar (Probabili. al valor Z)  | 0,0430123    | 0,1115975    |
| <b>Probabilidad de obtener rendimiento mínimo (%)</b> | <b>95.70</b> | <b>88.84</b> |

El riesgo de rendimiento asumido por el productor al utilizar la nueva variedad de avena forrajera es menos riesgoso ya que el coeficiente de variabilidad es de 31.5%; asimismo, el productor al adoptar la nueva variedad tiene mejores posibilidades de obtener mayores ingresos económicos frente a la avena local. También la nueva tecnología le permite una inversión con menos riesgo, porque la probabilidad de obtener rendimiento mínimo es de 95.70% cercana al 100%.

**Cuadro N° 79. Riesgo de Costos**

| Elementos de Cálculo                                 | Mellicera     | Tayko         |
|------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| Costo promedio                                       | 2,965         | 2,718         |
| Desviación Standard                                  | 572.5         | 460.9         |
| <b>Coefficiente de Variabilidad (%)</b>              | <b>19.3</b>   | <b>17.0</b>   |
| Ingreso promedio                                     | 6,452         | 4,575         |
| % de incremento de costo para igualar ingreso        | 117.57        | 68.32         |
| Función Normal de Probabilidad (Z)                   | 6.09          | 4.03          |
| Distribución normal estándar (Probabili. al valor Z) | 1.0000000     | 0.9999720     |
| <b>Probabilidad que costo iguale al ingreso (%)</b>  | <b>0,0000</b> | <b>0,0028</b> |

Los resultados del análisis de riesgo de costos, demuestran que la nueva variedad presenta menores riesgos para el productor. Asimismo, la probabilidad de que el costo iguale al ingreso es del 0,00% esto significa que no hay riesgo en el empleo de la nueva variedad propuesta por el INIA desde el punto de vista de costos.

**Cuadro N° 80. Análisis de Sensibilidad**

| Rubro                                           | %   | Valores      |              |
|-------------------------------------------------|-----|--------------|--------------|
|                                                 |     | Mellicera    | Tayko        |
| Rendimiento actual                              |     | 3,584.00     | 2,542.00     |
| Ingreso actual                                  |     | 6,452.00     | 4,575.00     |
| Costo de producción actual                      |     | 2,965.00     | 2,718.00     |
| <b>1er Escenario: Rendimiento disminuye 10%</b> |     |              |              |
| Disminución de rendimiento en 10%               | 10% | 3,226.00     | 2,288.00     |
| Ingreso con disminución en 10% del rendimiento  |     | <b>5,807</b> | <b>4,118</b> |
| <b>Rentabilidad %</b>                           |     | <b>95.81</b> | <b>51.49</b> |
| <b>2do Escenario: Costo se incrementa 10%</b>   |     |              |              |
| Costo con incremento del 10%                    | 10% | <b>3,262</b> | <b>2,990</b> |
| <b>Rentabilidad %</b>                           |     | <b>97.79</b> | <b>53.02</b> |

El análisis de sensibilidad nos demuestra que la nueva variedad al sufrir una disminución del rendimiento en un 10% mantiene los niveles de rentabilidad superiores al 50% mientras que en la avena local su rentabilidad se ve afectada, esta misma situación ocurre en el caso de que la nueva variedad al estar sujeto al incremento de los costos de producción, estos resultados nos permiten concluir que la nueva tecnología soporta en un 10% la disminución de los rendimientos así como los costos de producción en un 10%.

**Cuadro N° 81. Indicadores de la evaluación económica comparativa entre la variedad INIA 908 – Mellicera y la avena local en la producción de semilla**

| Indicador                                      | Mellicera | Tayko    |
|------------------------------------------------|-----------|----------|
| Rendimiento de semilla (kg/ha)                 | 3,584.00  | 2,542.00 |
| Ingreso neto (S/.)                             | 3,486.00  | 1,857.00 |
| Rentabilidad (%)                               | 112.15    | 63.75    |
| Variabilidad del rendimiento (%)               | 31.50     | 33.30    |
| Variabilidad del costo (%)                     | 19.30     | 17.00    |
| Probabilidad de obtener rendimiento mínimo (%) | 95.70     | 88.84    |
| Probabilidad que costos igualen a ingresos (%) | 0,0000    | 0,0028   |
| Sensible a la obtención de menor rendimiento   | NO        | SI       |
| Sensible al incremento del costo de producción | NO        | SI       |

La evaluación económica demuestra que el cultivar INIA 908 - Mellicera es superior a la avena Tayko porque tiene mayores rendimientos de semilla y mayor rentabilidad, los indicadores, sustentan esa aseveración, como se muestran en el Cuadro N° 81.

## VII. CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIONES

La variedad INIA 908 – Mellicera como cultivo de forraje y grano tiene importancia económica en la Región Cusco, sobre todo en la zona alto andina; actualmente es altamente apreciado por los campesinos que trabajan con la ganadería por ser precoz, tener alta producción de biomasa,

tener alto valor nutritivo, bajo porcentaje de acame, lo que le confiere excelentes cualidades para el pastoreo en otoño – invierno, siendo excelente para forraje o ensilado.

La nueva variedad de avena forrajera denominada INIA 908 – Mellicera, comparado a otras variedades locales e introducidas, es más resiliente al cambio climático y por consiguiente atractivo para los ganaderos de pequeña y mediana escala.

Presenta resistencia al ataque de la roya de la hoja y tallo, es resistente al carbón volador, en condiciones agro climáticas de la sierra.

Considerando el manejo tradicional del cultivo de avena por el productor e incorporando solo el uso del nuevo cultivar de avena forrajera en su sistema productivo, económicamente le permitirá a este incrementar su producción forrajera y por ende su producción ganadera y mejorar sus ingresos económicos por unidad de producción, con menor riesgo.

Estas ventajas competitivas que demuestra la variedad INIA 908 – Mellicera frente a la avena local y a la falta de nuevas especies forrajeras con potencial forrajero, obliga a liberarla como un cultivar comercial.

Para la difusión de esta nueva tecnología la Estación Experimental Andenes Cusco dispone de suficiente cantidad de semilla genética que abastecería para sembrar 400 ha de semillero básico, para difundirla a través de las instituciones públicas, privadas y organizaciones de productores en las regiones de Cusco, Puno, Apurímac y Arequipa, así como su difusión en la zona andina del Perú a través de las Estaciones Experimentales del INIA.

Sobre la base de los resultados obtenidos se concluye que el cultivar experimental de avena forrajera INIA 908 – Mellicera está apto para ser liberado e inscrito en el Registro de Cultivares Comerciales.

#### **VIII. PERSONAL RESPONSABLE DEL DESARROLLO DE LA VARIEDAD**

1. Ing. Juan Alejo Rivera: Responsable de los trabajos de mejoramiento genético, de los ensayos de identificación, adaptación y eficiencia, parcelas de comprobación, producción de semilla de fundación, sistematización del expediente técnico y validación económica, 2000 – 2019.
2. Tco. Hernán Altamirano Vásquez: apoyo en las labores de mejoramiento genético del nuevo cultivar de avena forrajera.
3. Tco. Julio Aedo Palacios, labores de producción de semilla genética del nuevo cultivar.

#### **IX. BIBLIOGRAFÍA**

1. **CIMMYT, 1998.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económica, México D.F. México, 79 p.
2. **HERNÁNDEZ, S.A. 1987.** Introducción al Mejoramiento Genético de Cereales de Grano Pequeño, Tema Didáctico N° 3, México D.F. México, 82 p.
3. **LÓPEZ, T.M, 1995.** Mejoramiento. Edit. Trillas, México, 172 p.
4. **POEHLMAN, J.M, 1974.** Mejoramiento de las Cosechas, Edit. Limusa. México.
5. **PRESCOTT, J.M., J.M. Burnett et al, 1986.** Enfermedades y plagas del trigo: una guía para su identificación en campo. CIMMYT. México, D. F., México.

6. **UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES – UPOV.** 1994. TG/3/11 – TRIGO. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Ginebra. 31 p.

## X. ANEXOS

### FOTAGRAFÍAS DE TRABAJO EN CAMPO



Foto 1. Trabajos de hibridación en campo EEA Andenes Cusco (3450 msnm).



Foto 2. Evaluación de material segregante ( $F_3$ ) de avena EEA Andenes Cusco (3450 msnm)



Foto 3. Evaluación de material segregante  $F_4$  Anexo Mollepata (2740 msnm)

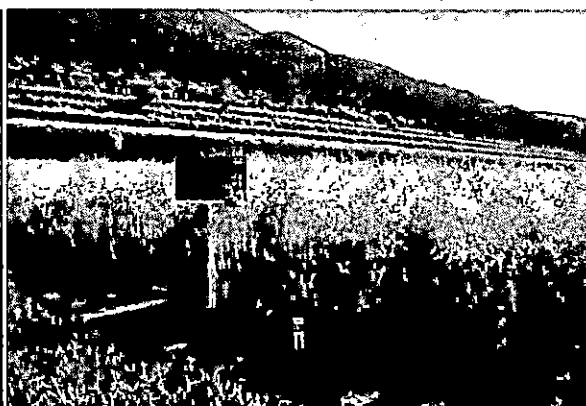


Foto 4. Núcleo de Semilla Genética de avena ( $F_6$ )

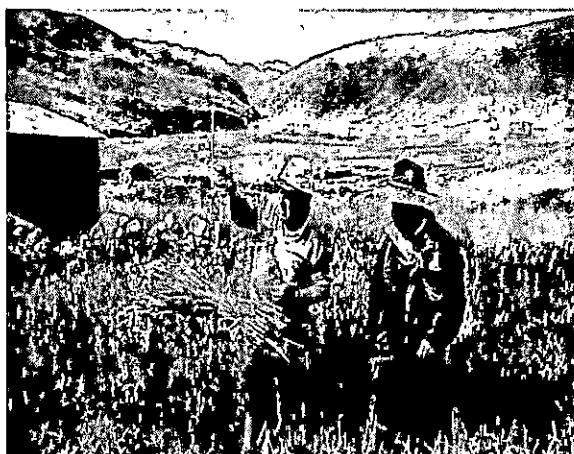


Foto 5. Parcela de Comprobación de avena Localidad: Tucsa – Canchis (4050 msnm)

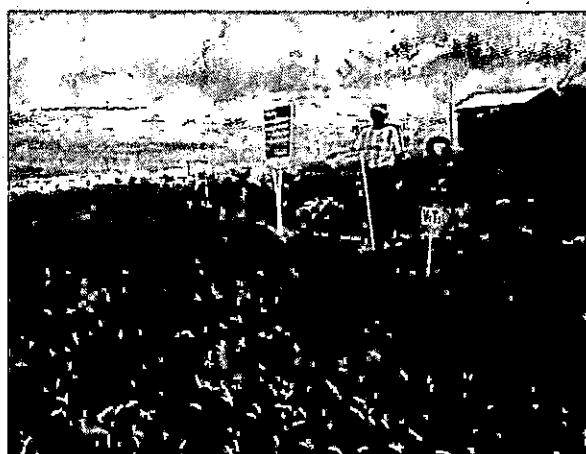
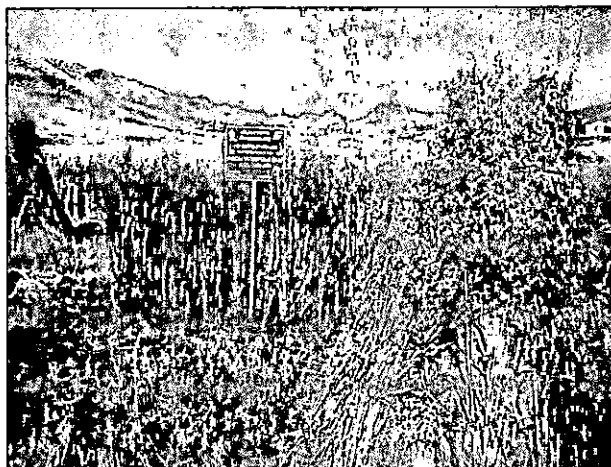


Foto 6. Parcela de comprobación de avena Localidad : Pallpata – Espinar (4100 msnm)



**Foto 7.** Parcela de comprobación de avena  
Localidad: Pomatalla – Canas (3941msnm)



**Foto 8.** Parcela de comprobación de avena  
Localidad: Payapunco – Canas (3969 msnm)



**Foto 9.** Examen DHE avena Mellicera, destaca su  
Precocidad y sanidad frente a la avena local.



**Foto 10.** Núcleo de semilla genética sin acame, al fondo  
avena local con tumbado de plantas (>50%)



**Foto 11.** Nueva variedad de avena forrajera  
INIA 908 – Mellicera



**Foto 12.** Grano del nuevo cultivar: color marrón  
oscuro a negro, primer y segundo grano de tamaño  
grande y lleno, con presencia de grano doble.