

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y VALOR NUTRICIONAL
DE 7 CULTIVOS FORRAJEROS BAJO SECANO EN LA SIERRA
CENTRAL”**

Presentado por:

KARINA HAYDEÉ MONTOYA QUISPE

Tesis para optar el título de

INGENIERO ZOOTECNISTA

Lima - Perú

2017

DEDICATORIA

A Dios, por estar siempre a mi lado, a mis padres y hermanos, la familia que amo mucho.

AGRADECIMIENTO

- Agradezco al ingeniero Jorge Gamarra asesor del presente trabajo de investigación, por su amistad, comprensión y empeño en sacar adelante el estudio y al Doc. Gómez por su valiosa colaboración y asesoramiento.
- Al Instituto de Investigación IRD - Sierra de la Universidad Agraria La Molina por permitir la realización de este proyecto.
- A la Universidad Agraria la Molina por mi formación profesional.
- A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en el presente estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Importancia de los Cultivos en Estudio	3
2.1.1 Avena (<i>Avena sativa</i>)	3
2.1.2 Vicia (<i>Vicia sp</i>)	3
2.2 Importancia de los Estadios Fenológicos	4
2.3 Características Agronómicas de los Cultivos de Avena y Vicia	6
2.4 Rendimiento Forrajero de Cultivares de Avena y Vicia	9
2.5 Valor Nutritivo de los Cultivares de Avena y Vicia	10
2.5.1 Proteína cruda (PC)	11
2.5.2 Fibra detergente neutro (FDN)	12
2.5.3 Nutrientes digeribles totales (NDT) y energía neta de lactación (ENI)	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Ubicación y Características Agroecológicas del Área Experimental	15
3.2 Cultivos Forrajeros	17
3.3 Estadios Fenológicos	17
3.3.1 Avenas	17
3.3.2 Vicias	18
3.4 Tratamientos	18
3.5 Variables Evaluadas	20

3.5.1	Características agronómicas	20
a.	Área foliar	20
b.	Relación hoja: tallo	21
c.	Altura de la planta	21
d.	Diámetro del tallo	21
3.5.2	Rendimiento forrajero	21
3.5.3	Parámetros nutricionales	22
3.6	Instalaciones y Manejo de las Avenas y Vicias	22
3.7	Análisis Estadístico	25
3.7.1	Avenas	25
3.7.2	Vicias	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1	Avena (<i>Avena sativa</i>)	28
4.1.1	Características agronómicas	28
a.	Área foliar	28
b.	Relacion hoja: tallo	30
c.	Altura de planta	32
d.	Diametro de tallo	35
4.1.2	Rendimiento forrajero	37
4.1.3	Valor nutricional	39
a.	Proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN)	39
b.	Nutrientes digestibles totales (NDT) y energía neta de lactación (ENL)	43
4.2	Vicia (<i>Vicia sp</i>)	45

4.2.1	Características agronómicas	45
	a. Relación hoja: tallo	45
	b. Altura de planta	48
	c. Diametro de tallo	50
4.2.2	Rendimiento forrajero	52
4.2.3	Valor nutricional	55
	a. Proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN)	55
	b. Nutrientes digestibles totales (NDT) y energía neta de lactación (ENL)	58
V.	CONCLUSIONES	61
VI.	RECOMENDACIONES	62
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
VIII.	ANEXOS	69

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Análisis de suelo del área experimental.	16
2	Especies y variedades de cultivos forrajeros.	17
3	Tratamientos en el grupo de avenas.	19
4	Tratamientos en el grupo de vicias.	19
5	Área foliar (cm ²) de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.	29
6	Relación hoja: tallo de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.	31
7	Altura de planta (m) de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.	33
8	Diámetro de tallo (mm) de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos	36
9	Rendimiento forrajero (kg MS/ha) de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.	38
10	Proteína cruda (PC) en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos.	40
11	Fibra detergente neutro (FDN) en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos.	42
12	Nutrientes digeribles totales (NDT) en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos.	43
13	Energía neta de lactación (ENL) en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos.	45
14	Relacion hoja: tallo de los cultivos de vicia en tres estadios fenológicos.	47
15	Altura de planta (m) de los cultivos de vicia en tres estadios fenológicos.	49
16	Diametro de tallo (mm) de los cultivos de vicia en tres estadios fenológicos.	51
17	Rendimiento forrajero (kg MS/ha) de los cultivos de vicia en tres estadios fenológicos.	54
18	Proteina cruda (PC) en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos.	56
19	Fibra detergente neutro (FDN) en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos.	57

20	Nutrientes digestibles totales (NDT) en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos.	58
21	Energía neta de lactación (ENL) en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Fenología de la Avena (<i>Avena sativa</i>)	5
2	Fenología de la Vicia (<i>Vicia villosa</i>)	6
3	Temperatura máxima y mínima mensual (°C) del año 2007 al 2008.	15
4	Precipitación promedio por mes (mm) de los años 2007 al 2008.	16
5	Distribución al azar de los siete cultivos forrajeros al interior de bloques.	23

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
I	Condiciones climáticas durante el trabajo experimental: Setiembre 2007 a Julio 2008.	70
II	Caracterización del suelo del área experimental	71
III	Características agronómicas de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.	72
IV	Análisis químico proximal en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos.	73
V	Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para el área foliar (cm ²) de la avena.	74
VI	Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para la relación hoja: tallo de la avena.	75
VII	Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para la altura de planta (m) de la avena.	76
VIII	Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para el diámetro de tallo (mm) de la avena.	77
IX	Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para el rendimiento forrajero (kg MS/ha) de la avena.	78
X	Características agronómicas de los cultivos de vicia en tres estadios fenológicos.	79
XI	Análisis químico proximal en base seca de los cultivos de vicia en Dos estadios fenológicos.	80
XII	Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para la relación hoja: tallo de la vicia.	81
XIII	Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para la altura de planta (m) de la vicia.	82

XIV	Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para diámetro de tallo (mm) de la vicia.	83
XV	Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para el rendimiento forrajero (kg MS/ha) de la vicia.	84
XVI	Archivo fotográfico.	85

RESUMEN

El presente estudio se realizó en las instalaciones de IRD – Jauja de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), ubicada en el distrito de San Lorenzo, provincia de Jauja; el cual tuvo como objetivo evaluar las características agronómicas y el valor nutricional de siete cultivos forrajeros en diferentes estadios fenológicos, bajo secano, en la sierra central. Los tratamientos que corresponden al grupo de las avena fueron *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15”, *A. sativa* línea promisoría. “INIA Santa Ana”, *A. sativa* línea promisoría. “INIA 2000”, *A. sativa* var. “Centenario” en inicio de floración, grano lechoso y grano pastoso respectivamente, y para el grupo de vicia fueron *V. sativa* “Local”, *V. sativa* línea promisoría. “INIA” y *V. atropurpurea* en inicio de floración, floración completa y formación completa de vaina respectivamente. Como variables en estudio fueron: Área foliar (cm²), relación hoja: tallo, altura de la planta (m), diámetro de tallo (mm), rendimiento forrajero (kg MS/ha), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), nutrientes digestibles totales (NDT) y energía neta de lactación (ENI). Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial y para determinar si hubo diferencias significativas entre tratamientos, se utilizó la prueba de Duncan. Los resultados obtenidos fueron sobresalientes para las avenas, en el estadio de inicio de floración, para área foliar, relación hoja: tallo y diámetro de tallo excepto en altura de planta que se dio en grano pastoso; para el grupo de vicias, respecto a relación hoja: tallo y altura de planta se dio los mejores resultados en inicio de floración excepto altura de planta que se dio en floración completa. En el caso de los mejores rendimientos en avenas, se obtuvieron en el estadio de grano lechoso y pastoso, resaltando *A. sativa* “Centenario” (11346kg MS/ha) en grano pastoso, mientras que para las vicias sobre salió *V. atropurpurea* (10870kg MS/ha) en el estadio de floración completa. Referente al contenido de PC y FDN, las avenas alcanzaron los más altos contenido de PC y más bajo contenido de FDN en el estadio de inicio de floración, resaltando a la *A. sativa* línea promisoría. “INIA 2000” con 11.4% de PC y *A. sativa* línea promisoría. “INIA Santa Ana” con 60.4% de FDN; la misma tendencia tubo el grupo de las vicias. Los más altos contenidos de NDT y ENI para las avenas y vicias, se dieron en el estadio de inicio de floración obteniendo los mejores resultados la *A. sativa* línea promisoría “INIA 2000” con 52.9% de NDT y 1.05% de ENI y *V. sativa* línea promisoría “INIA” con 65.7% de NDT y 1.41% de ENI.

ABSTRACT

The present study was conducted at the IRD - Jauja facilities of the National Agrarian University La Molina (UNALM), located in the district of San Lorenzo, province of Jauja; which aimed to evaluate the agronomic characteristics and the nutritional value of seven forage crops in different phenological stages, under dry land, in the central highlands. The treatments that correspond to the group of oats were *A. sativa* var. "INIA 901 Mantaro 15", *A. sativa* promising line. "INIA Santa Ana", *A. sativa* promising line. "INIA 2000", *A. sativa* var. "Centenario" at the beginning of flowering, milky grains and pasty grains respectively, and for the group of vicia were *V. sativa* "Local", *V. sativa* promising line. "INIA" and *V. atropurpurea* at the beginning of flowering, complete flowering and complete pod formation respectively. As variables in the study were: Leaf area (cm²), leaf ratio: stem, plant height (m), stem diameter (mm), forage yield (kg MS / ha), crude protein (PC), neutral detergent fiber (NDF), total digestible nutrients (NDT) and net lactation energy (ENI). The completely randomized block design (DBCA) with factorial arrangement was used and to determine if there were significant differences between treatments, the Duncan test was used. The results obtained were outstanding for the oats, in the stage of beginning of flowering, for leaf area, leaf: stem and stem diameter ratio except in silver height that was given in pasty grain; For the group of vices, regarding the leaf: stem and plant height ratio, the best results were obtained at the beginning of flowering except plant height that occurred in full flowering. In the case of the best yields in oats, they were obtained in the milky and pasty grain stage, highlighting *A. sativa* "Centenario" (11346 kg MS / ha) in pasty grain, while for the vices above *V. atropurpurea* came out (10870kg MS / ha) at the full flowering stage. Regarding the PC and FDN content, the oats reached the highest PC content and lowest FDN content at the beginning of flowering stage, highlighting the *A. sativa* promising line. "INIA 2000" with 11.4% PC and *A. sativa* promising line. "INIA Santa Ana" with 60.4% of FDN; the same tendency took the group of the vices. The highest contents of NDT and ENI for the oats and vices, were in the stage of beginning of flowering obtaining the best results the *A. sativa* promissory line "INIA 2000" with 52.9% of NDT and 1.05% of ENI and *V. sativa* promising line "INIA" with 65.7% of NDT and 1.41% of ENI.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el Perú la mayor población ganadera se concentra en la sierra, con un 73.2 por ciento de ganado vacuno, 94.2 por ciento de ganado ovino y 100 por ciento de camélidos sudamericanos (INEI, 2014). Esta ganadería es alimentada con recursos forrajeros de baja producción en materia seca y baja calidad nutritiva. Por otra parte esta baja calidad y disponibilidad se ve acentuada durante el periodo donde es escasa la presencia de lluvias. Asimismo, dentro de la actividad ganadera la alimentación representa uno de los aspectos de mayor importancia en la producción animal, por ello la provisión de forrajes de apropiado rendimiento en materia seca y calidad nutricional es necesario para satisfacer los requerimientos nutritivos de cada animal, motivo por el cual se requiere de una buena selección de las especies o variedades forrajeras, y determinar el momento más adecuado de cosecha.

En la sierra central principalmente en el valle del Mantaro, la ganadería es manejada bajo un sistema semi estabulado (Laforé, 1999), donde los animales son alimentados con forraje o residuos de cosecha y sometidos adicionalmente al pastoreo. Los cultivos forrajeros más abundantes son las gramíneas forrajeras como la avena, cebada, triticale, rye grass y en menor cantidad las leguminosas como vicia, alfalfa y tréboles, los cuales se vienen sembrando con un limitado conocimiento sobre sus ventajas agronómicas y nutricionales. La avena forrajera, es el principal forraje utilizado en la zona y se cuenta con diversas variedades, de los que se requiere precisar sus valores nutricionales. De igual manera la vicia es una alternativa forrajera de alta calidad en áreas templadas de los valles de la sierra (Ordoñez y Bojórquez, 2011). De la misma forma, la definición del estadio fenológico para la cosecha permitirá identificar el momento óptimo para su uso y maximizar la utilidad del cultivo.

En este sentido, se planteó un objetivo general y varios objetivos específicos para orientar su ejecución.

El objetivo general del presente estudio, fue evaluar las características agronómicas y el valor nutricional de siete cultivos forrajeros, bajo secano, en la Sierra Central.

Para lograr el objetivo general se formularon los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar las características agronómicas y rendimiento forrajero de *Avena sativa* var. “Centenario”, *Avena sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15”, *Avena sativa* línea promisorio “INIA 2000”, *Avena sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana” en tres estadios fenológicos (inicio de floración, grano lechoso y grano pastoso), *Vicia sativa* línea promisorio “INIA”, *Vicia sativa* Local y *Vicia atropurpurea* en tres estadios fenológicos (inicio de floración, floración completa y formación completa de vaina).
- Evaluar el contenido de proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) de *Avena sativa* var. “Centenario”, *Avena sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15”, *Avena sativa* línea promisorio “INIA 2000”, *Avena sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana” en dos estadios fenológicos (inicio de floración y grano pastoso), *Vicia sativa* línea promisorio “INIA”, *Vicia sativa* Local y *Vicia atropurpurea* en dos estadios fenológicos (inicio de floración y formación completa de vaina).
- Estimar el contenido de nutrientes digestibles totales (NDT) y energía neta de lactación (ENL) de *Avena sativa* var. “Centenario”, *Avena sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15”, *Avena sativa* línea promisorio “INIA 2000”, *Avena sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana” en dos estadios fenológicos (inicio de floración y grano pastoso). *Vicia sativa* línea promisorio “INIA”, *Vicia sativa* Local y *Vicia atropurpurea* en dos estadios fenológicos (inicio de floración y formación completa de vaina).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA DE LOS CULTIVOS EN ESTUDIO

2.1.1 Avena (*Avena sativa*)

La avena es una gramínea de comportamiento anual. Es importante entre los pastos cultivados para la sierra, por ser un cultivo de adaptabilidad a distintas condiciones ambientales, altitudes y de manejo siendo su uso en forraje verde, heno y ensilado para la alimentación del ganado vacuno en la época seca o de estiaje entre Mayo a Setiembre (Noli y Ricapa, 2009). Asimismo Ordóñez y Bojórquez (2011), mencionan que la avena posee un alto rendimiento de biomasa y un buen contenido nutricional, características que permiten mejorar la alimentación del ganado en las zonas altoandinas de la Sierra Central del Perú.

La avena puede describirse como un cultivo de uso elástico y diversificado, por los distintos tipos de producciones que pueden obtenerse en diferentes épocas del año, las que se insertan en distintos segmentos del ámbito agrícola, ganadero y agroindustrial. En la alimentación del ganado se utiliza para obtener: grano (cubierto, pelado y desnudo), forraje verde, forraje de conservación (ensilaje y heno), forraje y posterior producción de grano (doble propósito). Además es uno de los cereales más tolerantes a suelos ácidos con pH 4.5 a 6 (Beratto, 2002).

2.1.2 Vicia (*Vicia sp*)

La vicia forrajera es una leguminosa anual que prefiere suelos profundos, francos arcillosos y francos arenosos (Bartl *et al.* 2007); se desarrolla en climas tan variados como es el caso del valle del Mantaro y zonas adyacentes, donde se ha generalizado el cultivo de las vicias asociadas con otros cultivos de crecimiento erguido; por ser las vicias plantas trepadoras necesitan tutores para evitar la pérdida del área foliar (Ñahui, 1999).

Por estudios realizados en otros países, se puede decir que la vicia también es una fuente de nitrógeno para otros cultivos, ya que puede fijar y liberar nitrógeno al cultivo de maíz, concepto que fue ampliado con el estudio del nitrógeno en el rastrojo, agua del suelo, y subsecuente producción de maíz. Además en el valle del Mantaro, también se está investigando la *Vicia sativa*, como una alternativa para eliminar al kikuyo (maleza) con su sombra, antes del establecimiento de pasturas cultivadas (Ordóñez y Bojórquez, 2011).

2.2 IMPORTANCIA DE LOS ESTADÍOS FENOLÓGICOS

El conocimiento de los estados de desarrollo de los cultivos es importante, porque muchas labores (como aplicaciones de fertilizantes, selección de herbicidas y el tiempo óptimo de cosecha) se efectúan según el estado fenológico de la planta. Además se describe las etapas de crecimiento de los cereales como cebada, avena del siguiente modo (Chávez y Gómez, 1999)

- Germinación y crecimiento inicial.- Desde que emergen las primeras raicillas hasta la aparición de las primeras hojas.
- Macollamiento y crecimiento vegetativo.- Comprende la aparición del primer macollo, generalmente con la emergencia de la cuarta hoja, hasta antes de que el tallo empiece a extenderse.
- Extensión del tallo y espigamiento.- Esto es cuando acaba de hacerse visible el primer nudo y empieza a incrementarse en longitud el tallo, hasta la aparición de la hoja bandera y la emergencia de las espigas.
- Floración.- La floración ocurre dos a cuatro días después de que la espiga ha emergido completamente y es notorio por la presencia de las anteras.
- Desarrollo del grano.- Se da la maduración de los granos.

Las etapas de maduración de los granos, según Chávez y Gómez (1999), son:

- Estado de leche o lechoso.- Los granos se están formando dentro de un fluido blanco, que puede ser presionado y salir fuera del grano.
- Estado de masa blanda.- La mayor parte de la materia seca se acumula en este estado y la consistencia del grano es semejante a una masa blanda.
- Estado de masa dura.- El contenido de agua baja al 30 por ciento y el contenido del grano puede ser dividido con la uña.

En la Figura 1 se muestra gráficamente la fenología de la *Avena sativa* a través de sus diferentes estadios fenológicos (etapa de macollo y etapa de encañado). Sin embargo López (1991) menciona que la avena tiene tres fases de crecimiento que incluyen: fase vegetativa, reproductiva y maduración.

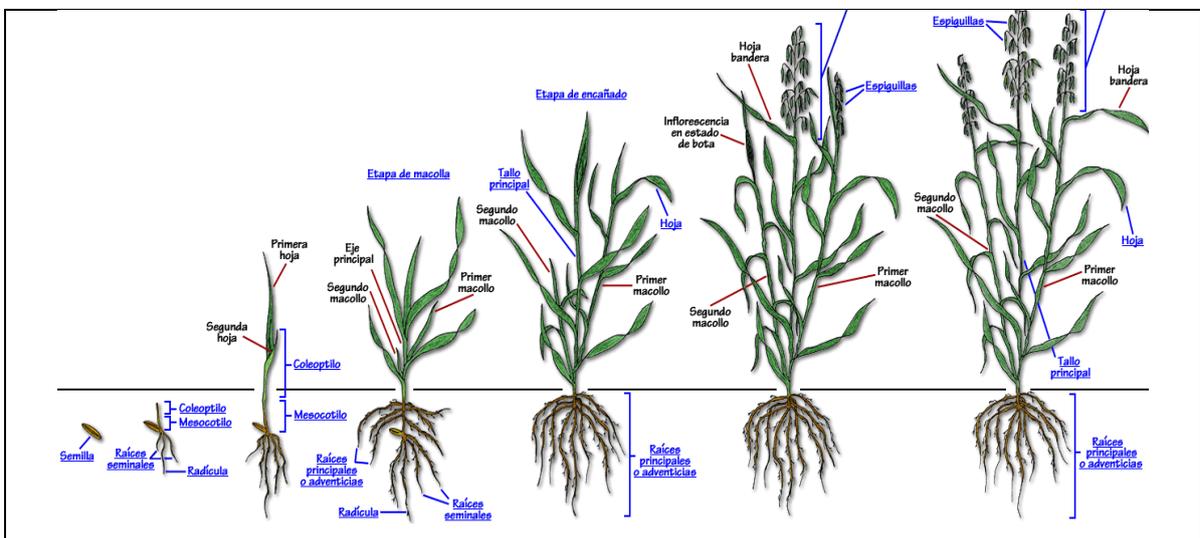


Figura 1: Fenología de la Avena (*Avena sativa*).

FUENTE: Falguenbaum y Mauat (2014)

La fenología del cultivo de *Vicia villosa* (Figura 2) propuesta por Mischler *et al.* (2010), citado por Juárez (2012) se fundamenta en el seguimiento del estado de desarrollo de los primeros cinco nudos ubicados en cada rama, en la cual el estado vegetativo 1 no presenta

flores en las yemas; del 2 al 6 se observan los diferentes estados de floración y del 7 al 9 los diferentes estados de formación de vaina (temprano-medio-tardío)

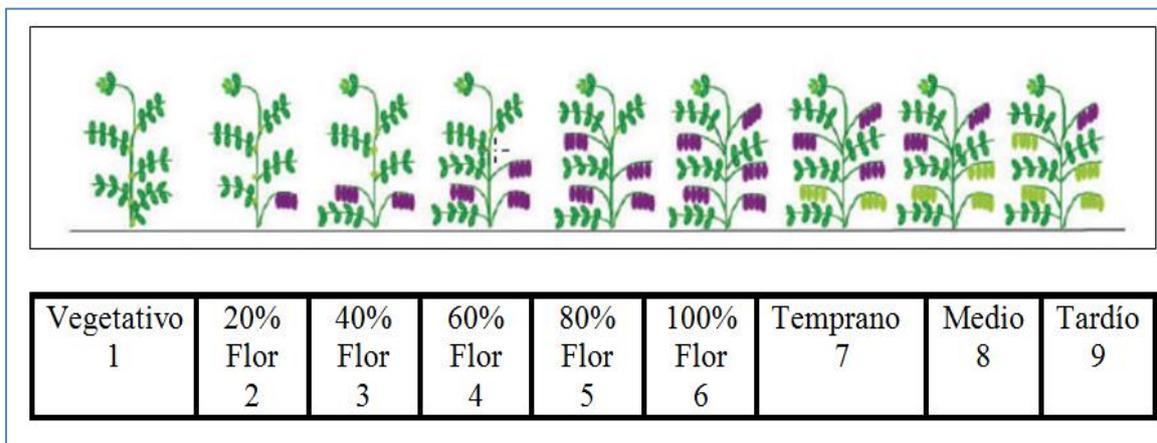


Figura 2: Fenología de la Vicia (*Vicia villosa*).

FUENTE: Juárez (2010)

La edad de corte es el período transcurrido desde el inicio del rebrote hasta el momento en que la planta es cosechada. En general, los diferentes estados de desarrollo de la planta se traducen en cambios de rendimiento, relación hoja: tallo, composición, digestibilidad y consumo (Flores, 1992). Así mismo a medida que llega la madurez, disminuye el contenido de proteína cruda, grasa y minerales; aumenta los porcentajes de fibra y carbohidratos (Hurtado, 1965).

La composición química de todas las plantas es muy variable, y es afectada considerablemente por la etapa de crecimiento y la especie. Un factor importante que afecta la composición del forraje y su valor nutritivo es la etapa de madurez de la planta en el momento de cosecha o pastoreo (Pond *et al.*, 2003). Para la cosecha se debe tener en consideración la calidad y cantidad de forraje que queremos obtener (Chávez y Gómez, 1999)

2.3 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE CULTIVARES DE AVENA Y VICIA

La estimación del área foliar constituye un índice importante para establecer la capacidad de las plantas : interceptar la luz, realizar fotosíntesis y producir bienes agrícolas (Galindo y Clavijo, 2007); así mismo, la determinación del área foliar de las plantas (sumatoria del

área de las láminas), es útil para explicar, por ejemplo, la productividad de un cultivo o variedad o para caracterizar el germoplasma y explicar las diferencias dentro del mismo, en términos fisiológicos (Seminario *et al.*, 2001).

García (1992), menciona que existen 2 métodos para determinar el área foliar y son:

- Método directo.- Este método consiste en medir directamente sobre la superficie unitaria de las hojas, utilizando un planímetro o se puede calcular el área mediante el uso de papel milimetrado contando los cm^2 existentes en la silueta trazada. Este método es generalmente preciso, laborioso e implica la destrucción de las plantas.
- Método indirecto.- Este método es el más común y consiste en medir sobre un área unitaria del terreno. Determinar las áreas reales, medir el ancho máximo y longitud de las hojas. Con esos datos establecer relaciones empíricas que permitan estimar el área promedio de la hoja. El producto de ese valor por el número de hojas de la unidad de área del terreno permite conocer el área foliar de las hojas y en consecuencia el índice de área foliar.

Pérez *et al.*, 2004 indicaron que la disminución en la producción de área foliar, en la medida que alcanza la madurez de la planta, es producto de un incremento significativo, en las pérdidas de las hojas por senescencia y descomposición a partir del sombreado en las capas inferiores de la planta.

Al evaluar y seleccionar ocho avenas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno, obtuvieron la mejor característica en hoja, en relación a la longitud y ancho de hoja con *A. sativa* línea promisorio "INIA-902 Africana" con 43.27 cm de longitud y 2.47 cm de ancho de hoja seguido de *A. sativa* línea promisorio "INIA Santa Ana" con 37.73 cm de longitud y 2.10 cm de ancho de hoja en el estadio de grano de leche (Halanoca y Argote, 2007). Asimismo en la sierra central del Perú, Noli y Ricapa (2009) obtuvieron valores de 45 cm de longitud y 2.4 cm de ancho de hoja para la *A. sativa* var. "INIA 901 Mantaro 15M", 50 cm de longitud y 2.8 cm de ancho de hoja para la *A. sativa* línea promisorio "INIA 200" y 54 cm de longitud y 2.5 cm de ancho de hoja para la *A. sativa* línea promisorio "INIA Santa Ana".

En los pastos perennes y en las leguminosas la calidad nutritiva de la planta está representada por la relación hoja: tallo, es decir al pasar de un estado vegetativo al de floración o producción de semillas, disminuirá la proporción de hojas en relación a la cantidad de tallos afectando los contenidos de proteína y minerales (Bernal, 1991). Al respecto, en estudios realizados en Puno a 3 815 m.s.n.m. con *A. sativa*, se obtuvieron valores de relación hoja: tallo para *A. sativa* línea promisorio “INIA-902 Africana” con 0.96, *A. sativa* “Local” con 0.86, *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” con 0.85, *A. sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana” con 0.80 y *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15” con 0.73 todas en el estadio de floración (Halanoca y Argote, 2007)

La altura de planta es una característica que depende de su interacción genotipo/medio ambiente. En el cual los factores que inciden en esta variable son nutricionales, textura de suelo, sanidad de las plantas, temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar (Avalos, 2009).

En el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (I.V.I.T.A) Jauja se condujo un experimento con 31 variedades de *A. sativa* con el objetivo de determinar la o las mejores variedades en rendimiento cuantitativo y cualitativo, se determinó, que no siempre las variedades más altas son las de mayor rendimiento, porque no son muy vigorosas y tienden al tumbado, mientras que las variedades vigorosas y con una buena distribución de la población fueron las que alcanzaron los más altos rendimientos (Hurtado, 1965).

De igual manera UNALM (2007) reporto a la *A. sativa* var. “Centenario” como una variedad vigorosa que se caracteriza por poseer un follaje verde claro, tallo de grosor intermedio con pubescencia en los nudos y una altura promedio de plantas de 1.95 m, en condiciones de sierra a la edad de 104 días aproximadamente, edad en que se da el inicio de floración.

También en otros estudios realizados sobre la caracterización agronómica de diferentes variedades de *A. sativa* se obtuvieron valores de 1.45, 1.53 y 1.47 m para la característica altura de planta con la var. “INIA 901 Mantaro 15”, línea promisorio código INIA 2000 y

línea promisorio código INIA Santa Ana respectivamente (Noli y Ricapa, 2009). Por otro lado Halanoca y Argote (2007) reporto alturas promedio de 1.30, 1.39, 1.39 para la *A sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15” en inicio de floración, *A sativa* línea promisorio código INIA 2000 en floración y *A sativa* línea promisorio código INIA Santa Ana en floración respectivamente.

Según la descripción morfológica de la *V. sativa* var. “INIA 906 – Caxamarca” tiene habito de crecimiento trepador, altura de planta de 130 cm , número de hojas de 8 a 10, llegando a la floración aproximadamente a los 90 días, con un periodo vegetativo para grano de 195 días y un periodo vegetativo para forraje verde de 95 días (INIA, 2013).

En un estudio realizado en la sierra central del Perú, en la comunidad campesina de la zona de altura del distrito de Sincos – Junín, se reportó para *V sativa* “local” una altura de 37 cm en el estadio de inicio de floración y para *A. sativa* alturas de planta de 95, 98, 99, 95 en el estadio de grano lechoso con las var. “INIA 901 Mantaro 15”, línea promisorio. “INIA Santa Ana” y línea promisorio “INIA 2000” respectivamente (Bartl *et al.* 2007)

2.4 RENDIMIENTO FORRAJERO DE CULTIVARES DE AVENA Y VICIA

En condiciones del Valle de Mantaro a una altitud de 3200 m.s.n.m. se reportaron rendimientos de forraje para la *A. sativa* en sus diferentes variedades y estadios fenológicos. En el estadio de Inicio de floración el rendimiento fue de 24412, 16904, 17552 kg MS/ha para la *A. sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana”, *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” y *A. sativa* “Local” respectivamente; en el estadio de grano lechoso el rendimiento forrajero fue de 30040, 29971 y 27979 kg MS/ha para la *A. sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana”, *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” y *A. sativa* “Local” respectivamente; y en el último estadio de grano pastoso el rendimiento fue de 35602, 31719 y 29035 kg MS/ha para la *A. sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana”, *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” y *A. sativa* “Local” respectivamente. Concluyendo que las líneas promisorio “INIA 2000” y “INIA Santa Ana” superaron en rendimiento forrajero a la *A. sativa* “Local” en sus tres estadios fenológicos (Noli *et al.* 2008)

Sin embargo en las comunidades de Chalhuanca y Sallahuachac, distrito de Sincos, a una altitud de 3800 m.s.n.m. se reportaron rendimientos forrajeros en el estadio de grano lechoso de 5 300, 5700, 6000, 6000 kg MS/ha para *A. sativa* local, *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000”, *A. sativa* línea promisorio.” INIA Santa Ana” y *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15” respectivamente y un rendimiento de 1900 kg MS/ha para *V. sativa* “local” en el estadio de inicio de floración (Bartl *et al.*, 2007). Por otra parte en un estudio realizado con *A. sativa* variedad ‘Centenario’ en estadio de panícula totalmente desplegado (100 por ciento de floración), se reportó un rendimiento de forrajero verde de 61000 kg/ ha con 23 por ciento de materia seca en condiciones de sierra (UNALM, 2007).

También en la sierra central del Perú a una altitud de 3600 m.s.n.m. se evaluaron rendimientos de materia seca de *A. sativa* a diferentes estadios fenológicos obteniéndose valores de 16900, 17300 y 19100 kg MS/ha con la variedad “INIA 901 Mantaro 15” en los estadios fenológicos, hoja bandera (hoja superior de todo tallo principal), floración completa y grano lechosos respectivamente (Enciso, 1998).

Asimismo en el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales de Altura I.V.I.T.A en la provincia de Jauja se realizaron evaluaciones a 31 variedades de *A. sativa* en el estadio de punto de leche a 138 días de edad, en el cual se concluyó que la variedad AJAX Ranson N.O. 55. 3A01-53-1-1 tuvo el mayor rendimiento de materia seca con 11273.5 kg MS/ha, seguido de la variedad L.M. HJA2xRooney 3xBlack Mes. X Fretrapoid Minn 64-B456 con 10653.7 5 kg MS/ha (Hurtado, 1965).

En trabajos de investigación realizados con la *V. sativa* var. “INIA 906 – Caxamarca” se obtuvo rendimiento de forraje verde de 34000 kg/ha y rendimiento en materia seca de 9000 kg MS/ha, considerando un periodo vegetativo para cosecha de 95 días para la producción de forraje y de 195 días para la producción de grano (INIA, 2013).

2.5 VALOR NUTRITIVO DE LOS CULTIVARES DE AVENA Y VICIA

El valor nutritivo de un forraje puede definirse como la descripción de las características, que permiten cumplir la función de proveer una nutrición adecuada al animal, estando ligado al conocimiento de los requerimientos nutricionales del animal (Flórez y

Malpartida, 1987). Existen cuatro categorías principales que se usan para medir el valor nutritivo de los forrajes: la composición química, la digestibilidad, el consumo y la utilización neta por el animal. El análisis químico es el punto de partida para determinar el valor nutritivo de los alimentos, pero el valor real de los nutrientes ingeridos depende del uso que de ellos puede hacer el organismo (Maynard y Loosli, 1975).

2.5.1 Proteína Cruda (PC)

La importancia del contenido protéico en el alimento radica en que éste, proporciona el nitrógeno necesario para la formación de los tejidos en los animales y para nutrir los microorganismos del rumen, los cuales a su vez ayudan en la transformación de la energía proveniente de las plantas (Rodríguez *et al.*, 1986). Además se menciona que niveles muy bajos de proteína en forrajes y pasturas muy maduras, están asociados con una reducción en el consumo. Así mismo el nivel crítico de proteína del forraje se encuentra comúnmente en un rango de 4 a 6 por ciento en base seca. Sin embargo, en vacunos este punto crítico se eleva, alrededor del 7 por ciento, necesidad mínima de proteína para el mantenimiento del peso corporal del animal (Minson, 1990; Alegría 1999).

En la sierra central del Perú, a nivel de la comunidad campesina del distrito de Sincos se evaluó el valor nutricional de especies forrajeras anuales, donde se encontró valores de PC de 27.1 por ciento para *V. sativa* “local” en inicio de floración. Así mismo se encontró valores de proteína de 10.5, 10.4, 10.6 y 9.8 por ciento para la *A. sativa* local, *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000”, *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000”, *A. sativa* línea promisorio.” INIA Santa Ana” y *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15” respectivamente todas en el estadio de grano lechoso (Bartl *et al.*, 2007). Sin embargo INIA (2006) reporto para la *A. sativa* var. “INIA 901-Mantaro 15M” valores de 7.57 a 10.15 por ciento de proteína cruda a los 150 días, periodo vegetativo para forraje verde.

Al analizar la calidad forrajera de la *A. sativa* var. ‘Centenario’ en el estado de panícula (100 por ciento de floración) dio como resultado un valor de 11.16 por ciento de PC con 23.01 por ciento de materia seca (UNALM 2007)

En un estudio realizado en Argentina se evaluó en *A. sativa* var. “Cristal” la variación del contenido de PC durante el ciclo vegetativo, donde se obtuvo valores de 18.66, 11.65,

8.84, 8.56, 8.31, 6.94, 5.40, 2.94 por ciento en el estadio de panoja embuchada, panoja recién emergida, floración plena, grano lechoso, grano pastoso, grano duro, planta seca y tallo seco (rastrojo) respectivamente, donde es notorio que al aumentar la edad disminuye el contenido de proteína cruda (Lagrange *et al.*, 2006).

Se condujo un experimento bajo condiciones del valle del Mantaro a una altura de 3320 m.s.n.m., para la evaluación del porcentaje de proteína cruda de 31 variedades de *A. sativa*, en el estadio de punto de leche a 138 días de edad, donde se reportó un mayor porcentaje de proteína cruda para la var. “AJAX Ranson N.O. 55. 3A01-53-1-1” con un valor de 8.85 por ciento con 35.9 por ciento de MS, seguido de la var. “Pur 595 Rc4-5-3 R×T×R.L×12763×CTN×Bd 2×PI 174545-3-4x Milford2 × CTN2 Sola 674-3xCld 602xcid 3×5Bda” con un valor de 8.84 por ciento con 36.4 por ciento de MS (Hurtado, 1965).

Se realizó la valoración químico nutricional de recursos alimenticios en la zona Alta del Cuzco, en él se reportó para la *V. sativa* 33.08 por ciento de PC con 17.26 por ciento de materia seca en el estadio de pre botón y 29.37 por ciento de PC con 21.38 por ciento de materia seca en el estadio de inicio de floración (Vélez *et al.*, 2010)

2.5.2 Fibra Detergente Neutro (FDN)

La FDN, compuesta por la celulosa, hemicelulosa y lignina, constituye una fracción parcialmente digestible en rumiantes y baja en no rumiantes. Así mismo cuando mayor sea el valor de la fibra detergente neutro de una especie, menor será su valor nutricional (Rodríguez *et al.*, 1986). Al respecto, Bogdan (1997) indica que el contenido de fibra cruda en plantas jóvenes es del 22-25 por ciento, en plantas adultas es del 30-40 por ciento y particularmente alta en los pastos de fibra dura, por lo que el contenido de fibra cruda aumenta conforme la edad de la planta.

La porción fibrosa de un forraje es resistente a la degradación microbiana ruminal. Así mismo se estima un 70 por ciento de fibra detergente neutro como nivel máximo crítico en pastos. Contenidos mayores puede afectar la producción reflejándose en menores ingestas y pérdida de peso de los animales (Echevarría, 1994).

En la Sierra Central sobre 3800 m.s.n.m. se evaluaron diferentes pastos bajo condiciones de secano y reportaron valores de 37.7, 58.5, 58.1, 58.5, 58.4 por ciento de FDN para *V. sativa* “local”, en estadio de inicio de floración, *A. sativa* local, *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000”, *A. sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana” y *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15”, en estadio de grano lechoso, respectivamente. Bartl *et al.* (2007)

De igual manera se evaluó la *A. sativa* var. “Centenario”, en el estadio de panícula (100 por ciento de floración) y dio como resultado 52.63 por ciento de FDN con 23.01 por ciento de materia seca. Asimismo se reportó 71.27 por ciento de DIVMS (Digestibilidad in vitro de la materia seca) y 61.27 por ciento de DIVMO (Digestibilidad in vitro de materia orgánica) (UNALM, 2007).

Por otro lado estudios realizados por Lagrange *et al.* (2006) con *A. sativa* var. “Cristal”, obtuvieron valores de FDN de 41.1, 45.3, 48.1, 51.6, 53.4, 53.7, 58.5 y 80.9 por ciento de en el estadio de panoja embuchada, panoja recién emergida, floración plena, grano lechoso, grano pastoso, grano duro, planta seca y tallo seco (rastroy) respectivamente, donde es notorio que al aumentar la edad aumenta el contenido de fibra detergente neutro.

También se realizó un diagnóstico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario del Valle del Mantaro, en el la *V. sativa* “local” reporta 49.73 por ciento de FDN con 26.90 por ciento de materia seca (Laforé, 1999). Así mismo Vélez *et al.*, (2010) registraron en el Cuzco el valor nutritivo de la *V. sativa*, obteniendo 34.67 por ciento de FDN, en estadio de pre botón y 34.77 por ciento de FDN, en estadio de inicio de floración.

2.5.3 Nutrientes Digestibles Totales (NDT) y Energía Neta de lactación (ENI)

Un método para expresar el contenido de energía presente en el alimento son los nutrientes digestibles totales (NDT) y se expresan en términos de porcentaje. Al respecto De la Vega (2016) menciona que una res para su mantenimiento requiere alrededor de 56 por ciento de NDT en base a los kilogramos de materia seca suministrada; esta cantidad se incrementa a 70 por ciento y 75 por ciento para la reproducción y la producción de leche respectivamente. Así mismo el ganado en engorde intensivo puede desempeñarse bien con

65 por ciento de NDT en base a los kilogramos de materia seca suministrada y las crías desde el nacimiento hasta los 75 kg de peso vivo requieren 75 por ciento a 85 por ciento de NDT en base a los kilogramos de materia seca suministrada.

En el Valle del Mantaro se realizó un diagnóstico alimenticio y composición química nutricional de los principales insumos de uso pecuario, en él se reportó 59.42 por ciento de NDT para la *A. sativa* y 45.59 por ciento de NDT para la *Vicia sativa* (Laforé, 1999)

En la literatura se menciona que la ENI es la porción de la energía total que contiene un forraje o alimento que utiliza el animal para producir leche y mantener las funciones de su cuerpo (Schoereder, 2004). Así mismo el NRC (2001) sugiere que una vaca Holstein de 690 kg de peso vivo (PV) con una producción lechera de 25 kg requiere de 1.5 a 1.85 Mcal de ENI/kg de MS para vacas al inicio de la lactancia; en dicha escala de energía, las deficiencias pueden retrasar el desarrollo de la glándula mamaria en vacas de primer parto y reducir la cantidad de leche obtenida en vacas adultas.

En estudios realizados en la sierra central sobre los 3800 m.s.n.m. la *A. sativa* “Local” reportó 1.31 Mcal/kg MS de ENI y la *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15” obtuvo 1.33 Mcal/kg MS de ENI en el estadio de grano lechoso (Bartl *et al.*, 2007). Así mismo en Arequipa (Irrigación Majes, Santa Rita de Sigwas, LA Joya Antigua, Campiña de Arequipa) se evaluó la composición química nutricional de la *A. sativa*, en él se reportó 1.39 Mcal /kg MS de ENI en el estadio de floración. En este mismo estudio para la zona de Cuzco (Anta – Epoca húmeda) se obtuvo valores de 1.29 Mcal /kg MS de ENI en el estadio de inmadura y 1.00 Mcal /kg MS de ENI en el estadio de grano lechoso para la *A. sativa* (Vélez *et al.*, 2010).

Por otro lado en la sierra sur del Perú a una altitud de 3800 m.s.n.m. se evaluó la composición química nutricional de la *V. sativa*, donde se obtuvo valores de 1.37 y 1.28 Mcal/kg MS de ENI en el estadio de pre botón e inicio de floración respectivamente, donde se observa que al aumentar la edad disminuye la energía neta de lactación (Vélez *et al.*, 2010).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto Regional de Desarrollo de Sierra (IRD - Sierra) de la Universidad Nacional Agraria La Molina ubicada en el valle del Mantaro, margen izquierda del río Mantaro, en el distrito de San Juan de Yanamuclo, provincia de Jauja, departamento de Junín, a una altitud de 3 313 m.s.n.m. La zona de estudio, esta ecológicamente incluida dentro del bosque húmedo - montano tropical (Tosí, 1960).

El experimento tuvo una duración de 5 meses comprendidos desde el mes de noviembre 2007 a marzo de 2008, período correspondiente a las lluvias.

En la Figura 3 se muestran las temperaturas, en el periodo de estudio: la temperatura mínima promedio estuvo en 6.22°C y la temperatura máxima promedio fue 19.43° C.

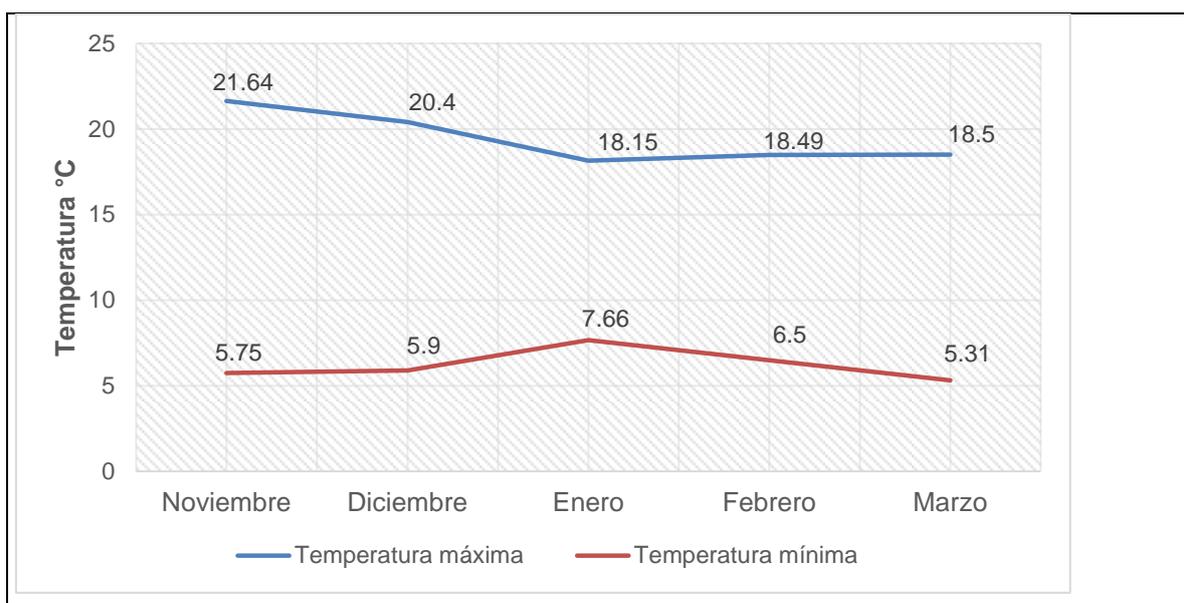


Figura 3: Temperatura mínima y máxima mensual (°C) del año 2007 y 2008
FUENTE: Senamhi (2008).

En la Figura 4 se presenta la precipitación promedio por mes, de noviembre 2007 a marzo 2008, alcanzándose la máxima precipitación en el mes de enero (107.60 mm)

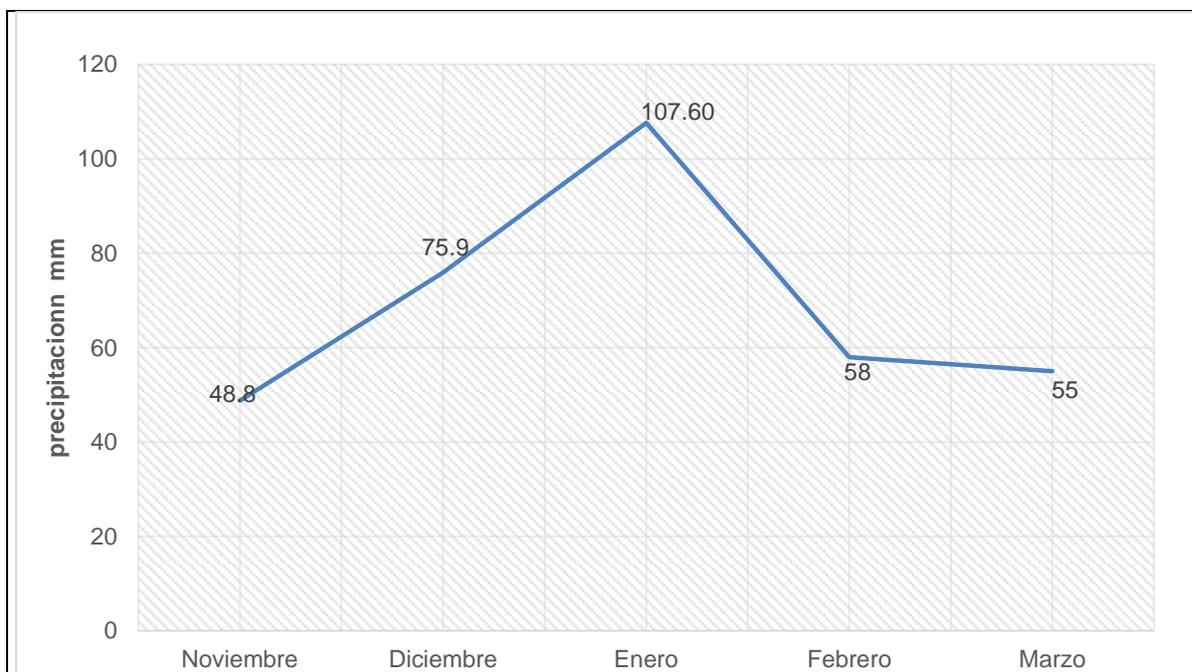


Figura 4: Precipitación promedio por mes (mm) de los años 2007 y 2008
FUENTE: Senamhi (2008).

El relieve del área en estudio presentó una pendiente del 5 al 10 por ciento y en el Cuadro 1 se muestra los resultados del análisis del suelo (Anexo II) mostrando una textura franco arenoso, con un contenido de materia orgánica alta de 10.18 por ciento, nitrógeno altamente disponible de 0.5 por ciento y fósforo con potasio medianamente disponible. Anterior a la conducción del estudio experimental los suelos fueron utilizados con el cultivo de papa.

Cuadro 1: Análisis de suelo del área experimental.

Descripción	Valores	Interpretación
Textura:		
- Arena	44.8 %	Franco arenoso
- Arcilla	31.2 %	
- Limo	24.0 %	
Acidez (pH)	7.2	Normal
Materia orgánica	10.18 %	Nivel alto
Fosforo	7.4 ppm	Nivel medio
Potasio	181.3 ppm	Nivel medio
Nitrógeno	0.5 %	Nivel alto

FUENTE: Laboratorio de Suelos - INIA (2007).

3.2 CULTIVOS FORRAJEROS

Se evaluaron los siguientes cultivos forrajeros que comprenden: dos variedades avena, dos líneas promisorias de avena y dos especies de vicia. Estos a la vez se organizaron en dos grupos de cuatro cultivos de avenas y tres cultivos de vicias para su evaluación, según se detalla en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Especies y variedades de cultivos forrajeros.

Grupo	Familia	Cultivos forrajeros		Procedencia
Avenas	Gramíneas	Variedad	<i>Avena sativa</i> var. “Centenario”	UNALM
			<i>Avena sativa</i> var. “INIA 901 Mantaro 15”	INIA - Hyo
		Líneas Promisorias	<i>Avena sativa</i> línea promisoría. “INIA 2000”	INIA - Hyo
			<i>Avena sativa</i> línea promisoría. “INIA Santa Ana”	INIA - Hyo
Vicias	Leguminosas	Especies	<i>Vicia sativa</i> “Local”	Mercado Local (Jauja)
			<i>Vicia sativa</i> línea promisoría. “INIA”	INIA - Hyo
			<i>Vicia atropurpurea</i>	HORTUS - Hyo

3.3 ESTADÍOS FENOLÓGICOS

Tanto las avenas como las vicias fueron evaluadas en sus estadíos fenológicos que se indican a continuación:

3.3.1 Avenas

- Inicio de floración. Cuando en un metro cuadrado, el 50 por ciento de las plantas muestren las inflorescencias. La floración ocurre dos a cuatro días después de que la

espiga ha emergido completamente y es notorio por la presencia de las anteras (Chávez y Gómez, 1999).

- Grano lechoso. Cuando en un metro cuadrado, el 50 por ciento de las plantas muestren los granos de consistencia lechosa. Los granos se están formando dentro de un fluido blanco que puede ser presionado y salir fuera del grano (Chavéz y Gómez, 1999).
- Grano pastoso. Cuando en un metro cuadrado el 50 por ciento de las plantas muestren los granos de consistencia pastosa. El contenido de agua es menor al 30 por ciento y el contenido del grano puede ser dividido con la uña (Chávez y Gómez, 1999).

3.3.2 Vicias

- Inicio de floración. Cuando en un metro cuadrado el 50 por ciento de las plantas muestren las inflorescencias.
- Floración completa. Cuando en un metro cuadrado el 100 por ciento de las plantas muestren las inflorescencias.
- Formación completa de vaina. Cuando en un metro cuadrado el 100 por ciento de las plantas muestren vainas completamente formadas.

3.4 TRATAMIENTOS

Los tratamientos corresponden a la combinación de los cultivos forrajeros por los estadios fenológicos, dando lugar para el grupo de avenas 12 tratamientos (Cuadro 3) y para el grupo de vicias 9 tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 3: Tratamientos en el grupo de avenas.

Combinación		
Tratamientos	Cultivos de avena	Estadíos fenológicos
T1	<i>Avena sativa</i> var. “INIA 901 Mantaro 15”	inicio de floración
T2	<i>Avena sativa</i> var. “INIA 901 Mantaro 15”	grano lechoso
T3	<i>Avena sativa</i> var. “INIA 901 Mantaro 15”	grano pastoso
T4	<i>Avena sativa</i> línea promisorio. “INIA Santa Ana”	inicio de floración
T5	<i>Avena sativa</i> línea promisorio. “INIA Santa Ana”	grano lechoso
T6	<i>Avena sativa</i> línea promisorio. “INIA Santa Ana”	grano pastoso
T7	<i>Avena sativa</i> línea promisorio. “INIA 2000”	inicio de floración
T8	<i>Avena sativa</i> línea promisorio. “INIA 2000”	grano lechoso
T9	<i>Avena sativa</i> línea promisorio. “INIA 2000”	grano pastoso
T10	<i>Avena sativa</i> var. “Centenario”	inicio de floración
T11	<i>Avena sativa</i> var. “Centenario”	grano lechoso
T12	<i>Avena sativa</i> var. “Centenario”	grano pastoso

Cuadro 4: Tratamientos en el grupo de vicias.

Combinación		
Tratamientos	Cultivos de vicias	Estadíos fenológicos
T1	<i>Vicia sativa</i> “Local”	inicio de floración
T2	<i>Vicia sativa</i> “Local”	floración completa
T3	<i>Vicia sativa</i> “Local”	formación completa de vaina
T4	<i>Vicia sativa</i> línea promisorio. “INIA”	inicio de floración
T5	<i>Vicia sativa</i> línea promisorio. “INIA”	floración completa
T6	<i>Vicia sativa</i> línea promisorio. “INIA”	formación completa de vaina
T7	<i>Vicia atropurpurea</i>	inicio de floración
T8	<i>Vicia atropurpurea</i>	floración completa
T9	<i>Vicia atropurpurea</i>	formación completa de vaina

3.5 VARIABLES EVALUADAS

El grupo de avenas y vicias fueron evaluadas cuando llegaron a su respectivo estadio fenológico y se tomó como muestra un metro cuadrado al azar en la parcela, esto se hizo con la ayuda de un cuadrante, sin considerar las zonas laterales de la parcela y en lugares diferentes en cada estadio fenológico.

3.5.1 Características Agronómicas

Para evaluar las características agronómicas de las avenas y vicias forrajeras en sus diferentes estadios fenológicos se tomó en cuenta los siguientes procedimientos para cada parámetro:

a. Área foliar

Esta dado por la sumatoria del área foliar de cada una de las hojas de la planta y se estimó mediante la siguiente fórmula (Miralles y Slafer, 1990; citado por Venanzi y Kruger, 2002)

$$AF = (L \times A) \times 0.835 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Dónde:

L = Largo de la hoja (cm)

A = Ancho de la hoja (cm)

0.835 = Factor de corrección

AF = Área Foliar (cm²)

Se midió el largo y el ancho de la hoja con ayuda de una regla métrica considerando 5 plantas al azar dentro de 1 m² en la parcela por tratamiento, hallando finalmente el área foliar promedio por planta en cm². Este parámetro se consideró sólo para el grupo de avenas.

b. Relación hoja: tallo

Para esta variable se separó las hojas del tallo de la planta y se pesaron por separado las hojas y el tallo, luego se dividió el peso de las hojas sobre el peso del tallo, esta evaluación se repitió en 10 plantas tomadas al azar dentro de 1 m² en la parcela por tratamiento, finalmente se halló la relación hoja/tallo promedio por planta.

c. Altura de la planta

Se midió longitudinalmente con una cinta métrica desde la base del tallo hasta el último nudo, donde sostiene o emerge la última hoja de la planta en avenas o donde se sostiene la última rama de hojas en vicias, se consideró 10 plantas al azar en 1 m² en la parcela por tratamiento y se halló el promedio de altura de planta en metros.

d. Diámetro de tallo

La medición del diámetro del tallo se realizó con el instrumento denominado “pie de rey”. Dicha medición se realizó en la mitad de la altura de la planta, tanto para el grupo de avenas y vicias, considerando 10 plantas al azar en 1 m² en la parcela por tratamiento. Así se determinó el promedio de diámetro de tallo por planta en milímetros.

3.5.2 Rendimiento Forrajero

Se realizó un corte al ras del suelo de todas las plantas cuya corona se encontraron dentro de 1m² en la parcela para cada tratamiento y se registró el peso fresco inicial; tomándose una sub - muestra de cada corte. Fueron enviadas al Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la Universidad Nacional Agraria La Molina; donde fueron picadas y secadas a 60°C por 48 horas (AOAC, 2005) en una estufa de aire circulante y luego se pesó las sub - muestras para obtener el peso final y determinar el porcentaje de humedad inicial. Finalmente se llevó a la molienda en molino Willey con malla de 1 mm

para el análisis químico y se obtuvo la humedad final a 105°C por 12 horas (AOAC, 2005) donde se calculó la humedad total y materia seca para determinar el rendimiento de peso seco en kg MS/ha.

3.5.3 Parámetros Nutricionales

Luego del secado y molienda las muestras fueron analizadas químicamente, para la determinación del contenido de proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN), de acuerdo a AOAC (2005) y Van Soest (1965); respectivamente. Adicionalmente se estimó el contenido de energía neta de lactación (ENI) y nutrientes digestibles totales (NDT), a partir de los valores de PC y FDN, mediante las ecuaciones que se muestran a continuación (Robinson *et al.*, 2004)

$$\begin{aligned} \text{NDT} &= 80.54 - (0.52858 * \text{FDN}) + (0.43147 * \text{PC}) \\ \text{ENI} &= 0.820 - (0.00661 * \text{FDN}) + (0.00557 * \text{PC}) \end{aligned}$$

Dónde:

NDT: Nutrientes Digestibles Totales en porcentaje en Base Seca.

ENI: Energía Neta de lactación en Mcal/ lb MS.

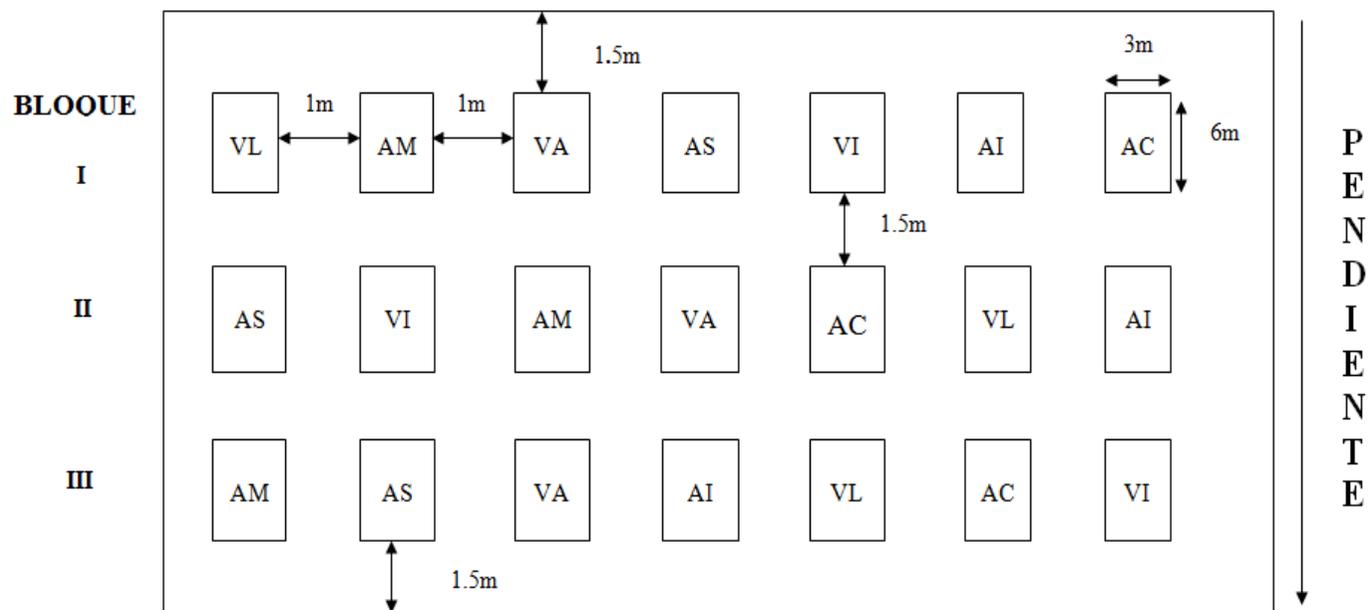
FDN: Fibra Detergente Neutro en porcentaje en Base Seca.

PC: Proteína Cruda en porcentaje en Base Seca.

Los resultados de ENI fueron expresados en Mcal/kg MS utilizando el factor de equivalencia de 2.2046 lb/kg MS.

3.6 INSTALACIONES Y MANEJO DE LAS AVENAS Y VICIAS

El área experimental tuvo una extensión total de 720 m² en cuyo interior se han instalado tres bloques con siete parcelas cada uno (Figura 5). Los cultivos forrajeros fueron distribuidos en parcelas de 3 m de ancho y 6 m de largo en cada bloque. Entre parcela y parcela se dejó un espacio de 1 m para facilitar las evaluaciones.



AM: *Avena sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15”

AS: *Avena sativa* línea promisoría. “INIA Santa Ana”

AI: *Avena sativa* línea promisoría. “INIA 2000”

AC: *Avena sativa* var. “Centenario”

VL: *Vicia sativa* “Local”

VI: *Vicia sativa* línea promisoría. “INIA”

VA: *Vicia atropurpurea*

Figura 5: Distribución al azar de los cultivos forrajeros al interior de bloques.

La preparación del terreno se inició el 14 de noviembre con el arado del terreno a una profundidad de 30 cm. Luego de una semana se agregó estiércol de ganado vacuno a razón de 50 ton/ha/año (Alegría, 1999) y se prosiguió con el rastreo con ayuda de una rastra cruzada con el fin de mullir el terreno e introducir el estiércol al terreno.

La siembra se realizó el 21 de Noviembre utilizando el método de siembra al voleo, para ello se utilizó una densidad de siembra de 80kg/ha para el grupo de avenas y 50kg/ha para el grupo de vicias (Bartl *et al.*, 2007).

La fertilización se realizó conjuntamente con la siembra utilizando el método al voleo, para el grupo de avenas se utilizó la fórmula de 80-80-40 de NPK (Bartl *et al.*, 2007). El nitrógeno se aplicó en las formas de fosfato di-amónico donde se puso la dosis completa al momento de siembra y de úrea donde el 66 por ciento se puso al momento de macollado a los 30 días y el 34 por ciento a los 60 días después del deshierbo; con relación al fósforo se usó fosfato di-amónico y se aplicó la dosis completa al momento de siembra, en el caso de potasio se usó cloruro de potasio y se aplicó la dosis completa al momento de siembra.

Para el grupo de vicias se utilizó la fórmula de 30-80-40 de NPK (Bartl *et al.*, 2007). El nitrógeno se aplicó en la forma de fosfato di-amónico y se aplicó la dosis completa al momento de siembra, con relación al fósforo se usó el fosfato di-amónico y se aplicó la dosis completa al momento de siembra, y en el caso de potasio se usó cloruro de potasio y se aplicó la dosis completa al momento de siembra.

Luego de la siembra y fertilización se procedió a tapar con rastrillo las parcelas experimentales. A los 60 días de siembra se realizó el deshierbo en las parcelas experimentales. Para el grupo de vicias se hizo manualmente y para el grupo de avenas se aplicó un herbicida de nombre Hedonal – 6 a una dosis de 1 litro/ha.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Calzada (1982) menciona que siempre que existe la presencia de una fuente de variabilidad en las unidades experimentales se debe emplear el diseño de bloques completos al azar. El terreno en estudio presenta una ligera pendiente que es una fuente de variabilidad en las unidades experimentales o parcelas experimentales por lo que se formó tres bloques I, II y III para el grupo de avenas y vicias.

3.7.1 Avenas

Los valores que expresaron el área foliar, relación hoja: tallo, altura de la planta, diámetro de tallo y rendimiento forrajero; fueron analizados bajo un Diseño de Bloques Completos al azar, con arreglo factorial de 3x4 (3 estadíos fenológicos x 4 cultivos de avena), donde los tratamientos corresponden a la combinación de los estadíos fenológicos por los cultivos forrajeros de avena; y con el siguiente modelo aditivo lineal (Calzada, 1982)

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + V_j + (E*V)_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Es la observación del i-ésimo estadío fenológico del j-ésimo cultivo de avena del k-ésimo bloque de las variables de respuesta: área foliar (cm²), relación hoja/tallo, altura de planta (m), diámetro de tallo (mm) y rendimiento (kg MS/ha).

μ = Promedio general

E_i = Efecto del i-ésimo estadío fenológico de la avena

V_j = Efecto del j-ésimo cultivo de la avena

$(E*V)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo estadío fenológico por el j-ésimo cultivo de avena

B_k = Efecto del k-ésimo bloque

e_{ijk} = Error experimental

Para el análisis de varianza se utilizó el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1.

Para determinar si hubo diferencias significativas entre tratamientos se utilizó la prueba de Duncan para la comparación de medias, todos a un nivel de significancia estadística de 0.05.

3.7.2 Vicias

Los valores que expresaron la relación hoja:tallo, altura de la planta, diámetro de tallo y rendimiento forrajero; fueron analizados bajo un Diseño de Bloques Completos al azar, con arreglo factorial de 3x3 (3 estadíos fenológicos x 3 cultivos de vicia), donde los tratamientos corresponden a la combinación de los estadios fenológicos por los cultivos forrajeros de vicia; y con el siguiente modelo aditivo lineal (Calzada, 1982)

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + V_j + (E*V)_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Es la observación del i-ésimo estadío fenológico del j-ésimo cultivo de vicia del k-ésimo bloque de las variables de respuesta: relación hoja/tallo, altura de planta (m), diámetro de tallo (mm) y rendimiento (kg MS/ha).

μ = Promedio general

E_i = Efecto del i-ésimo estadío fenológico de la vicia

V_j = Efecto del j-ésimo cultivo de la vicia

$(E*V)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo estadío fenológico por el j-ésimo cultivo de la vicia

B_k = Efecto del k-ésimo bloque

e_{ijk} = Error experimental

Para el análisis de varianza se utilizó el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1.

Para determinar si hubo diferencias significativas entre tratamientos, se utilizó la prueba de Duncan para la comparación de medias, todos a un nivel de significancia estadística de 0.05.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 AVENA (*Avena sativa*)

4.1.1 Características Agronómicas

a. Área foliar

Los valores promedios del área foliar de los cuatro cultivos de avena en tres estadios fenológicos se muestran en el Cuadro 5. En este estudio hubo diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre estadios fenológicos y no encontrándose diferencias significativas ($P > 0.05$) entre cultivos de avena y entre la interacción estadio fenológico por cultivo de avena (Anexo V).

Al comparar las medias ($P < 0.05$) de los estadios fenológicos de avena, la mayor área foliar de avena se dio en el estadio de inicio de floración (169.2 cm^2), el cual difiere del estadio de grano lechoso (63.3 cm^2) y del estadio de grano pastoso (31.4 cm^2). Por otro lado, vemos que a medida que pasa de un estadio fenológico a otro el área foliar disminuye, esto se atribuye a las pérdidas de las hojas basales por senescencia y descomposición, a partir del sombreado en las capas inferiores de la planta a medida que aumenta la edad del pasto (Pérez *et al.*, 2004)

Al comparar las medias entre cultivos de avena, no se evidenció diferencia significativa ($P > 0.05$). Sin embargo se aprecia que la *A. sativa* var. “Centenario” (105.7 cm^2) obtuvo el más alto valor numérico de área foliar sobre los demás cultivos de avena, seguido de la *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” (95.9 cm^2), *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15” (90.1 cm^2) y *A. sativa* línea promisorio. “INIA Santa Ana” (71.8 cm^2).

Cuadro 5: Área foliar (cm²) de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio Fenológico			
	Inicio de floración	Grano lechoso	Grano pastoso	Promedio
<i>A. sativa</i> var. “INIA 901 Mantaro 15”	186.5 ^{a,b}	67.34 ^{c,d}	46.97 ^d	90.1^a
<i>A. sativa</i> línea promisorio. “INIA Santa Ana”	148.15 ^b	54.66 ^d	15.57 ^e	71.8^a
<i>A. sativa</i> línea promisorio “INIA 2000”	186.01 ^{a,b}	87.89 ^c	14.3 ^e	95.9^a
<i>A. sativa</i> var. “Centenario”	237.93 ^a	72.03 ^{c,d}	59.10 ^d	105.7^a
Promedio	169.2^a	63.3^b	31.4^c	

^{a,b,c,d,e} Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas (P<0.05) a la prueba de Duncan.

Al análisis de medias ($P < 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 5) la *A. sativa* var. “Centenario” en inicio de floración presento mayor área foliar (237.93 cm^2) que los demás tratamientos, pero similar a la *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15” (186.5 cm^2) en inicio de floración y *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” (186.01 cm^2) en inicio de floración. Así mismo la importancia del área foliar radica en que a mayor área foliar de un cultivo mayor intercepción de luz para realizar fotosíntesis y producir bienes agrícolas, por ejemplo reflejado en mayor contenido de materia seca (Galindo y Clavijo, 2007).

b. Relación hoja: tallo

Los valores promedios de los resultados sobre la relación hoja: tallo de los cuatro cultivos de avena en tres estadios fenológicos se muestran en el Cuadro 6. Al análisis de variancia (Anexo VI), se observa que hubo diferencia estadística ($P < 0.05$) entre los estadios fenológicos de la avena y no encontrándose diferencias significativas ($P > 0.05$) entre cultivos de avena y entre la interacción estadio fenológico por cultivo de avena.

Al comparar las medias ($P < 0.05$) de los estadios fenológicos de avena, la relación hoja: tallo es superior estadísticamente en el estadio de inicio de floración (0.71) en relación a grano lechoso y grano pastoso (0.33) y (0.31) respectivamente; esto indica que en el estadio de inicio de floración hay una mayor proporción de hojas con respecto al tallo. Este resultado es similar a lo mencionado por Bernal (1991) quien indica que cuando los pastos pasan del estado vegetativo al de floración y producción de semillas, disminuye la proporción de hojas y de manera similar aumenta la proporción de tallos.

Al comparar las medias de la relación hoja: tallo entre cultivos de avena, no se evidencio diferencia significativa ($P > 0.05$). Variando los valores entre 0.43 a 0.48. Esto indica que la relación hoja: tallo es estadísticamente similar para todos los cultivos de avena sin considerar el estadio fenológico en el cual este el cultivo.

Cuadro 6: Relación hoja: tallo de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio Fenológico			
	Inicio de floración	Grano lechoso	Grano pastoso	Promedio
<i>A. sativa</i> var. “INIA 901 Mantaro 15”	0.71 ^a	0.33 ^b	0.27 ^b	0.43^a
<i>A. sativa</i> línea promisoría. “INIA Santa Ana”	0.73 ^a	0.31 ^b	0.35 ^b	0.46^a
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA 2000”	0.71 ^a	0.35 ^b	0.38 ^b	0.48^a
<i>A. sativa</i> var. “Centenario”	0.70 ^a	0.33 ^b	0.27 ^b	0.43^a
Promedio	0.71^a	0.33^b	0.31^b	

^{a,b,c} Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de Duncan.

Con respecto a la comparación de medias entre los tratamientos, los más altos valores en relación hoja: tallo ($P < 0.05$) se dieron en los tratamientos *A. sativa* línea promisorio. “INIA Santa Ana” en inicio de floración, *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15” en inicio de floración, *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” en inicio de floración y *A. sativa* var. “Centenario” en inicio de floración con 0.73, 0.71, 0.71 y 0.70 respectivamente, respecto al resto de los tratamientos; mientras que, los más bajos valores ($P < 0.05$) se dieron en los tratamientos *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15” en grano pastoso y *A. sativa* var. “Centenario” en grano pastoso con 0.27 y 0.27 respectivamente. El mayor valor de relación hoja: tallo en un cultivo radica en que puede influenciar en la composición química, ya que las hojas resultan de mayor calidad nutritiva que los tallos (Bernal, 1991)

Sin embargo los valores comparados con lo reportado por Halanoca y Argote (2007) son inferiores, quienes obtuvieron valores de relación hoja: tallo de 0.80 ,0.73 y 0.85 para la *A. sativa* línea promisorio. “INIA Santa Ana” en floración, *A. sativa* var. “Mantaro 15” en floración y *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” en floración respectivamente. Posiblemente esto se deba a un aumento en el número de hoja en relación al tallo, entre el estadio inicio de floración al estadio de floración completa, por el crecimiento continua de la planta.

c. Altura de planta

Los valores promedios de la altura de planta se muestran en el Cuadro 7 de los cuatro cultivos de avena en tres estadios fenológicos. Al análisis de variancia (Anexo VII) se observa que hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los estadios fenológicos, entre cultivos de avena y no encontrándose diferencia significativa ($P > 0.05$) entre la interacción estadio fenológico por cultivo de avena.

Cuadro 7: Altura de planta (m) de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio Fenológico			Promedio
	Inicio de floración	Grano lechoso	Grano pastoso	
<i>A. sativa</i> var. “INIA 901 Mantaro 15”	0.86 ^f	1.26 ^{c,d}	1.36 ^{a,b,c}	1.15^{b,c}
<i>A. sativa</i> línea promisoría. “INIA Santa Ana”	0.89 ^{e,f}	1.23 ^d	1.32 ^{a,b,c,d}	1.14^c
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA 2000”	0.93 ^{e,f}	1.30 ^{b,c,d}	1.39 ^{a,b}	1.20^{a,b}
<i>A. sativa</i> var. “Centenario”	0.97 ^e	1.30 ^{b,c,d}	1.42 ^a	1.22^a
Promedio	0.91^c	1.27^b	1.36^a	

^{a,b,c,d} Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de Duncan.

Al comparar las medias ($P < 0.05$) entre estadíos fenológicos, muestra que la mayor altura de planta se alcanzó en estadío de grano pastoso (1.36m) seguido del grano lechoso (1.27m) e inicio de floración (0.91m) y donde vemos que a medida que pasa de un estadío fenológico a otro los valores aumentan, esto es debido al crecimiento continuo del tallo de la planta, entre la fase vegetativa y reproductiva (López, 1991).

Al comparar las medias ($P < 0.05$) entre cultivos de avenas; la altura de planta de la *Avena sativa* var. “Centenario” (1.22m) es superior estadísticamente a los demás cultivos de avena. Sin embargo no siempre las variedades más altas son las de mayor rendimiento (Hurtado, 1965). Los resultados obtenidos para altura de planta son inferiores a los reportados por Noli y Ricapa (2009) quienes presentan valores de 1.45, 1.47 y 1.53 m para la *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15”, *A. sativa* línea promisorio. “INIA Santa Ana” y *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” respectivamente. Posiblemente esto se deba a que los valores de altura de planta de este estudio se muestra como un promedio de los tres estadíos fenológicos de la avena.

Con respecto a los tratamientos la *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15” en grano pastoso (1.36m), *A. sativa* línea promisorio. “INIA Santa Ana” en grano pastoso (1.32m), *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” en grano pastoso (1.39m) y *A. sativa* var. “Centenario” en grano pastoso (1.42m) mostraron la mayor altura de planta que los demás tratamientos, pero de similar altura entre sí. Sin embargo la *A. sativa* var. “Centenario” en grano pastoso (1.42m) se muestra numéricamente superior al resto de tratamientos; aunque resulta menor a lo reportado por UNALM (2007), quienes en condiciones de sierra a los 104 días aproximadamente, edad en que se da el inicio de floración, obtuvieron altura promedio de plantas de 1.95 m.

d. Diámetro de tallo

Los valores promedios del diámetro de tallo de los cuatro cultivos de avena en tres estadios fenológicos se muestran en el Cuadro 8. En este estudio hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre estadios fenológicos, cultivos de avena y entre la interacción estadio fenológico por cultivo de avena (Anexo VIII).

Al comparar las medias ($P < 0.05$) entre los estadios fenológicos; el diámetro de tallo en el estadio de inicio de floración (5.27mm) es superior estadísticamente al estadio de grano lechoso (4.85mm) pero igual al estadio de grano pastoso (5.00mm) y este a su vez igual al estadio de grano lechoso, podría decirse que conforme se incrementó la altura de planta, el tallo tiende a reducir su diámetro, esto podría deberse a una mayor translocación de carbohidratos de los tallos y hojas para la formación y maduración de los granos (Flores y Malpartida, 1987); mientras que, entre cultivos de avena; el diámetro de tallo de la *A. sativa* var. “Centenario” (5.97mm) es superior estadísticamente ($P < 0.05$) a las otras variedades o líneas promisorias, las cuales son similares entre sí. Este mayor grosor de la *A. sativa* var. “Centenario” con cuerda con la descripción botánica que lo define como un tallo de grosor intermedio (UNALM, 2007).

Con respecto a los tratamientos, la *A. sativa* var. “Centenario” en inicio de floración (6.09 mm), en grano lechoso (5.80 mm) y grano pastoso (6.04 mm) mostraron el mayor diámetro de tallo que los demás tratamientos, pero similar diámetro de tallo entre sí. Es decir la *A. sativa* var. “Centenario” mantuvo mayor diámetro en los tres estadios fenológicos. Esta característica propia (UNALM, 2007) podría estar afectando su relación hoja: tallo (Cuadro 6) pese a que muestra en promedio buenas características de área foliar (Cuadro 5)

Cuadro 8: Diámetro de tallo (mm) de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio Fenológico			
	Inicio de floración	Grano lechoso	Grano pastoso	Promedio
<i>A. sativa</i> var. “INIA 901 Mantaro 15”	5.07 ^b	4.36 ^{c,d}	5.12 ^b	4.85^b
<i>A. sativa</i> línea promisoría. “INIA Santa Ana”	5.03 ^b	4.14 ^d	4.52 ^{b,c,d}	4.56^b
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA 2000”	4.89 ^{b,c}	5.11 ^b	4.31 ^{c,d}	4.77^b
<i>A. sativa</i> var. “Centenario”	6.09 ^a	5.80 ^a	6.04 ^a	5.97^a
Promedio	5.27^a	4.85^b	5.00^{a,b}	

^{a,b,c} Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de Duncan.

4.1.2 Rendimiento Forrajero

Los valores promedios del rendimiento forrajero de los cuatro cultivos de avena en tres estadíos fenológicos se muestran en el Cuadro 9. Al análisis de variancia (Anexo IX) se observa que hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los estadíos fenológicos, y no encontrándose diferencia ($P > 0.05$) entre los cultivos de avena ni entre la interacción estadío fenológico por cultivo de avena.

Al comparar las medias ($P < 0.05$) entre los estadíos fenológicos; el rendimiento forrajero de la avena es superior estadísticamente en el estadío de grano pastoso (10 269 kg MS/ha) y en el estadío de grano lechoso (9877 kg MS/ha) en relación al estadío de inicio de floración (5 936 kg MS/ha), pero estadísticamente similares. Estos rendimientos nos permiten identificar una tendencia de las avenas a aumentar el rendimiento forrajero cuando avanza su madurez hacia grano pastoso, esta tendencia es similar a lo encontrado por Noli *et al.* (2008) quienes obtuvieron para la *A. sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana” en inicio de floración (24412 kg MS/ha), en grano lechoso (30040 kg MS/ha) y en grano pastoso (35602 kg MS/ha)

Este mayor rendimiento en el estadío de grano lechoso y en el estadío de grano pastoso no indica necesariamente que sea el mejor estadío fenológico de cosecha, como lo menciona Chávez y Gómez (1999); en la cosecha se debe tener en consideración la calidad y cantidad de forraje que queremos obtener.

Al analizar de medias ($P < 0.05$) entre cultivos de avena; el rendimiento forrajero es estadísticamente similar para todas las avenas, sin embargo la *A. sativa* var. “Centenario” muestra el mayor valor numérico (9 795 kg MS/ha) seguido de la *A. sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana” con 8 453 kg MS/ha.

Cuadro 9: Rendimiento forrajero (kg MS/ha) de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio Fenológico			Promedio
	Inicio de floración	Grano lechoso	Grano pastoso	
<i>A. sativa</i> var. “INIA 901 Mantaro 15”	5177 ^c (95)	9601 ^{a,b} (134)	9936 ^{a,b} (149)	8238^a
<i>A. sativa</i> línea promisoría. “INIA Santa Ana”	5621 ^c (95)	9534 ^{a,b} (134)	10206 ^{a,b} (149)	8453^a
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA 2000”	5532 ^c (93)	9749 ^{a,b} (134)	9589 ^{a,b} (149)	8290^a
<i>A. sativa</i> var. “Centenario”	7414 ^{b,c} (113)	10626 ^{a,b} (141)	11346 ^a (149)	9795^a
Promedio	5936^b	9877^a	10269^a	

^{a,b} Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas (P<0.05) a la prueba de Duncan.

(): Edad en días del cultivo por estadio fenológico

Con respecto a los tratamientos, todos los cultivos de avena tanto en grano lechoso y grano pastoso mostraron los mayores rendimientos forrajeros, siendo similares entre sí, sin embargo, la *A. sativa* var. “Centenario” muestra una superioridad numérica tanto en grano lechoso (10 626 kg MS/ha) como en grano pastoso (11 346 kg MS/ha) lo cual se muestra cercano a lo reportado por UNALM (2007), para esta variedad con 14 030 kg MS/ha en el estadio panícula totalmente desplegada. Por otro lado Bartl et al (2007) en las zonas de ladera de la sierra central cercano a los 4 000 msnm, encontraron menores rendimientos forrajeros para *A. sativa* var. “INIA 901 – Mantaro 15” en grano lechoso (6 040 kg MS/ha), *A. sativa* línea promisoría “INIA Santa Ana” en grano lechoso (6 000 kg MS/ha) y *A. sativa* línea promisoría “INIA 2000” en grano lechoso (5 700 kg MS/ha).

Estos mayores rendimientos de la *A. sativa* var. “Centenario” podrían deberse, en parte, a que se mostro más tardío que el resto de los cultivos de avena, tanto para alcanzar el estadio de inicio de floración de 123 días aproximado y el estadio de grano lechoso de 141 días aproximado lo que significaría, un mayor periodo vegetativo y de aumento en general para la producción de hojas y macollos; al respecto UNALM (2007) reporto para esta variedad entre sus características agronómicas que florea a los 104 días aproximado y alcanza la madurez a los 200 días.

4.1.3 Valor Nutricional

a.- Proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN)

Los resultados promedios del contenido de PC expresado en porcentaje, en base seca de los cultivos de avena, en dos estadios fenológicos (inicio de floración y grano pastoso) se muestran en el Cuadro 10.

Los más altos contenidos de PC muestran la *A. sativa* línea promisoría “INIA 2000” y la *A. sativa* var. “INIA 901 – Mantaro 15” con 11.4 por ciento y 11.0 por ciento respectivamente en inicio de floración, estos valores comparado con lo reportado por Bartl et al (2007) son ligeramente superiores quienes reportan valores de 10.4 por ciento y 9.8 por ciento en estadio de grano lechoso, esta tendencia se debe a que la PC está influenciada por el estadio fenológico, ya que a medida que avanza su ciclo vegetativo el contenido de proteína cruda disminuye (Lagrange et al., 2006).

La *A. sativa* var. “Centenario” en inicio de floración mostro el más bajo nivel de PC con 7.2 por ciento, lo cual podría estar relacionado a su mayor diámetro de tallo (Cuadro 8) y su baja relación hoja: tallo (Cuadro 6) sin embargo UNALM (2007) reporto un nivel de 11.16 por ciento en panícula totalmente desplegado (100 por ciento de floración). En este caso, la inferioridad en nuestro valor obtenido podría deberse al menor desarrollo foliar respecto a la plena floración.

En general al inicio de floración todos los cultivos de avena estuvieron por encima del mínimo nivel de proteína (7 por ciento) requerido para una adecuada acción de la microflora ruminal (Minson, 1990); más aún la *A. sativa* var. “INIA 901 – Mantaro 15” y *A. sativa* línea promisoría “INIA 2000” lograron valores por encima del 10 por ciento mínimo requerido para vacas lecheras de alta producción (Bojórquez, 1994)

La *A. sativa* línea promisoría “INIA 2000” y la *A. sativa* línea promisoría “INIA Santa Ana” en estadio grano pastoso muestran los valores más bajos de PC con 5.7 por ciento en estadio de grano pastoso. Estos niveles bajos de PC estarían relacionados con la reducción en el área foliar y consecuentemente una baja relación hoja: tallo, al llegar al estadio gran pastoso afectando el aporte de proteína de la planta.

Cuadro 10: Proteína Cruda (PC) en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos.

Cultivo	Inicio de floración		Grano pastoso	
	MS (%)	PC (%)	MS (%)	PC (%)
<i>A. sativa</i> var. “INIA 901 – Mantaro 15”	21.6	11.0	43.3	6.5
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA Santa Ana”	23.6	9.6	43.0	5.7
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA 2000”	23.6	11.4	42.6	5.7
<i>A. sativa</i> var. “Centenario”	22.0	7.2	37.0	6.1

En consecuencia todas las variedades y líneas promisorias en estudio tienen mayor contenido de proteína en el estadio de inicio de floración y menor contenido de proteína en el estadio de grano pastoso. Esta tendencia es similar a lo mencionado por Hurtado (1965) y Bernal (1991) donde indicaron que a medida que llega la madurez, disminuye el contenido de proteína cruda.

La *A. sativa* línea promisorio "INIA 2000" registro la mayor reducción en el contenido de PC de 11.44 a 5.74 por ciento cuando pasa de estadio de inicio de floración a grano pastoso significando una pérdida de casi 50 por ciento, mientras que la *A. sativa* var. "Centenario" se muestra más estable, se podría decir que cuanto más alto es el contenido de PC en el estadio de inicio de floración la reducción del contenido de PC es mayor al llegar a grano pastoso.

Los resultados promedios del contenido de FDN expresado en porcentaje, en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos (inicio de floración y grano pastoso) se muestran en el Cuadro 11.

El más alto contenido de FDN lo muestra la *A. sativa* var. "Centenario" con 73.77 por ciento en grano pastoso. Este nivel alto de FDN podría estar influenciado por su significativo mayor diámetro de tallo y menor relación hoja: tallo respecto a las otras avenas (Cuadro 8). Sin embargo se reportó menores niveles de FDN (52.63 por ciento) para esta variedad pero en el estadio en panícula totalmente desplegada, y consecuentemente como se indicó anteriormente, un mayor contenido de PC (UNALM, 2007)

La *A. sativa* línea promisorio "INIA Santa Ana" muestra el más bajo contenido de FDN con 60.4 por ciento en inicio de floración. Este valor comparado con lo obtenido por Bartl *et al* (2007) es ligeramente superior, quienes reportaron un valor de 58.5 por ciento en el estadio de grano lechoso. Posiblemente esto se deba a las distintas condiciones agroecológicas en que se desarrollaron los trabajos.

Casi todos los resultados obtenidos en nuestro estudio se mantienen alrededor del rango reportado por Echevarría (1984), quien manifiesta que el nivel máximo de FDN en pastos es de 70 por ciento, mayores niveles pueden afectar el consumo y digestibilidad del pasto,

debiéndose evitar llegar a consumir la *A. sativa* var. “Centenario” en estadio de grano pastoso, ya que en este estadio registro un valor de 73.7 por ciento de FDN. Asimismo cuanto mayor sea el valor de FDN de un pasto menor será su valor nutricional (Rodríguez *et al.*, 1986)

Cuadro 11: Fibra Detergente Neutro (FDN) en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos.

Cultivo	Inicio de floración		Grano pastoso	
	MS (%)	FDN (%)	MS (%)	FDN (%)
<i>A. sativa</i> var. “INIA 901 – Mantaro 15”	21.6	63.0	43.3	65.9
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA Santa Ana”	23.6	60.4	43.0	68.7
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA 2000”	23.6	61.6	42.6	68.8
<i>A. sativa</i> var. “Centenario”	22.0	62.3	37.0	73.7

En consecuencia todas las variedades y líneas promisorias en estudio tienen menor contenido de FDN en el estadio de inicio de floración y mayor contenido de FDN en el estadio de grano pastoso. Esta tendencia es similar a lo reportado por Lagrange *et al* (2006) donde la FDN aumenta conforme avanza la edad de la planta, esto podría deberse al aumento en la proporción de tallos sobre la proporción de hojas (Cuadro 6), aumentando rápidamente el contenido de pared celular (Bernal, 1991).

La *A. sativa* var. “Centenario” muestra el mayor incremento de FDN cuando llega a grano pastoso (15.48 por ciento) respecto a los otros cultivos de avena, mientras que la *A. sativa* var. “INIA 901 – Mantaro 15” mostro el menor incremento de FDN (4.47 por ciento) lo que nos indica un menor efecto de la madurez sobre su calidad.

b.- Nutrientes digestibles totales (NDT) y Energía neta de lactación (ENI)

Los resultados promedios del contenido de NDT expresado en porcentaje, en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos (inicio de floración y grano pastoso) se muestran en el Cuadro 12.

El más alto contenido de NDT muestra la *A. sativa* línea promisoría “INIA 2000” con 52.91 por ciento seguido de *A. sativa* línea promisoría “INIA Santa Ana” con 52.75 por ciento en inicio de floración. Estos valores son menores a lo reportado por Laforé et al (1999) quienes encontraron un 59.42 por ciento de NDT para la *A. sativa*. Esta diferencia posiblemente se deba al diferente estadio fenológico que se tomó la muestra para determinar el contenido de NDT.

La *A. sativa* var. “Centenario” mostro los más bajos valores de NDT tanto en inicio de floración (50.69 por ciento) como en grano pastoso (44.18 por ciento); estos menores niveles están relacionados a sus menores niveles de PC y mayores niveles de FDN, respecto a los otros cultivos, en ambos estadios fenológicos.

Cuadro 12: Nutrientes Digestibles Totales (NDT) en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos.

Cultivo	Inicio de floración		Grano pastoso	
	MS (%)	NDT (%)	MS (%)	NDT (%)
<i>A. sativa</i> var. “INIA 901 – Mantaro 15”	21.6	52.00	43.3	48.47
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA Santa Ana”	23.6	52.75	43.0	46.68
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA 2000”	23.6	52.91	42.6	46.61
<i>A. sativa</i> var. “Centenario”	22.0	50.69	37.0	44.18

En consecuencia se puede observar que todas las variedades y líneas promisorias de avenas en estudio tienen mayor contenido de NDT en el estadio de inicio de floración y se reduce notoriamente al incrementarse el grado de madurez; mostrándose una reducción de hasta un 12.8 por ciento en la *A. sativa* var. “Centenario” mientras que la *A. sativa* var. “INIA 901 – Mantaro 15” mostro la menor reducción del contenido de NDT de solo 6.8 por ciento cuando llego al estadio de grano pastoso.

Con respecto al estadio de inicio de floración todos los cultivos de avena están dentro de un rango mayor al 50 por ciento de NDT en comparación al estadio de grano pastoso; este aporte esta cercano al 56 por ciento mínimo requerido para el mantenimiento de un res (De la Vega, 2016)

Los resultados promedios del contenido de ENI expresado en porcentaje, en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos (inicio de floración y grano pastoso) se muestran en el Cuadro 13.

Al igual que con el contenido de NDT la *A. sativa* línea promisoría “INIA 2000” muestra el más alto contenido de ENI con 1.05 Mcal/kg MS en inicio de floración, pero ligeramente superior a la *A. sativa* línea promisoría “INIA Santa Ana” y a la *A. sativa* var. “INIA 901 – Mantaro 15” que muestran el mismo valor entre sí (1.03 Mcal/kg MS), mientras que la *A. sativa* var. “Centenario” mostro el más bajo valor en este estadio (1.0 Mcal/kg MS)

Con respecto al estadio de grano pastoso, se muestra superior la *A. sativa* var. “INIA 901 – Mantaro 15” con 0.92 Mcal/kg MS y nuevamente la *A. sativa* var. “Centenario” el más bajo reporte con 0.79 Mcal/kg MS de ENI. Estos resultados son similares a lo hallado por Velez *et al* (2010) en la zona de Cuzco para avenas en el estadio grano lechoso con 1.0 Mcal/kg MS. Sin embargo, Bartl *et al* (2007) para *A. sativa* var. “INIA 901 – Mantaro 15” en estadio de grano lechoso en la sierra central reporto 1.33 Mcal/kg MS superior en todos los casos.

Todas las variedades y líneas promisorias en estudio tienen mayor contenido de ENI en el estadio de inicio de floración reduciéndose notoriamente cuando llegan a grano pastoso, repitiéndose la misma tendencia mostrada por el contenido de NDT. Al respecto los resultados de Velez *et al* (2010) muestran la misma tendencia del efecto de la madurez en

las avenas, con una reducción de 1.29 Mcal/kg MS en estadio de inicio de floración a 1.00 Mcal/kg MS en estado de grano lechoso.

En consecuencia, los contenidos de ENI fueron mejores en inicio de floración en todas las avenas estudiadas, esto principalmente por los mejores niveles de PC y FDN respecto al estadio grano pastoso. Sin embargo, por ejemplo, estos niveles estarían por debajo de los requerimientos mínimos de 1.5 Mcal/kg MS para una vaca Holstein de 690 kg de peso vivo que produce 25kg de leche al día (NRC, 2001)

Cuadro 13: Energía Neta de lactación (ENI) en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos.

Cultivo	Inicio de floración		Grano pastoso	
	MS (%)	ENI (Mcal/kgMS)	MS (%)	ENI(Mcal/kgMS)
<i>A. sativa</i> var. “INIA 901 – Mantaro 15”	21.6	1.03	43.3	0.92
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA Santa Ana”	23.6	1.03	43.0	0.88
<i>A. sativa</i> línea promisoría “INIA 2000”	23.6	1.05	42.6	0.88
<i>A. sativa</i> var. “Centenario”	22.0	1.00	37.0	0.79

4.2 VICIA (*Vicia sp*)

4.2.1 Características Agronómicas

a. Relación hoja: tallo

Los valores promedios de los resultados sobre la relación hoja: tallo de los tres cultivos de vicia en tres estadios fenológicos se muestran en el Cuadro 14. Al análisis de variancia (Anexo XII), se observa que hubo diferencia estadística ($P < 0.05$) entre estadios fenológicos y entre interacción estadio fenológico por cultivo de vicia, no encontrándose diferencias significativas ($P > 0.05$) entre cultivos de vicia.

Al comparar las medias ($P < 0.05$) de los estadíos fenológicos de vicia, la relación hoja: tallo es superior estadísticamente en el estadío de inicio de floración (1.26) seguido del estadío de floración completa (1.03) y formación completa de vaina (0.87). Esta tendencia de disminuir la relación hoja: tallo es similar a lo mencionado por Bernal (1991) donde al pasar de un estadío a otro, disminuirá la proporción de hojas en relación a la cantidad de tallos. Este comportamiento decreciente para la relación hoja: tallo es similar a lo encontrado en el grupo de avenas (Cuadro 6) y está relacionado a la pérdida de hojas basales por senescencia y descomposición a medida que aumenta la edad de la planta (Pérez et al., 2004)

Al comparar las medias de la relación hoja: tallo entre cultivos de vicia, no se evidencio diferencia significativa ($P > 0.05$). Variando los valores entre 1.06 a 1.08. Esto indica que la relación hoja: tallo es estadísticamente similar para todos los cultivos de vicia sin considerar el estadío fenológico en el cual este el cultivo.

Al análisis de medias entre tratamientos (Cuadro 14) la *Vicia sativa* “local” en inicio de floración con 1.49 y la *Vicia sativa* línea promisoría “INIA” en inicio de floración con 1.32 mostraron la mayor relación hoja: tallo en comparación a los demás tratamientos; pero de similar relación hoja: tallo entre sí. Esta mayor relación hoja: tallo podría influenciar en la composición química, al igual que las avenas, ya que las hojas resultan de mayor calidad nutritiva que los tallos (Bernal, 1991)

Es importante resaltar que el tratamiento número 9 (*Vicia atropurpurea* en formación completa de vaina) no se logró alcanzar, puesto que al mostrarse tardía respecto a la *Vicia sativa*, su desarrollo fenológico vio afectada por la ausencia de lluvias de la época seca.

Cuadro 14: Relación hoja: tallo de los cultivos de vicia en tres estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio Fenológico			Promedio
	Inicio de floración	Floración completa	Formación Completa de vaina	
<i>Vicia sativa</i> “local”	1.49 ^a	0.95 ^c	0.86 ^c	1.08^a
<i>Vicia sativa</i> línea promisorio “INIA”	1.32 ^{a,b}	1.02 ^{b,c}	0.90 ^c	1.10^a
<i>Vicia atropurpurea</i>	0.97 ^c	1.15 ^{b,c}	-	1.06^a
Promedio	1.26^a	1.03^b	0.87^b	

^{a,b,c} Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de Duncan.

b. Altura de planta

Los valores promedios de la altura de planta se muestran en el Cuadro 15 de los tres cultivos de vicia en tres estadios fenológicos. Al análisis de variancia (Anexo XIII) se observa que hubo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre los estadios fenológicos, entre cultivos de vicia y entre la interacción estadio fenológico por cultivo de vicia.

En la comparación de medias ($P < 0.05$) entre estadios fenológicos, se aprecia que la altura de planta es superior estadísticamente en el estadio de floración completa (1.25 m) seguido del estadio de formación completa de vaina (0.96 m) e inicio de floración (0.69 m). Por lo que se observa una tendencia a reducirse la altura de planta conforme avanza la edad de la vicia después del estadio de floración completa. Esto podría deberse a que la planta prioriza el uso de sus reservas para la formación del fruto. Por otro lado Bojórquez et al., (2015) menciona que la *Vicia sativa* en el valle de Mantaro tiene tallos débiles y crecen entre 60 y 150 cm a más.

Al análisis de medias ($P < 0.05$) entre cultivos de vicia, se encontró que la altura de planta de la *V. atropurpurea* (1.17m) es superior estadísticamente a la *V. sativa* local (0.91m) y *V. sativa* línea promisorio "INIA" (0.90m), las cuales son estadísticamente similares entre sí. Los resultados obtenidos para altura de planta son inferiores a lo reportado por INIA (2013), quien reporta un valor de 1.30 m de altura de planta en la *V. sativa* var. "INIA 906 – Caxamarca", esto podría deberse a que la altura de planta es una característica que depende de su interacción genotipo/ medio ambiente (Avalos, 2009)

Con respecto a los tratamientos La *Vicia sativa* "local" en floración completa (1.26m), *Vicia sativa* línea promisorio "INIA" en floración completa (1.23 m) y *Vicia atropurpurea* en floración completa (1.29m) obtuvieron la mejor altura de planta en comparación a los demás tratamientos. Sin embargo, la altura de la *Vicia atropurpurea* en inicio de floración fue significativamente mayor (1.06m) a la *Vicia sativa* línea promisorio "INIA" (0.58m) y está a la vez, a la *Vicia sativa* "Local" (0.45m); al respecto, lo reportado por INIA (2013) para *Vicia sativa* "Local" obtuvo un menor valor de 0.37 m de altura en inicio de floración. Esto posiblemente se deba a que la altura de planta, está influenciado por la textura de suelo, nivel nutricional de la planta, temperatura, humedad, cantidad y calidad de luz solar. (Avalos, 2009)

Cuadro 15: Altura de la planta (m) de los cultivos de vicia en tres estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio Fenológico			Promedio
	Inicio de floración	Floración completa	Formación Completa de vaina	
<i>Vicia sativa</i> “local”	0.45 ^c	1.26 ^a	1.01 ^{b,c}	0.91^b
<i>Vicia sativa</i> línea promisorio “INIA”	0.58 ^d	1.23 ^a	0.92 ^c	0.90^b
<i>Vicia atropurpurea</i>	1.06 ^b	1.29 ^a	-	1.17^a
Promedio	0.69^c	1.25^a	0.96^b	

^{a,b,c} Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas (P<0.05) a la prueba de Duncan.

c. Diámetro de tallo

Los valores promedios del diámetro de tallo de los tres cultivos de vicia en tres estadios fenológicos se muestran en el Cuadro 16. En este estudio no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los estadios fenológicos, entre cultivos de vicia y en la interacción estadio fenológico por cultivo de vicia (Anexo XIV). Sin embargo, a la comparación de medias ($P < 0.05$) entre estadios fenológicos los diámetros tallo de inicio de floración (3.02 mm) y floración completa (2.96 mm) fueron significativos ($P < 0.05$) superiores al estadio formación completa de vaina (2.73 mm); estos valores, al igual que la altura de planta, muestran una tendencia a disminuir desde el inicio de floración, conforme avanza la edad de la planta hacia la formación de vaina.

Por otro lado el promedio de medias entre los cultivos de vicia muestran un mayor diámetro de tallo de *Vicia atropurpurea* (3.03 mm) hasta el estadio floración completa y *Vicia sativa* local (3.00 mm), respecto a la *V. sativa* línea promisorio INIA (2.78 mm).

Con respecto a los tratamientos, todos mostraron similar diámetro de tallo, con excepción de la *Vicia sativa* línea promisorio “INIA” en formación completa de vaina (2.59 mm) que mostro el más bajo valor. Sin embargo, se muestra una tendencia a reducirse el diámetro de tallo a medida que avanza de un estadio a otro para los tratamientos relacionados a la *Vicia sativa* local como *Vicia sativa* línea promisorio “INIA”. Esta reducción podría deberse a las mayores exigencias nutricionales de la vicia sativa para la formación de las vainas.

Cuadro 16: Diámetro de tallo (mm) de los cultivos de vicia en tres estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio Fenológico			Promedio
	Inicio de floración	Floración Completa	Formación Completa de vaina	
<i>Vicia sativa</i> “local”	3.14 ^a	2.99 ^a	2.89 ^{a,b}	3.00^a
<i>Vicia sativa</i> línea promisorio “INIA”	2.98 ^a	2.79 ^{a,b}	2.59 ^b	2.78^b
<i>Vicia atropurpurea</i>	2.96 ^a	3.11 ^a	-	3.03^a
Promedio	3.02^a	2.96^a	2.73^b	

^{a,b,c} Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) a la prueba de Duncan.

4.2.2 Rendimiento Forrajero

En el Cuadro 17, se indican los resultados del rendimiento forrajero de los tres cultivos de vicia en diferentes estadios fenológicos. En este estudio hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los estadios fenológicos, en la interacción estadio fenológico por cultivo de vicia y entre cultivos de vicia (Anexo XV).

Al comparar las medias ($P < 0.05$) entre los estadios fenológicos, se encontró que los rendimientos forrajeros en floración completa (5319 kg MS/ha) y formación completa de vaina (5891 kg MS/ha) son superiores estadísticamente a inicio de floración (3348 kg MS/ha), pero similares entre sí. Estos resultados de rendimiento nos permiten identificar una tendencia de las vicias a aumentar el rendimiento forrajero cuando avanza su madurez hacia el estadio de formación completa de vaina.

Al analizar las medias ($P < 0.05$) entre cultivos de vicia; el rendimiento forrajero de la *V. atropurpurea* (8240 kg MS/ha) es superior estadísticamente a la *V. sativa* línea promisorio “INIA” (3693 kg MS/ha) y *V. sativa* local (3408 kg MS/ha), las cuales son similares entre sí. Estos valores de los tres cultivos son inferiores a lo reportado por INIA (2013) quien obtuvo un rendimiento de 9000 kg MS/ha en la *V. sativa* var. “INIA 906 – Caxamarca”.

Con respecto a los tratamientos la *Vicia atropurpurea* en floración completa obtuvo el mayor rendimiento forrajero (10 870 kg MS/ha) que los demás tratamientos esto sin considerar que no logro alcanzar el estadio de formación completa de vaina. Este alto valor podría deberse a un mayor periodo de crecimiento vegetativo para llegar a la floración, respecto a la *Vicia sativa* como se muestra en las edades registradas en el Cuadro 17. Con respecto al rendimiento forrajero de la *V. sativa* Local en inicio de floración (1964 kg MS/ha) fue similar a lo encontrado por Bartl *et al* (2007) quienes obtuvieron un rendimiento de 1900 kg MS/ha. Por otra parte, Ordoñez y Bojórquez (2011), reportaron rendimientos similares para la *V. sativa* en inicio de formación de vaina con 6 600 kg MS/ha.

Al respecto, comparando las edades fenológicas entre los cultivos (Cuadro 17) al estadio de inicio de floración la *V. sativa* línea promisorio “INIA” y la *V. sativa* Local se mostraron más precoces que la *V. atropurpurea* con 95, 93 y 134 días respectivamente, esta misma tendencia se mantuvo en el estadio de floración completa.

Cuadro 17: Rendimiento forrajero (kg MS/ha) en base seca de los cultivos de vicia en tres estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio Fenológico			Promedio
	Inicio de floración	Floración completa	Formación completa de vaina	
<i>Vicia sativa</i> “local”	1964 ^c (93)	2137 ^c (120)	6125 ^b (134)	3408^b
<i>Vicia sativa</i> línea promisorio “INIA”	2469 ^c (95)	2951 ^c (120)	5658 ^b (134)	3693^b
<i>Vicia atropurpurea</i>	5611 ^b (134)	10870 ^a (141)	-	8240^a
Promedio	3348^b	5319^a	5891^a	

^{a,b} Promedios con letras diferentes presentan diferencias estadísticas significativas (P<0.05)

a la prueba de Duncan.

() : días de edad

4.2.3 Valor Nutricional

a.- Proteína cruda (PC) y Fibra detergente neutro (FDN)

Los resultados promedios del contenido de PC expresado en porcentaje, en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos (inicio de floración y formación completa de vaina) se muestran en el Cuadro 18.

El más alto contenido de PC muestra la *V. sativa* línea promisoría “INIA” con 24.67 por ciento en el estadio de inicio de floración. Este alto valor encontrado está relacionado a su mayor relación hoja: tallo (Cuadro 14) y poseer mayor contenido de hojas. Referente a la *V. sativa* “local” se obtuvo 21.71 por ciento de PC en inicio de floración siendo inferior al resultado obtenido por Bartl *et al.*, (2007) quienes obtuvieron para la *V. sativa* “local” 27.1 por ciento de PC en inicio de floración. Esta variabilidad de resultados posiblemente se deba a las diferentes condiciones nutricionales y medio ambiente de ambos estudios. Por otro lado, Laforé *et al.*, (1999) reportaron para la *Vicia sativa* 14.83 por ciento de PC en el valle de Mantaro.

La *V. sativa* línea promisoría “INIA” mostro el más bajo contenido de PC con 17.49 por ciento en formación completa de vaina, a pesar de ser el valor más bajo estaría por encima del nivel crítico de proteína (4 a 6 por ciento) en forrajes y pasturas muy maduras (Minson, 1990; Alegría 1999) considerándose así un forraje proteico.

En consecuencia se puede observar que todos los cultivos de vicia tienen mayor contenido de PC en el estadio de inicio de floración y que esto se reduce notoriamente al incrementarse el grado de madurez, esta superioridad estaría relacionado a la mayor relación hoja: tallo de la vicia en el estadio inicio de floración. Esta tendencia de disminuir el contenido de PC es similar a lo encontrado por Vélez *et al.*, (2010) quien reporto para la *V. sativa* 33.08 por ciento de PC en estadio de pre botón y 29.37 por ciento de PC en estadio de inicio de floración

Cuadro 18: Proteína Cruda (PC) en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos.

Cultivo	Inicio de floración		Formación completa de vaina	
	MS (%)	PC (%)	MS (%)	PC (%)
<i>V. sativa</i> “local”	19.95	21.71	28.43	19.87
<i>V. sativa</i> línea promisorio “INIA”	16.98	24.67	33.40	17.49
<i>V. atropurpurea</i>	27.88	22.47	-	-

Los resultados promedios del contenido de FDN expresados en porcentaje, en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos (inicio de floración y formación completa de vaina) se muestran en el Cuadro 19.

El más alto contenido de FDN muestra la *V. sativa* línea promisorio “INIA” con 57.02 por ciento en formación completa de vaina. Este alto contenido de FDN está relacionado a su baja relación hoja: tallo (Cuadro 14) producto de la caducidad de las hojas inferiores y el incremento en el tamaño de los tallos conforme avanza su madurez (Bernal, 1991). Referente a la *V. sativa* “local” se obtuvo 49.83 por ciento en inicio de floración siendo superior a lo reportado por Bartl *et al.*, (2007) quienes obtuvieron 37.7 por ciento de FDN en inicio de floración, posiblemente esta superioridad se deba a las diferentes condiciones agroecológicas y altitud en que se desarrolló los trabajos de investigación. Por otro lado Laforé *et al.*, (1999) reportan en condiciones similares, en el valle de Mantaro, 39.22 por ciento de FDN sin reportar el estadio fenológico.

La *V. sativa* línea promisoría “INIA” tiene el más bajo contenido de FDN con 48.21 por ciento en inicio de floración, esto estaría relacionado a su alto valor en relación hoja: tallo (Cuadro 14). En general los niveles de FDN para los tres cultivos de vicia al inicio de floración estarían en niveles aceptables que no afecten el consumo de forraje en los animales (Echevarría, 1994).

En consecuencia se puede observar que todos los cultivos de vicia tienen menor porcentaje de FDN en el estadio de inicio de floración y mayor porcentaje de FDN en el estadio de formación completa de vaina. Esta tendencia de aumentar el contenido de FDN es similar a lo reportado por Vélez *et al.*, (2010) quienes obtuvieron 34.67 por ciento de FDN en estadio pre botón aumentando a 34.77 por ciento de FDN en estadio de inicio de floración. El comportamiento de la FDN de aumentar es inversamente al comportamiento de la PC (Cuadro 18). Estos incrementos en el contenido de FDN se hacen más notorios en la *V. sativa* línea promisoría “INIA”, si bien tiene el más bajo contenido de FDN en inicio de floración respecto a los demás cultivos, en formación de vaina alcanza el más alto contenido.

Cuadro 19: Fibra Detergente Neutro (FDN) en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos.

Cultivo	Inicio de floración		Formación completa de vaina	
	MS (%)	FDN (%)	MS (%)	FDN (%)
<i>V. sativa</i> “local”	19.95	49.83	28.43	51.38
<i>V. sativa</i> línea promisoría “INIA”	16.98	48.21	33.40	57.02
<i>V. atropurpurea</i>	27.88	48.82	-	-

b.- Nutrientes digestibles totales (NDT) y Energía neta de lactación (ENI)

Los resultados promedios del contenido de NDT expresado en porcentaje, en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos (inicio de floración y formación completa de vaina) se muestran en el Cuadro 20.

El más alto contenido de NDT lo muestra la *V. sativa* línea promisorio “INIA” en estadio de inicio de floración con 65.70 por ciento, esto estaría relacionado a su alto contenido de PC (24.67 por ciento) y a su menor contenido de FDN (48.21 por ciento) en comparación con los demás cultivos de vicia en este estadio. Sin embargo, cuando llega al estadio formación completa de vaina muestra menor contenido de NDT con 57.94 por ciento. Al respecto, todos los contenidos de NDT de los cultivos de vicia en los dos estadios, estuvieron por encima de lo reportado por Laforé et al., (1999) quienes reportan 45.59 por ciento de NDT para *Vicia sativa* en el valle del Mantaro

En consecuencia se observa que todos los cultivos de vicia en estudio tienen mayor contenido de NDT en el estadio de inicio de floración y disminuye al aumentar la edad del cultivo hacia la formación de vaina. Esta tendencia de disminuir estaría relacionada al comportamiento del contenido de PC y FDN, lo cual, en inicio de floración muestra mayor contenido de PC y menor contenido de FDN y en formación completa de vaina, un menor contenido de PC y mayor contenido de FDN.

Cuadro 20: Nutrientes Digestibles Totales (NDT) en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos.

Cultivo	Inicio de floración		Formación completa de vaina	
	MS (%)	NDT (%)	MS (%)	NDT (%)
<i>V. sativa</i> “local”	19.95	63.57	28.43	61.95
<i>V. sativa</i> línea promisorio. “INIA”	16.98	65.70	33.40	57.94
<i>V. atropurpurea</i>	27.88	64.43	-	-

Los resultados promedios del contenido de ENI expresado en Mcal/kg MS, en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos (inicio de floración y formación completa de vaina) se muestran en el Cuadro 21.

El más alto contenido de ENI muestra la *V. sativa* línea promisorio "INIA" con 1.41 Mcal/kg MS en el estadio de inicio de floración. Este valor comparado con el resultado obtenido por Vélez *et al* (2010) es superior quienes obtuvieron para la *V. sativa* Local 1.28 ENI Mcal/kg MS en el estadio de inicio de floración, a pesar de estar en el mismo estadio fenológico. Esta superioridad podría deberse a un factor de cultivo.

La *V. sativa* línea promisorio "INIA" tiene el más bajo contenido de ENI con 1.19 Mcal/kg MS en el estadio de formación completa de vaina. Esto estaría relacionado a su bajo contenido de PC (Cuadro 18) y a su alto contenido de FDN (Cuadro 19) en relación a los de más cultivos de vicia.

En consecuencia se puede observar que al igual que con el contenido de NDT, todos los cultivos de vicia en estudio tienen mayor contenido de ENI en el estadio de inicio de floración el cual disminuye al llegar al estadio de formación completa de vaina. Esta tendencia coincide con Vélez *et al* (2010) quienes obtuvieron en el estadio de pre botón 1.37 ENI Mcal/kg MS y 1.28 ENI Mcal/kg MS en el estadio de inicio de floración, esto como un reflejo del comportamiento del contenido de PC y FDN en el crecimiento de la planta.

Cuadro 21: Energía Neta de lactación (ENI) en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos.

Cultivo	Inicio de floración		Formación completa de vaina	
	MS (%)	ENI (Mcal/kg MS)	MS (%)	ENI (Mcal/kg MS)
<i>V. sativa</i> "local"	19.95	1.34	28.43	1.30
<i>V. sativa</i> línea promisorio. "INIA"	16.98	1.41	33.40	1.19
<i>V. atropurpurea</i>	27.88	1.36	-	-

V. CONCLUSIONES

1. Las mejores características agronómicas para las avenas respecto a área foliar, relación hoja: tallo y diámetro de tallo se dieron en inicio de floración, mostrándose similares todas las avenas, resaltando la *A. sativa* var “Centenario”, a excepción en altura de planta que se dio en grano pastoso; coincidiendo con las vicias respecto a la relación hoja: tallo y diámetro de tallo, a excepción de altura de planta que fue mejor en el estadio de floración completa en este caso mostrándose similares todas las vicias.
2. En todas las avenas los mejores rendimientos se obtuvieron en el estadio de grano lechoso y grano pastoso, resaltando la *A. sativa* var “Centenario” en grano pastoso. Para las vicias sobre salió la *V. atropurpurea* en el estadio de floración completa a 141 días de edad.
3. Las avenas alcanzaron los más altos niveles de proteína cruda en el estadio de inicio de floración resaltando la *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” y *A. sativa* var. “INIA 901 – Mantaro 15” congruentemente los más bajos niveles de FDN se lograron en este estadio, resaltando a la *A. sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana”. Para las vicias, de igual manera, los más altos contenidos de PC se alcanzaron en el estadio de inicio de floración, resaltando a la *V. sativa* línea promisorio “INIA”, consecuentemente los más bajos niveles de FDN, resaltando la *A. sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana”.
4. Los más altos contenidos de nutrientes digestibles totales y energía neta de lactación para las avenas y vicias se dieron en el estadio de inicio de floración, obteniendo los mejores resultados la *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000” y *V. sativa* línea promisorio “INIA”.

VI. RECOMENDACIONES

1. Según los resultados obtenidos en esta investigación, se recomienda para la zona de estudio, incentivar el mayor uso de las avenas entre el estadio de inicio de floración y grano lechoso, para aprovechar su mejor calidad y producción de materia seca, y para las vicias se recomienda el uso entre el estadio de inicio de floración y floración completa.
2. Repetir el estudio en condiciones de mayor altitud para conocer el comportamiento productivo y valor nutricional incluyendo la digestibilidad bajo condiciones de secano.
3. Estudiar los cultivos de avena y vicia de forma asociada para ver su comportamiento en producción de materia seca y valor nutricional en diferentes estadios fenológicos.
4. Investigar las asociaciones de avenas y vicias para su utilización en la época seca como heno y ensilado en condiciones de valle y zona alto andina.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEGRIA, C. 1999. Evolución del rendimiento y valor nutritivo de gramíneas tropicales bajo condiciones de la Costa Central. Tesis Maestría UNALM. Lima, Perú. 121p

AVALOS, D. 2009. Reproducción vegetativo del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) y su respuesta a la fertilización química y orgánica en la granja laguacoto II, canton guaranda, provincial Bolívar. Tesis de pre grado Medico Veterinaria y Zootecnia, Universidad estatal de bolívar, Ecuador

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. 2005. Official methods of analysis. 13th Edition. Arlington USA.

BARTL, K., GOMEZ C., GAMARRA J. Y HESS H-D. 2007. Potencial de especies forrajeras locales y mejoradas para la alimentación de ganado. Manual de extensión. Lima, Perú.

BERATTO, E. 2002. Avena, Calidad del Grano, Comercialización Agroindustria y Exportación. Boletín divulgativo N° 87. Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco, Chile. 40 p

BERNAL, J. 1991. Pastos y forrajes tropicales. Banco ganadero de Colombia. Segunda edición. Bogotá – Colombia, 534 p

BOGDAN, A. 1997. Pastos tropicales y plantas de forrajes. AGT Editor S.A. México. 1ra. Edición. 461p.Ñ

BOJORQUEZ, C. 1994. Alimentación del ganado lechero en base a pasturas. Boletín técnico. UNMSM/IVITA, Huancayo.

BOJORQUEZ, C., ROJAS J. Y ORDOÑEZ J. 2015. Pastos cultivados en el valle del Mantaro. Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

CALZADA, J. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Lima – Perú.

DE LA VEGA, J. 2016. Alimentación de bovinos. [en Línea] <file:///C:/Users/Marina/Downloads/Alimentac[1]...%20(2).pdf> [consulta: 1 Febrero del 2017]

CHÁVEZ, J. Y GÓMEZ, S. 1999. Guía para producir forraje de avena y cebada bajo riego en la costa de Ensenada. Campo Experimental Costa de Ensenada, México.

ENCISO, A., 1998. Valor Nutricional de la Avena, Avena Asociada con Vicia y sus Ensilajes en la zona Altoandinas del Perú. Tesis, para obtener grado de Magíster Scientie. La Molina, Perú.

ECHEVARRIA, M. 1994. Alimentación del ganado con pastos tropicales. Departamento de Nutrición. Facultad de Zootecnia. UNALM. Lima, Perú. 82p.

FALQUENBAUM, H. Y MOUAT, P. 2014. Biología de cultivos anuales. Morfología y estados de desarrollo en cereales, leguminosas, papa y remolacha. Pontificia Universidad Católica de Chile [en Línea] < http://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/index2.htm > [consulta: 1 Febrero del 2016]

FLOREZ, A. Y MALPARTIDA, E. 1987. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región altoandinas del Perú. Tomo II, Editorial Abril S. A. Lima. Perú.

FLÓREZ, A. 1992 Manual de Forrajes para zonas áridas y semi – áridas andinas. Lima. Perú. 281pp

GARCIA, V.J. 1992. Agro meteorología, Energía y Agua en la Agricultura. Impresiones y Ediciones E. MARTELL, Lima. 176 p

GALINDO, J. Y CLAVIJO, J. 2007. Modelos alométricos para estimar el área de los foliolos de arveja (*Pisum sativum* L.). Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 8(1), 37- 43. [en línea]< www.corpoica.org.co> [consulta: Marzo 2 del 2014]

HALANOCA, M. Y ARGOTE, G. 2007. Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno. En: XXX REUNION CIENTIFICA ANUAL DE LA ASOCIACION PERUANA DE PRODUCCION ANIMAL: Octubre del 2007. Libro de resúmenes y programa oficial. Cuzco, Perú.

HURTADO, 1965. Estudio comparativo de rendimiento en 31 variedades de Avena forrajera en el valle del Mantaro. Tesis, para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. La molina, Perú.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e informática). 2014. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. [en línea]
<<http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>> [consulta: Octubre del 2014]

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2007. Laboratorio de Análisis de Suelos de la Estación Experimental Agraria Santa Ana Huancayo.

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2013. Programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes de la Estación Agraria Baños del Inca. Vicia INIA 906-Cajamarca. Folleto de divulgación. Cajamarca, Perú.

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2006. programa Nacional de Investigación en Pastos y Forrajes de la Estación Experimental Agraria Santa Ana. Avena INIA 901- Mantaro 15M. Folleto de divulgación. Huancayo, Perú.

JUÁREZ, M. 2012. Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz. Estación Experimental Agropecuaria INTA, Argentina.

LAFORÉ, M., SAN MARTIN, F., BOJORQUEZ, C., ARBAIZA, T Y CARCELEN, F. 1999. Diagnostico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario del Valle del Mantaro. En Revista de Investigación Veterinaria. Perú; 10(2)

LAGRANGE, S., BOLLETA, A., TULESI, M., LARREA, D. Y FERNÁNDEZ, A. 2006. Evaluación de los diferentes estados de madurez del cultivo de avena para la obtención de henos o silaje de planta entera de alta calidad. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.

LOPEZ, L. 1991. Cereales – Cultivos Herbáceos. Vol. 1, Ediciones Mundi – Prensa.

MAYNARD, L. Y LOOSLI, J. 1975. Nutrición Animal. Editorial Hispanoamérica, Tercera edición. México.

MINSON, D. 1990. Forage in ruminant nutrition. Animal feeding and nutrition. Editor academic press. University of Wisconsin, Madison. 483p.

NOLI, C. Y RICAPA, F. Caracterización agronómica en avena forrajera en líneas promisorias para la producción de semilla en la sierra central del Perú. En: XXXII REUNION CIENTIFICA ANUAL DE LA ASOCIACION PERUANA DE PRODUCCION ANIMAL: Noviembre del 2009. Libro de resúmenes y programa oficial. Tumbes, Perú. Universidad Nacional de Tumbes.

NOLI, C., ORDOÑEZ, J. Y PERALTA, E. Caracterización agronómica de la producción de forraje de líneas promisorias de avena forrajera en campo de productores en la sierra central. En XXXI REUNION CIENTIFICA ANUAL DE LA ASOCIACION PERUANA DE PRODUCCION ANIMAL: Octubre del 2008. Libro de resúmenes y programa oficial. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.

NRC (National Research Council). 2001. Nutrients requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington, DC, USA: National Academy Press.

ÑAHUI, A. 1999. Sistemas de asociación vicia (*Vicia sativa*) con maíz (*Zea mays* L) en condiciones de la estación experimental agropecuaria “El Mantaro”. Tesis, para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Agronomía.

ORDOÑEZ, J Y BOJORQUEZ, C. 2011. Manejo del establecimiento de pasturas para zonas altoandinas del Perú. Primera edición. Editorial Concytec. Perú.

PEREZ, J., GARCIA, E., ENRIQUEZ, J., QUERO, A., PEREZ, J. Y HERNANDEZ, A. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto “mulato” (*Brachiaria hibrido*, cv.). [en Línea] <file:///C:/Users/Marina/Downloads/0c9605282371784097000000por ciento20(1).pdf> [consulta: 16 Octubre del 2014]

POND, W., CHURCH, D. Y POND, K. 2003. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Segunda edición. Editorial Limusa. México.

ROBINSON, P., COLLAR, C. Y NADER, G. 2004. The 2004 UC Davis recommended forage energy prediction equations. Cooperative extension. University of California, Davis. USA

RODRÍGUEZ, N., FLOREZ, A., Y MALPARTIDA, E. 1986. Determinación del valor nutritivo de las principales especies de los pastizales naturales de la sierra central. En: Investigaciones sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en el Perú.

SEMINARIO, J., URTEAGA, M. Y MEDINA, S. 2001. Estimación del área foliar en seis morfotipos de achira comestible (*Cann edulis* Ker-Gawler), por método no destructivo. Arnaldoa. Trujillo, Peru. V 8 (2) p. 67-80

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2008. Instituto Geofísico del Perú. Estación Huayao. Huancayo, Perú.

SCHOERDER, J.W. 2004. Com Silage Management. AS-123. North Dakota State University Cooperative Extension Service. [en línea] <www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1253w.htm> [consulta: 12 Octubre del 2014]

TOSI, J. A. 1960. Zonas de vida en el Perú. Instituto interamericano de ciencias agrícolas de la O.E.A. Zona Andina. Boletín N° 5. Proyecto 39.

VAN SOEST P. J., 1965. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. Study of effects of heating and drying of fiber and lignin in forages. J. Assn. Official Agr. Chem. 48:785.

VENAZI, S. Y KRUGER, H. 2002. Crecimiento del cultivo de avena en función de la densidad aparente del suelo. Estación Experimental Agropecuaria INTA, Argentina.

VELEZ, V., ZEGARRA, J. Y TORRES, J. 2010. Tablas de composición química nutricional de alimentos y forrajes. Subproyecto de investigación Estratégica “Valoración Química Nutricional de Recursos Alimenticios, Conocimiento Base para Mejorar la Competitividad y la Sustentabilidad de la Ganadería Bovina del Sur Peruano”. Arequipa – Perú.

UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina). 2007. Programa de Investigación y Proyección Social en Cereales y Granos Nativos. Cultivar de Avena “CENTENARIO”. Folleto de divulgación. Lima, Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo I. Condiciones climáticas durante el trabajo experimental: Setiembre 2007 a Julio 2008

Año	Mes	Temperatura (° C)		Precipitación (mm)
		Máx.	Min.	
2007	Setiembre	19.58	4.64	15.9
	Octubre	21.20	5.49	64.4
	Noviembre	21.64	5.75	48.8
	Diciembre	20.40	5.90	75.90
2008	Enero	18.15	7.66	107.60
	Febrero	18.49	6.50	58.00
	Marzo	18.50	5.31	55.00
	Abril	20.49	4.27	19.90
	Mayo	20.15	1.02	3.80
	Junio	19.87	0.51	11.80
	Julio	19.9	-0.02	6.40

FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2008)

Anexo II. Caracterización del suelo del área experimental



INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA
ESTACION EXPERIMENTAL AGRARIA SANTA ANA HUANCAYO



SERVICIO DE LABORATORIO

Laboratorio de Servicio de Suelos : Teléfonos : 24-6206 y 24-7011
 NOMBRE : E.E.A. S.A - P.N.I. PASTOS Y FORRAJES
 LOCALIDAD : SAN LORENZO - JAUJA
 LUGAR : YANAMUCLO

RESULTADOS DE ANALISIS

Potrero	Nº de Laboratorio	Fecha
	671-2012	04.06.2012

pH	C.E mS/cm	M.O %	P (ppm)	K (ppm)	Al me/100 gr	N %	TEXTURA			
							Arena %	Arcilla %	Limo %	Fr Ar
7.2		10.18	7.4	181.3		0.50	44.8	31.2	24.0	

INTERPRETACION DE ANALISIS :

	Peligroso	Normal	BAJO			MEDIO	ALTO
Acidez Extractable						X	X
Reaccion del Suelo		X				X	
Salinidad del Suelo							X

RECOMENDACIÓN DE NUTRIENTES DEL LABORATORIO DE SUELOS

NUTRIENTES	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Kg/há	Kg/há	Kg/há	Kg/há	Kg/há	Kg/há	Kg/há	Kg/há	Kg/há
Mínimo	0	80	40						
Máximo	20	100	60						

Recomendaciones y observaciones Especiales

Cultivo Actual AVENA + VICIA

Recomendaciones de fertilizantes por el Especialista.	Al tiempo del sembrado	Al aporque o moliado				
		El 50 % de N. Todo el P ₂ O ₅ y El 20	El 50 % de N.			

INIA
Estación Experimental Agraria
Santa Ana - Huancayo

Ing. Msc. Oscar Garay Carreras
(e) Área de Suelos

Anexo III. Características agronómicas de los cultivos de avena en tres estadios fenológicos.

Bloque	Estadio Fenológico	Parámetros evaluados					
		Cultivo	AF (cm2)	HT	AP (m)	DT (mm)	R (kg MS/ha)
I	F1	C1	179.00	0.78	0.79	5.44	3985
I	F1	C2	140.63	0.63	0.89	4.93	5412
I	F1	C3	235.22	0.59	0.92	4.45	7369
I	F1	C4	230.58	0.59	0.93	5.85	6785
I	F2	C1	48.77	0.29	1.22	4.44	8058
I	F2	C2	69.11	0.36	1.31	4.82	9633
I	F2	C3	79.99	0.38	1.24	4.79	8668
I	F2	C4	52.73	0.32	1.21	5.67	9509
I	F3	C1	13.6	0.34	1.35	5.28	8310
I	F3	C2	16.7	0.49	1.36	4.50	11263
I	F3	C3	10.0	0.49	1.40	4.09	10247
I	F3	C4	44.7	0.18	1.43	6.06	9351
II	F1	C1	226.5	0.55	0.95	5.11	6134
II	F1	C2	201.74	0.79	0.96	5.44	6136
II	F1	C3	157.90	0.76	0.95	5.34	4192
II	F1	C4	246.15	0.72	1.00	6.22	7656
II	F2	C1	102.85	0.41	1.29	4.75	13893
II	F2	C2	54.46	0.30	1.20	3.97	11490
II	F2	C3	40.45	0.30	1.43	5.64	11664
II	F2	C4	114.58	0.36	1.37	5.88	11856
II	F3	C1	82.30	0.26	1.47	5.49	11936
II	F3	C2	15.00	0.21	1.33	5.09	8481
II	F3	C3	10.90	0.24	1.36	4.34	8217
II	F3	C4	42.80	0.27	1.41	6.08	12180
III	F1	C1	154.05	0.79	0.84	4.67	5413
III	F1	C2	102.09	0.78	0.82	4.72	5314
III	F1	C3	164.90	0.77	0.92	4.88	5036
III	F1	C4	237.06	0.80	0.99	6.19	7801
III	F2	C1	50.41	0.30	1.27	3.90	6851
III	F2	C2	40.41	0.28	1.17	3.64	8916
III	F2	C3	143.22	0.38	1.24	4.90	8916
III	F2	C4	48.77	0.32	1.31	5.85	10514
III	F3	C1	45.0	0.22	1.25	4.60	9563
III	F3	C2	15.0	0.34	1.26	3.97	10874
III	F3	C3	22.0	0.41	1.40	4.51	10304
III	F3	C4	89.8	0.35	1.41	5.99	12508

Continúa...

I : Bloque 1	F1: Inicio de floración	C1: <i>A. sativa</i> var. “INIA 901 Mantaro 15”	AF: Área foliar
II : Bloque 2	F2: Grano lechoso	C2: <i>A. sativa</i> línea promisorio “INIA Santa Ana”	HT: Relación hoja : tallo
III: Bloque 3	F3: Grano pastoso	C3: <i>A. sativa</i> línea promisorio “INIA 2000”	AP: Altura de planta
		C4: <i>A. sativa</i> var. “Centenario”	DT: Diámetro de tallo
			R: Rendimiento

Anexo IV. Análisis químico proximal en base seca de los cultivos de avena en dos estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio fenológico	MS(%)	PC(%)	FDN(%)	NDT(%)	ENI (Mcal/kg MS)	días de edad
C1	Inicio de floración	21.6	11.09	63.04	52.00	1.03	95
C1	Grano pastoso	43.3	6.52	65.99	48.47	0.92	149
C2	Inicio de floración	23.6	9.60	60.42	52.75	1.03	95
C2	Grano pastoso	43.0	5.74	68.75	46.68	0.88	149
C3	Inicio de floración	23.6	11.44	61.60	52.91	1.05	93
C3	Grano pastoso	42.6	5.74	68.87	46.61	0.88	149
C4	Inicio de floración	22.0	7.20	62.35	50.69	1.00	113
C4	Grano pastoso	37.0	6.11	73.77	44.18	0.79	149

C1: *A. sativa* var. “INIA 901 Mantaro 15”

C2: *A. sativa* línea promisorio “INIA Santa Ana”

C3: *A. sativa* línea promisorio “INIA 2000”

C4: *A. sativa* var. “Centenario”

Anexo V. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para el área foliar (cm²) de la avena.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	Significancia
Estadio Fenológico (E)	2	1158.043793	579.021897	55.25	<.0001	**
Variedad (V)	3	61.740145	20.580048	1.96	0.1520	ns
Interacción E*V	6	46.458135	7.743023	0.74	0.6247	ns
Bloque	2	14.235402	7.117701	0.68	0.5184	ns
Error Experimental	20	209.608848	10.480442			
Total	33	1524.957812				

r ²	CV (por ciento)	Desviación Estándar (cm ²)	Promedio (cm ²)
0.862548	35.44926	32.37351	91.32353

ns: no significativo (p>0.05)

*: Significativo (p<0.05)

** : Altamente significativo (p<0.01)

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre estadios fenológicos:

Nivel de significancia (α): 0.05

Numero de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	2.847	2.989

Estadio Fenológico	Inicio Floración	Grano Lechoso	Grano Pastoso
Promedio	16.924 ^a	6.331 ^b	3.144 ^c

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre cultivos de avena:

Nivel de significancia (α): 0.05

Numero de medias (p)	2	3	4
ALS (Duncan)	3.281	3.444	3.548

Cultivo de avena	<i>A. sativa</i> var. "INIA 901 Mantaro 15"	<i>A. sativa</i> línea promisoría "INIA Santa Ana"	<i>A. sativa</i> línea promisoría "INIA 2000"	<i>A. sativa</i> var. "Centenario"
Promedio	7.188 ^a	9.017 ^a	9.590 ^a	10.570 ^a

Anexo VI. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para la relación hoja: tallo de la avena.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	Significancia
Estadío Fenológico (E)	2	1.20291667	0.60145833	68.28	<.0001	**
Variedad (V)	3	0.01287500	0.00429167	0.49	0.6947	ns
Interacción E*V	6	0.01915000	0.00319167	0.36	0.8948	ns
Bloque	2	0.01355000	0.00677500	0.77	0.4755	ns
Error Experimental	22	0.19378333	0.00880833			
Total	35	1.44227500				

r ²	CV (por ciento)	Desviación Estándar	Promedio
0.865641	20.66482	0.093853	0.454167

ns: no significativo ($p > 0.05$)

*: Significativo ($p < 0.05$)

** : Altamente significativo ($p < 0.01$)

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre estadios fenológicos:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.07946	0.08344

Estadio Fenológico	Inicio Floración	Grano Lechoso	Grano Pastoso
Promedio	0.71250 ^a	0.33333 ^b	0.31667 ^b

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre cultivos de avena:

Nivel de significancia (α): 0.05

Numero de medias (p)	2	3	4
ALS (Duncan)	0.09175	0.09634	0.09928

Cultivo de avena	<i>A. sativa</i> var. "INIA 901 Mantaro 15"	<i>A. sativa</i> línea promisorio "INIA Santa Ana"	<i>A. sativa</i> línea promisorio "INIA 2000"	<i>A. sativa</i> var. "Centenario"
Promedio	0.43778 ^a	0.46444 ^a	0.48000 ^a	0.43444 ^a

Anexo VII. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para la altura de planta (m) de la avena.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	Significancia
Estadío Fenológico (E)	2	1.38277222	0.69138611	202.10	<.0001	**
Variedad (V)	3	0.04249722	0.01416574	4.14	0.0181	*
Interacción E*V	6	0.00709444	0.00118241	0.35	0.9048	ns
Bloque	2	0.03287222	0.01643611	4.80	0.0186	*
Error Experimental	22	0.07526111	0.00342096			
Total	35	1.54049722				

r ²	CV (por ciento)	Desviación Estándar (m)	Promedio (m)
0.951145	4.936935	0.058489	1.184722

ns: no significativo (p>0.05)

*: Significativo (p<0.05)

** : Altamente significativo (p<0.01)

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre estadíos fenológicos:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.04952	0.05200

Estadío Fenológico	Inicio Floración	Grano Lechoso	Grano Pastoso
Promedio	0.91333 ^c	1.27167 ^b	1.36917 ^a

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre cultivos de avena:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3	4
ALS (Duncan)	0.05718	0.06004	0.06187

Cultivo de avena	<i>A. sativa</i> var. "INIA 901 Mantaro 15"	<i>A. sativa</i> línea promisorio "INIA Santa Ana"	<i>A. sativa</i> línea promisorio "INIA 2000"	<i>A. sativa</i> var. "Centenario"
Promedio	1.15889 ^{b,c}	1.14444 ^c	1.20667 ^{a,b}	1.22889 ^a

Anexo VIII. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para el diámetro de tallo (mm) de la avena.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	Significancia
Estadío Fenológico (E)	2	1.06833889	0.53416944	4.71	0.0198	*
Variedad (V)	3	10.89571944	3.63190648	32.04	<.0001	**
Interacción E*V	6	2.36290556	0.39381759	3.47	0.0144	*
Bloque	2	1.27810556	0.63905278	5.64	0.0106	*
Error Experimental	22	2.49416111	0.11337096			
Total	35	18.09923056				

r ²	CV (por ciento)	Desviación Estándar (mm)	Promedio (mm)
0.862195	6.678835	0.336706	5.041389

ns: no significativo ($p > 0.05$)

*: Significativo ($p < 0.05$)

** : Altamente significativo ($p < 0.01$)

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre estadíos fenológicos:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.2851	0.2993

Estadío Fenológico	Inicio Floración	Grano Lechoso	Grano Pastoso
Promedio	5.2700 ^a	4.8542 ^b	5.0000 ^{a,b}

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre cultivos de avena:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3	4
ALS (Duncan)	0.3292	0.3456	0.3562

Cultivo de avena	<i>A. sativa</i> var. "INIA 901 Mantaro 15"	<i>A. sativa</i> línea promisorio "INIA Santa Ana"	<i>A. sativa</i> línea promisorio "INIA 2000"	<i>A. sativa</i> var. "Centenario"
Promedio	4.8533 ^b	4.5644 ^b	4.7711 ^b	5.9767 ^a

Anexo IX. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para el rendimiento forrajero (kg MS/ha) de la avena.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	Significancia
Estado Fenológico (F)	2	137.8677174	68.9338587	24.35	<.0001	**
Variedad (V)	3	14.7786530	4.9262177	1.74	0.1880	ns
Interacción (V*F)	6	1.8164653	0.3027442	0.11	0.9947	ns
Bloque	2	11.4512644	5.7256322	2.02	0.1561	ns
Error Experimental	22	62.2692503	2.8304205			
Total	35	228.1833503				

r^2	CV (%)	Desviación Estándar (kg MS/ha)	Promedio (kg MS/ha)
0.727109	19.35030	1.682385	8.694361

ns: no significativo ($p > 0.05$)

*: Significativo ($p < 0.05$)

** : Altamente significativo ($p < 0.01$)

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre estadíos fenológicos:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	1.424	1.496

Estado Fenológico	Inicio Floración	Grano Lechoso	Grano Pastoso
Promedio	5.9361 ^b	9.8775 ^a	10.2695 ^a

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre cultivos de avena:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3	4
ALS (Duncan)	1.645	1.727	1.780

Cultivo de avena	<i>A. sativa</i> var. "INIA 901 Mantaro 15"	<i>A. sativa</i> línea promisorio "INIA Santa Ana"	<i>A. sativa</i> línea promisorio "INIA 2000"	<i>A. sativa</i> var. "Centenario"
Promedio	8.2381 ^a	8.4534 ^a	8.2903 ^a	9.7956 ^a

Anexo XI. Análisis químico proximal en base seca de los cultivos de vicia en dos estadios fenológicos.

Cultivo	Estadio fenológico	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	NDT (%)	ENI (Mcal/kg MS)	días de edad
C1	Inicio de floración	19.95	21.708	49.83	63.57	1.34	93
C1	Formación completa de vaina	28.43	19.867	51.38	61.95	1.30	134
C2	Inicio de floración	16.98	24.673	48.21	65.70	1.41	93
C2	Formación completa de vaina	33.40	17.487	57.02	57.94	1.19	134
C3	Inicio de floración	27.88	22.471	48.82	64.43	1.36	141
C3	Formación completa de vaina	-	-	-	-	-	-

C1: *V. sativa* “Local”

C2: *V. sativa* línea promisoría “INIA”

C3: *V. atropurpurea*

Anexo XII. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para la relación hoja: tallo de la vicia.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	Significancia
Estadío Fenológico (E)	2	0.63628889	0.31814444	10.15	0.0019	**
Variedad (V)	2	0.07651111	0.03825556	1.22	0.3247	ns
Interacción E*V	3	0.40804444	0.13601481	4.34	0.0233	*
Bloque	2	0.13877500	0.06938750	2.21	0.1461	ns
Error Experimental	14	0.43889167	0.03134940			
Total	23	1.62785000				

r ²	CV (por ciento)	Desviación Estándar	Promedio
0.730386	16.35636	0.177058	1.082500

ns: no significativo (p>0.05)

*: Significativo (p<0.05)

** : Altamente significativo (p<0.01)

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre estadíos fenológicos:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.1934	0.2026

Estadío Fenológico	Inicio Floración	Floración completa	Formación completa de vaina
Promedio	1.26333 ^a	1.03889 ^b	0.87667 ^b

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre cultivos de vicia:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.1934	0.2026

Cultivo de vicia	<i>V. sativa</i> "Local"	<i>V. sativa</i> línea promisorio "INIA"	<i>V. atropurpurea</i>
Promedio	1.10000 ^a	1.06000 ^a	1.08000 ^a

Anexo XIII. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para la altura de planta (m) de la vicia.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	Significancia
Estadio Fenológico (E)	2	1.44437350	0.72218675	141.07	<.0001	**
Variedad (V)	2	0.35138178	0.17569089	34.32	<.0001	**
Interacción E*V	3	0.28564778	0.09521593	18.60	<.0001	**
Bloque	2	0.04568725	0.02284362	4.46	0.0317	ns
Error Experimental	14	0.07167075	0.00511934			
Total	23	2.16524463				

r ²	CV (por ciento)	Desviación Estándar (m)	Promedio (m)
0.966899	7.339357	0.071550	0.974875

ns: no significativo (p>0.05)

*: Significativo (p<0.05)

** : Altamente significativo (p<0.01)

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre estadios fenológicos:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.07814	0.08188

Estadio Fenológico	Inicio floración	Floración completa	Formación completa de vaina
Promedio	0.69667 ^c	1.25656 ^a	0.96967 ^b

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre cultivos de vicia:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.07814	0.08188

Cultivo de vicia	<i>V. sativa</i> "Local"	<i>V. sativa</i> línea promisorio "INIA"	<i>V. atropurpurea</i>
Promedio	0.90578 ^b	1.17417 ^a	0.91111 ^b

Anexo XIV. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para el diámetro de tallo (mm) de la vicia.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	Significancia
Estadío Fenológico (E)	2	0.24024444	0.12014222	3.59	0.0551	ns
Variedad (V)	2	0.22921667	0.11460833	3.42	0.0615	ns
Interacción E*V	3	0.11684444	0.03894815	1.16	0.3584	ns
Bloque	2	0.23188958	0.11594479	3.46	0.0599	ns
Error Experimental	14	0.46847708	0.03346265			
Total	23	1.35779583				

r ²	CV (por ciento)	Desviación Estándar (mm)	Promedio (mm)
0.654972	6.242388	0.182928	2.930417

ns: no significativo ($p > 0.05$)

*: Significativo ($p < 0.05$)

**: Altamente significativo ($p < 0.01$)

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre estadios fenológicos:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.1998	0.2093

Estadio Fenológico	Inicio floración	Floración completa	Formación completa de vaina
Promedio	3.02444	2.96444	2.73833

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre cultivos de vicia:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.1998	0.2093

Cultivo de vicia	<i>V. sativa</i> "Local"	<i>V. sativa</i> línea promisoría "INIA"	<i>V. atropurpurea</i>
Promedio	3.00556 ^a	3.03333 ^a	2.78667 ^b

Anexo XV. Análisis de variancia y prueba de comparación de medias de Duncan para el rendimiento forrajero (kg MS/ha) de la vicia.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Pr > F	Significancia
Estado Fenológico (F)	2	66.8121984	33.4060992	43.63	<.0001	**
Variedad (V)	2	137.7300179	68.8650090	89.95	<.0001	**
Interacción (V*F)	3	25.6576898	8.5525633	11.17	0.0005	**
Bloque	2	1.2355622	0.6177811	0.81	0.4659	ns
Error Experimental	14	10.7183231	0.7655945			
Total	23	242.1537914				

r^2	CV (%)	Desviación Estándar Ponderada (t MS/ha)	Promedio (t MS/ha)
0.947396	18.52501	0.874983	4.723250

ns: no significativo ($p > 0.05$)

*: Significativo ($p < 0.05$)

** : Altamente significativo ($p < 0.01$)

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre estadios fenológicos:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.956	1.001

Estadio Fenológico	Inicio floración	Floración completa	Formación completa de vaina
Promedio	3.3480 ^b	5.3194 ^a	5.8918 ^a

Prueba de Comparación de Medias de Duncan entre cultivos de vicia:

Nivel de significancia (α): 0.05

Número de medias (p)	2	3
ALS (Duncan)	0.956	1.001

Cultivo de vicia	<i>V. sativa</i> "Local"	<i>V. sativa</i> línea promisoría "INIA"	<i>V. atropurpurea</i>
Promedio	3.4087 ^b	3.6930 ^b	8.2405 ^a

Anexo XVI. Archivo fotográfico



Instalación de parcelas experimentales



Control de malezas de los cultivos forrajeros



Evaluación del cultivo de avena en inicio de floración



Evaluación del cultivo de avena en grano lechoso



Evaluación del cultivo de avena en grano pastoso



**Evaluación del cultivo de vicia en
Inicio de floración**



**Evaluación del cultivo de vicia en
floración completa**



**Evaluación del cultivo de vicia en
formación completa de vaina**