

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**



**“LA ARVEJA COMO CULTIVO TEMPORAL PARA EL
ESTABLECIMIENTO DE UNA PASTURA DE GRAMÍNEAS Y
LEGUMINOSAS”**

Presentada por:

JEAM DAVID ROJAS EGOAVIL

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

Lima - Perú

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN AGRICULTURA SUSTENTABLE**

**“LA ARVEJA COMO CULTIVO TEMPORAL PARA EL
ESTABLECIMIENTO DE UNA PASTURA DE GRAMÍNEAS Y
LEGUMINOSAS”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

JEAM DAVID ROJAS EGOAVIL

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. Salomón Helfgott Lerner
PRESIDENTE

Ph.D. Hugo Soplín Villacorta
PATROCINADOR

M.Sc. Custodio Bojorquez Reyes
CO- PATROCINADOR

Dr. Félix Camarena Mayta
MIEMBRO

Ph.D. Mariano Echevarría Rojas
MIEMBRO

AGRADECIMIENTOS

Debo mi más sincera gratitud a mí Patrocinador el Ph.D. Hugo Soplin Villacorta, por el apoyo durante la ejecución de esta tesis. Asimismo, agradezco de manera especial a mis maestros co-asesores M.Sc. Custodio Lucio Bojórquez Reyes y M.Sc. José Hugo Ordoñez Flores, ambos Docentes Principales de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria.

A la Unidad de Pastos y Forrajes de la Estación IVITA Mantaro, que patrocino la presente investigación.

Asimismo debo mi aprecio y gratitud a decenas de personas, entre campesinos, técnicos, estudiantes internos de Medicina Veterinaria (UNMSM) y practicantes de la Facultad de Agronomía (UNCP) y profesionales, quienes a través del presente trabajo me ayudaron generosamente en la toma de datos, recolecciones de especímenes y diversas consultas a distintos niveles. Sería un gran placer nombrarlos a todos pero no siendo esto posible por obvias razones, les pido desde estas líneas que acepten mi más profunda gratitud. Con ellos estaré siempre en deuda.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Pastos cultivados	3
2.1.1. Gramíneas	3
a. Rye grass italiano (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.)	3
b. Rye grass inglés (<i>Lolium perenne</i> L.)	4
c. Rye grass híbrido (<i>Lolium x boucheanum</i> K.)	5
2.1.2. Leguminosas	5
a. Alfalfa (<i>Medicago sativa</i> L.)	5
b. Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i> L.)	7
c. Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L.)	8
2.1.3. Beneficios de las leguminosas en la asociación de pastos cultivados	9
2.1.4. Evaluación de pastos cultivados con método botanal	10
2.1.5. Producción de materia seca de pastos cultivados	11
2.2. Cultivo de compañía sembrada en el establecimiento de pasturas asociadas	12
2.2.1. Arveja (<i>Pisum sativum</i> L.)	13
2.3. Diversidad de las malezas en el establecimiento de pasturas asociadas	14
2.4. Sustentabilidad de las pasturas asociadas	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Características de la zona de estudio	18
a. Hidrografía	18
b. Clima	19
c. Suelo	20
d. Vegetación y ecología del valle del Mantaro	20
e. Zonas Agroecológicas en el valle del Mantaro	21
3.2. Metodología	21
a. Evaluación de pastos cultivados	23
b. Diversidad de las malezas en el establecimiento de pasturas asociadas gramíneas con leguminosas	23
c. Sustentabilidad de la pastura asociada sembrada con arveja	25

IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	26
4.1.	Cambios generales en la composición de los componentes de los tres sistemas de pasturas asociadas, a los 120 dds	26
4.2.	Diversidad de las malezas en el establecimiento de pasturas asocias gramíneas con leguminosas	27
4.3.	Composición botánica antes de cada pastoreo, después del primero	30
4.4.	Producción de materia seca (kg ha^{-1}) de gramíneas, leguminosas y malezas	34
4.5.	Sustentabilidad de las pasturas asociadas, sembradas con arveja	38
V.	CONCLUSIONES	43
VI.	RECOMENDACIONES	44
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
VIII.	ANEXO	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
Tabla 1:	Características morfológicas y agronómicas del cultivo Arveja (<i>Pisum sativum</i>) Var. “INIA 103 Remate”.	14
Tabla 2:	Cantidad, especies y variedades en la pastura asociada gramínea con leguminosa en el valle del Mantaro, Junín.	22
Tabla 3:	Tratamientos en estudio.	22
Tabla 4:	Composición botánica porcentual de los componentes de los tres sistemas de pasturas asociadas, a los 120 días después de la siembra.	26
Tabla 5:	Diversidad de malezas registradas durante el establecimiento de tres pasturas asociadas (Gramíneas con leguminosas), a los 120 dds, en el valle del Mantaro, Junín. 12 febrero 2013.	27
Tabla 6:	Familias de malezas con el mayor número de géneros y especies registradas durante el establecimiento de pasturas asociadas (Gramíneas con leguminosas), a los 120 dds, en el valle del Mantaro, Junín. 12 febrero, 2013.	27
Tabla 7:	Frecuencia, densidad e índice de valor de importancia de la diversidad de malezas, a los 120 dds, durante el establecimiento de pasturas asociadas (Gramíneas con leguminosas), sin deshierbo de malezas y sin arveja, Tratamiento 2. 12 febrero, 2013.	29
Tabla 8:	Frecuencia, densidad e índice de valor de importancia de la diversidad de malezas, a los 120 dds, durante el establecimiento de pasturas asociadas (Gramíneas con leguminosas), con siembra de arveja y sin deshierbo de malezas, Tratamiento 3. 12 febrero, 2013.	29
Tabla 9:	Composición botánica de las pasturas asociadas (T1, T2 y T3), previa al pastoreo, en las evaluaciones siguiente al primer pastoreo.	31
Tabla 10:	Porcentaje de Rye grass italiano (<i>Lolium multiflorum</i>) Var. “Tama”, antes de los pastoreos posteriores al primero, en los Tratamientos 1, 2 y 3.	33
Tabla 11:	Porcentaje de Rye grass híbrido (<i>Lolium x boucheanum</i>) Var. “Belinda”, antes de los pastoreos posteriores al primero, en los Tratamientos 1, 2 y 3.	33
Tabla 12:	Porcentaje de Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>) Var. “Quiñequeli”, antes de los pastoreos posteriores al primero, en los Tratamientos 1, 2 y 3.	33
Tabla 13:	Porcentaje de Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) Var. “SW8210”, antes de los pastoreos posteriores al primero, en los Tratamientos 1, 2 y 3.	34
Tabla 14:	Fechas de evaluación previa al pastoreo, periodo de descanso previo y producción de materia seca (kg ha ⁻¹) de cada uno de los componentes de la pastura asociada, en el Tratamiento 1.	35
Tabla 15:	Fechas de evaluación previa al pastoreo, periodo de descanso previo y producción de materia seca (kg ha ⁻¹) de cada uno de los componentes de la pastura asociada, en el Tratamiento 2.	36

Tabla 16:	Fechas de evaluación previa al pastoreo, periodo de descanso previo y producción de materia seca (kg ha^{-1}) de cada uno de los componentes de la pastura asociada, en el Tratamiento 3.	36
Tabla 17:	Rendimiento de arveja como cultivo de compañía en el establecimiento de una pastura (Gramínea con leguminosa). 12 Febrero, 2013.	38
Tabla 18:	Costo de establecimiento del pasto asociado, con deshierbo y sin arveja (T_1).	40
Tabla 19:	Costo de establecimiento del pasto asociado, sin deshierbo y sin arveja (T_2).	41
Tabla 20:	Costo de establecimiento del pasto asociado, sin deshierbo y con arveja (T_3).	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
Figura 1:	Composición botánica de la pastura asociada de Rye grass italiano (<i>Lolium multiflorum</i>) Var. “Tama”, Rye grass híbrido (<i>Lolium x boucheanum</i>) Var. “Belinda”, Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>) Var. “Quiñequeli” y Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) Var. “SW8210”, en el Tratamiento 1.	31
Figura 2:	Composición botánica de la pastura asociada de Rye grass italiano (<i>Lolium multiflorum</i>) Var. “Tama”, Rye grass híbrido (<i>Lolium x boucheanum</i>) Var. “Belinda”, Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>) Var. “Quiñequeli” y Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) Var. “SW8210”, en el Tratamiento 2.	32
Figura 3:	Composición botánica de la pastura asociada de Rye grass italiano (<i>Lolium multiflorum</i>) Var. “Tama”, Rye grass híbrido (<i>Lolium x boucheanum</i>) Var. “Belinda”, Trébol rojo (<i>Trifolium pratense</i>) Var. “Quiñequeli” y Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) Var. “SW8210”, en el Tratamiento 3.	32

ÍNDICE DE ANEXOS

Imagen		Pág.
Imagen 1:	Semillas e insumos empleadas en el estudio.	57
Imagen 2:	Pasada de rastra de puntas rígidas, para la siembra de pastos cultivados.	57
Imagen 3:	Fertilización y siembra de arveja al voleo.	57
Imagen 4:	Pasada de rastra de disco, para el tapado de la arveja	57
Imagen 5:	Siembra de pasto cultivado	58
Imagen 6:	Deshierbo del tratamiento 1	58
Imagen 7:	Tratamientos 60 días después de la siembra (dds)	58
Imagen 8:	Cosecha de arveja en vaina como hortaliza a los 120 dds	58

RESUMEN

Esta investigación se condujo en la Estación del IVITA Mantaro de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en la Región **Junín**. Los objetivos fueron: (a) Determinar el efecto del cultivo de arveja como cultivo temporal, en el establecimiento de una pastura asociada (Gramíneas con leguminosas), en el valle del Mantaro; (b) Determinar la diversidad y el efecto de las malezas en el establecimiento de la pasturas asociada, en el valle del Mantaro; y (c) Determinar la sustentabilidad de la incorporación de la arveja como cultivo temporal, durante el establecimiento de la pastura asociada, sembrada en el valle del Mantaro. Los tratamientos fueron: T1 (establecimiento de la pastura asociada, con deshierbo manual y sin arveja; T2 (establecimiento de la pastura asociada, sin deshierbo manual y sin arveja y T3 (establecimiento de la pastura asociada, sin deshierbo manual y con arveja). Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. En cada una de las parcelas se sembró la pastura asociada (Gramíneas con leguminosas), en cantidades equivalentes a 10 kg ha⁻¹ de *Lolium multiflorum*, Var. “Tama”, 10 kg ha⁻¹ de *Lolium x boucheanum* Var. “Belinda”, 5 kg ha⁻¹ de *Medicago sativa* Var. “SW8210” y 3 kg ha⁻¹ de *Trifolium pratense* Var. “Quiñequeli”. En el tratamiento T3, previo a la siembra de la pastura asociada, se sembró al voleo el equivalente a 50 kg ha⁻¹ de arveja Var. “INIA 103-Remate”. Se evaluó la composición botánica de las pasturas, a los 120 días después de la siembra, encontrándose que la población de malezas en T2, que fue de 21.63% por la ausencia de deshierbo manual, se redujo a 13.85% en T3, lo cual indica que la arveja compitió ventajosamente con las malezas. Al efectuarse el análisis económico, se determinó que la utilidad neta por la venta de arveja a los 120 días, cubre los costos del establecimiento de la pastura asociada. Las malezas de las familias Asteraceae y Poaceae registraron el mayor número y riqueza de especies, mientras que la familia Brassicaceae registró la más alta abundancia, durante el establecimiento de la pastura asociada en el valle del Mantaro. Las especies más importantes, según el Índice de Valor de Importancia fueron: *Brassica rapa* subsp. *campestris*, *Avena sativa* y *Medicago polymorpha*. Se concluye que la incorporación de la arveja como cultivo temporal durante el establecimiento de una pastura asociada, es una práctica sustentable para el valle del Mantaro.

Palabras clave: Cultivo temporal, arveja, pastura asociada

ABSTRACT

This research was conducted at the IVITA Mantaro station of the National University of San Marcos, in the Junín Region. The objectives were: (a) To determine the effect of pea cultivation as a temporary crop in the establishment of an associated pasture (Gramineae with legumes) in the Mantaro valley; (b) To determine the diversity and effect of weeds in the establishment of the associated pasture in the Mantaro valley; and (c) To determine the sustainability of the incorporation of the pea as a temporary crop, during the establishment of the associated pasture, seeded in the Mantaro valley. The treatments were: T1 (establishment of the associated pasture, with manual weeding and without pea), T2 (establishment of the associated pasture, without weeding, nor pea) and T3 (establishment of the associated pasture, without manual weeding, seeded with pea). Treatments were arranged in a randomized complete block design with three replicates. In each plot the associated pasture (Gramineae with legumes) was seeded, in amounts equivalent to 10 kg ha⁻¹ of *Lolium multiflorum*, Var. “Tama”, 10 kg ha⁻¹ of *Lolium x boucheanum* Var. “Belinda”, 5 kg ha⁻¹ of *Medicago sativa* Var. “SW8210” and 3 kg ha⁻¹ of *Trifolium pratense* Var. “Quiñequeli”. In treatment T3, prior to planting of the associated pasture, the equivalent of 50 kg ha⁻¹ of pea Var. “INIA103-Remate” was broadcasted. The botanical composition of the pastures was evaluated at 120 days after sowing. It was found that weed population in T2, which was 21.63% by the absence of manual weeding, was reduced to 13.85% in T3, which indicates that the pea competed advantageously with the weeds. When the economic analysis was carried out, it was determined that the net profit from the sale of peas at 120 days, covers the costs of establishing the associated pasture. Weeds of the Asteraceae and Poaceae families recorded the highest number and richness of species, while the Brassicaceae family recorded the highest abundance during the establishment of the associated pasture in the Mantaro Valley. The most important species, according to the Importance Value Index were: *Brassica rapa* subsp. *campestris*, *Avena sativa* and *Medicago polymorpha*. It is concluded that the incorporation of pea as a temporary crop during the establishment of an associated pasture is a sustainable practice for the Mantaro valley.

Key words: Temporary crop, pea, associated pasture

I. INTRODUCCIÓN

La pastura asociada y la arveja, se cultivan normalmente en el valle del Mantaro y cada una de ellos tiene su propia tecnología de manejo; sin embargo, para una mejor utilización del suelo, el pasto podría sembrarse con un cultivo de temporal (Ordóñez *et al.*, 1999; Ordóñez y Bojórquez, 2001), condición en que ambos cultivos aprovecharían la luz, la humedad y nutrientes del suelo, contrarrestándose así los efectos negativos de las malezas, en el establecimiento de la pastura asociada (Rojas *et al.*, 2010; Rojas *et al.*, 2013a). No obstante, en la Estación Experimental “Mantaro” del IVITA, se siembran los pastos sin efectuar deshierbos manuales, ni utilizar herbicidas, debido principalmente, a que ellos son pastoreados por vacas lecheras y las malezas contribuyen a incrementar el total de materia seca producida que es utilizada en su totalidad (Rojas *et al.*, 2013a). En el establecimiento se mantienen las pasturas durante 120 días después de la siembra (dds), antes de su utilización. Generalmente se siembran pasturas en terrenos donde se ha cosechado papa y en ellos aparecen malezas anuales de hoja ancha. Una alternativa viable para contrarrestar los efectos negativos de la invasión de malezas y con réditos biológicos y económicos, es la siembra simultánea de la pastura, con un cultivo de temporal como la arveja, donde la arveja, por su crecimiento rápido, cubrirá el suelo, reemplazará, por competencia natural, a la maleza, protegerá a las especies forrajeras sembradas en sus estadios iniciales, reducirá la incidencia de malezas, y una vez cosechada brindará un ingreso económico temprano al productor y permitirá una buena producción de forraje, con los consiguientes mayores beneficios (Ordóñez y Bojórquez, 2011). Por lo expuesto, se ha formulado la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto de la arveja como cultivo temporal en el establecimiento de la pastura asociada (Gramíneas con leguminosas), sobre la diversidad de malezas en el valle del Mantaro?. Como hipótesis se planteó, que la siembra simultánea de arveja como cultivo temporal no afecta el establecimiento de la pastura asociada, en el valle del Mantaro. Los objetivos que se plantearon para el trabajo fueron los siguientes:

- Determinar el efecto del cultivo de arveja como cultivo temporal en el establecimiento de una pastura asociada (Gramíneas con leguminosas), en el valle del Mantaro.

- Determinar la diversidad y el efecto de las malezas en el establecimiento de una pastura asociada (Gramíneas con leguminosas), en el valle del Mantaro.
- Determinar la sustentabilidad de la incorporación de la arveja como cultivo temporal, durante el establecimiento de una pastura asociada, sembrada en el valle del Mantaro.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PASTOS CULTIVADOS

2.1.1. GRAMÍNEAS

A continuación se hace la descripción de las especies de gramíneas empleadas en el presente estudio.

Al género *Lolium* pertenecen las especies *Lolium multiflorum*, *L. perenne* y *L. x boucheanum*, llamados rye grass italiano, inglés, e híbrido, respectivamente. El rye grass es un pasto cultivado de invierno, de las regiones templadas y subtropicales del globo. *L. multiflorum* y *L. perenne* son las especies principales del género *Lolium* (Bressolin, 2007). El rye grass es un pasto que tiene dos niveles de ploidía ($2n = 2x = 14$ cromosomas ó $2n = 4x = 28$ cromosomas), con genotipos y características fenotípicas diferentes. La duplicación de cromosomas afecta directamente la producción de la planta, debido al aumento de volumen de la célula (Balocchi y López, 2009). Con esto, el nivel del agua aumenta, así como los niveles de carbohidratos solubles, proteínas y lípidos, aumentando la digestibilidad, eficiencia ruminal y rendimiento animal (Smith *et al.*, 2001; Nair, 2004).

Rouquette Junior y Nelson (1997), mencionan que la producción de autotetraploides pretende aumentar caracteres de interés agronómico, como la calidad de forraje, resistencia a enfermedades, uniformidad y estabilidad de las poblaciones. Los tetraploides también se diferencian de los cultivares diploides por presentar hojas más anchas y más oscuras, ciclo vegetativo más largo, menos tolerancia al frío y al estrés hídrico y mayores exigencias sobre la fertilidad del suelo, para expresar su potencial de crecimiento (Blount y Prine, 2005, Freitas, 2003).

a. Rye grass italiano (*Lolium multiflorum* Lam.). Es un pasto de crecimiento erecto; en las zonas templadas, es anual o bianual. En el valle del Mantaro, algunas variedades tardías, permanecen por tres o más años. Se establece rápidamente y contribuye a que el pastizal recién implantado sea muy productivo al cabo de dos o tres meses. Por su rápido establecimiento, debido al mayor tamaño de su semilla sirve como planta protectora de

otras especies menos precoces, especialmente del pasto ovillo, el rye grass inglés y de los tréboles cuando se siembra asociado con ellos, También protege a la pastura asociada contra la desecación del suelo y los fríos extremos. Debido a esta propiedad, aquellas especies de establecimiento lento, se encuentran estimuladas a un desarrollo más seguro. Igualmente, esta habilidad para establecerse rápido, sirve para proteger el suelo contra la erosión del agua y el viento, al enraizar y cubrir rápidamente el suelo recién removido y expuesto a la erosión. Es una planta que crece en matas, es muy palatable y tolera relativamente bien las heladas (Bojórquez *et al.*, 2015b). Presenta hojas largas y anchas, de color verde claro, casi amarillento, con los nervios de la hoja más marcados y el envés muy brillante. La vaina abraza el tallo y tiene dos aurículas largas y una lígula claramente visible. Las hojas aparecen enrolladas en el interior de la vaina. Los tallos tienen sección circular y la base es de color rojizo. Es una planta de fácil establecimiento. Sembrada en una estación favorable supera a cualquier otra gramínea en velocidad de establecimiento (Ordoñez y Bojórquez, 2011).

La variedad estudiada fue: la variedad “Tama”, proveniente de Nueva Zelanda, es un tetraploide muy vigoroso, de rápido establecimiento, aunque de poca persistencia. Se caracteriza por ser sumamente precoz, lo que hace, bajar rápidamente su calidad, por la acumulación de fibra. Se asocia bien con otras gramíneas y leguminosas (Bojórquez *et al.*, 2015b).

El Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*), tendría su origen en la zona templada de Europa. Se adapta bien a los suelos en el valle del Mantaro. Se establece vigorosa y rápidamente, macolla profusamente; bajo buen manejo persiste por más de dos años, pero requiere suelos bien drenados, tiene raíces superficiales, por lo que no soporta la sequía. Es muy palatable y nutritivo (Bojórquez *et al.*, 2011).

El *Lolium multiflorum*, en el valle del Mantaro registra una producción elevada, en relación a *L. x boucheanum* y *L. perenne*, pero tiene la desventaja que es de ciclo vegetativo corto; por eso es esencial obtener la máxima producción posible de él en un tiempo relativamente corto. La aplicación de fertilizantes nitrogenados influye en la productividad y en la calidad de la hierba. Las especies difieren en su absorción de nitrógeno del suelo y generalmente el rye grass perenne es el más eficiente (Lindner, 1973).

b. Rye grass inglés (*Lolium perenne* L.). Es una gramínea amacollada, perenne de clima templado, nativo de Europa, Asia templada y el Norte de África (Walton, 1983). Esta

ampliamente distribuido a través del mundo, incluyendo Europa, Islas Británicas, Nueva Zelanda, Australia, Sur y Norte de América (Heath *et al.*, 1985). Es un pasto permanente, de crecimiento bajo y cespitoso; se caracteriza por tener un gran valor alimenticio, ser muy tolerante a climas extremos, sobre todo a las bajas temperaturas. Está adaptado bien para ser utilizado al pastoreo, ya que es poco dañado por el pisoteo y el mordisco de los animales. Las variedades disponibles en el mercado del valle del Mantaro son: Nui y Ruanui de Nueva Zelanda. Las variedades Norlea, Amazon, Max y Boxer de USA, son muy palatables y nutritivas para el ganado y tienen cierta tolerancia a la roya. Todas estas variedades, han mostrado buena adaptación a las condiciones climáticas del valle del Mantaro y posiblemente a toda la Sierra del Perú. Es necesario anotar, que prefieren suelos húmedos, retentivos, que no tengan dificultades con el encharcamiento del agua (Bojórquez *et al.*, 2015b).

c. Rye grass híbrido (*Lolium x boucheanum* K.). El rye grass híbrido, es un cruce, entre rye grass inglés e italiano, que combina las características de estas dos especies, en diversos grados. Existen variedades híbridas que se asemejan más al rye grass inglés, otros que se parecen más al rye grass italiano, y finalmente, otros muestran que son formas de transición. La variedad disponible en el medio local es “Belinda”, que es una variedad que fue obtenida en Nueva Zelanda, por cruzamiento controlado. Esta variedad, se caracteriza por adaptarse muy bien al clima del valle del Mantaro. Se establece rápidamente, cubriendo el terreno con gran número de macollos vigorosos. Tiene un color verde intenso y brillante, es sumamente palatables, para el ganado, rebrotando rápidamente, después de los pastoreos. Se asocia bien con otras gramíneas y leguminosas (Bojórquez *et al.*, 2011).

2.1.2. LEGUMINOSAS

Las leguminosas forrajeras predominantes en la zona comprenden principalmente la alfalfa y los tréboles rojo y blanco. La subfamilia más importante desde el punto de vista forrajero es la Papilionoideae, que incluye la **Tribu Trifolieae** y comprende a su vez géneros importantes como *Medicago* y *Trifolium*.

a. Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Es originaria de las altiplanicies del Irán y regiones cercanas. Es nativa de una zona templada de clima continental árido, con inviernos fríos y veranos cálidos y secos, baja humedad, alta luminosidad, noches frías, suelos alcalinos ricos en bases y capa freática profunda. Es una especie adaptada a la sequía del verano, con una profunda raíz pivotante. Introducida en Europa por Griegos y Romanos, fue

reintroducida por los Moros en España, de donde pasó a Europa y de ésta a otros continentes llevada por los colonizadores (Ratera, 1974).

En el valle del Mantaro y en la Sierra, en la época de lluvias, crece de 0.45 a 1.50 m de altura. No así, en la época seca con riego pues no crecen, o solo lo hacen a 0.10 m de altura, en dos meses. Tienen, generalmente, tallos erectos, posee hojas alternas trifoliadas. De las variedades que prosperan en el valle, la flor es de un color morado a rosado. El fruto es una legumbre en espiral, con espiras laterales (Loja, 2002).

La alfalfa es una leguminosa forrajera perenne, introducida al valle del Mantaro por su gran rusticidad, productividad y excelente calidad. Su mayor difusión es en la zona baja del valle; sin embargo, se le puede encontrar también en la región intermedia, aunque con menor frecuencia, conforme se va ganando altura. La alfalfa, por su gran flexibilidad, puede ser utilizada tanto al corte como al pastoreo y se puede elaborar de ella un heno de excelente calidad. En el valle del Mantaro, la siembra más frecuente de la alfalfa, es en pequeñas y medianas parcelas. En la época de estiaje cuando hay escasez de pastos, los productores la utilizan al corte para mezclarla con la paja de cebada y/o la chala seca, que la alimentación del ganado vacuno. La alfalfa sola, raramente es proporcionada a los animales mayores, pero si a los cuyes. La utilización por los medianos productores es similar al anteriormente descrito. La utilización de la alfalfa, como complemento de los subproductos agrícolas, permite usar recursos locales abundantes, pero de baja calidad (pajas, chala, etc.), para la producción de carne, leche y estiércol. Sin embargo, los productores medianos, por tener mayores áreas de terrenos con riego, pueden mantener algún potrero de alfalfa para su venta, en verde a los centros poblados o los vecinos (Bojórquez *et al.*, 2015b).

Gran parte de la alfalfa cultivada en el valle del Mantaro, es comercializada con destino a los centros urbanos, donde las familias provenientes de las zonas rurales crían rústicamente cuyes o conejos, para el consumo familiar. Esta comercialización de la alfalfa a Lima y los centros urbanos, desde el valle del Mantaro, tiene una larga data. Ya en el siglo pasado, cuando en los centros urbanos usaban bestias para el transporte urbano, había una gran demanda de alfalfa, además, de la enorme arriería que enlazaba a la capital con el interior del país (Burga y Manrique, 1990). La alfalfa es una leguminosa forrajera perenne, bastante adaptada a las condiciones de la Sierra Central. Se siembra, en parcelas pequeñas como alimento complementario de vacunos, que usualmente son alimentados con

subproductos agrícolas y para la crianza familiar de cuyes. La alfalfa, es universalmente, conocida por su gran capacidad de mejorar de suelos y por sus raíces profundas y compactas como protector del suelo contra la erosión. La alfalfa, en el valle del Mantaro, por su rusticidad y adaptación al medio, no es mayormente afectada por plagas ni enfermedades, requiriendo después de cada corte, sólo deshierbos manuales de algunas malezas y de *Pennisetum clandestinum* (kikuyo). Con variedades tolerantes al frío, en el valle del Mantaro, los riegos en la época de estiaje, son necesarios a pesar que de la napa freática es superficial; también es necesaria la fertilización con una fuente fosforada o cenizas y es recomendable su utilización al corte. En la época seca, el uso del pastoreo es frecuente, cuando su crecimiento no permite el corte, aunque esta práctica, acelera la invasión del “kikuyo”, como maleza y el envejecimiento del pastizal (Bojórquez *et al.*, 2015b). El “kikuyo” invade progresivamente los pastizales, hasta aproximadamente en un 70 por ciento, en tres años después de la siembra (Rojas *et al.*, 2013b).

La alfalfa es muy susceptible a excesos de humedad, siendo el efecto inicial atribuido a la disminución de oxígeno en la zona radicular, resultando en la formación de sustancias tóxicas que producen necrosis del xilema radicular, amarillamiento y pérdida de hojas (Zook *et al.*, 1986). Los síntomas aparecen con mayor severidad a medida que aumenta la temperatura en la zona de las raíces (Thompson y Fick, 1981; Townend y Dickinson, 1995). El exceso de humedad produce pérdida de población de la alfalfa, aumenta la presencia de gramíneas y malezas, con la consecuente disminución en la producción y calidad del forraje (Donovan y Meek, 1984).

Las plantas presentan diferente tolerancia a la acidez de los suelos, siendo las leguminosas, especialmente la “alfalfa” *Medicago sativa*, una especie sensible. El establecimiento, producción y persistencia de los alfalfares se ven afectados, particularmente por sus altos requerimientos de Ca y Mg. Se considera que el rango de pH óptimo para la especie, está comprendido entre 6.0 y 6.5, con porcentajes de saturación superiores al 80 por ciento (Morón, 2000).

En los valles interandinos, el crecimiento de las alfalfas, se favorecería por los efectos del cambio climático, que incrementarían las temperaturas y, por lo tanto, su crecimiento.

b. Trébol rojo (*Trifolium pratense* L.). Es una planta herbácea semiperenne de 0.10 a 0.60 m de altura (aunque puede alcanzar hasta los 1.10 m) y pilosidad variable. Los tallos son

erectos o ascendentes., su sistema radicular consta de una raíz pivotante, que es relativamente pequeña en comparación con las numerosas raíces adventicias, que forman una corona que arranca del cuello. Presenta hojas trifoliadas, alterna, con folíolos ovalados, blandos, de 1-3 cm de longitud y 8-15 mm de ancho, con dos estípulas basales estrechadas en arista, un pecíolo de 1-4 cm de longitud y de color verde; con un característico pálido creciente de la mitad hacia el borde del folíolo (Ordoñez y Bojórquez, 2011).

En los países templados, se comporta como una especie anual o de corto período de vida; sin embargo, en el valle del Mantaro, por su capacidad de auto sembrarse, se le suele encontrar en algunos campos de cinco o más años. Para la asociación de pastos, el trébol rojo es de gran utilidad, no solo porque fija nitrógeno atmosférico, sino también porque, junto con el rye grass italiano, sirven de plantas protectoras en el establecimiento de pastos. Además, se la recomienda en una pastura asociada, por aumentar la calidad del pasto. Tiene raíces profundas y se desarrollan cubriendo el terreno rápidamente, protegiéndolo de la desecación y la erosión. En las zonas altas y frías su crecimiento se limita a la época de lluvias y ausencia de heladas, a la que es susceptible. Igualmente, cuando se usa para pastoreo, se presume que produce mayores problemas de “timpanismo” que el trébol blanco, característica que frecuentemente limita su utilización. Las variedades que se pueden conseguir en el mercado local y que tienen buena adaptación en el valle son: el “Kendland” de USA, las variedades provenientes de Nueva Zelanda: “Hamua”, “Turoa” y “Pawera” y la introducida de Chile “Quiñequeli” (Bojórquez *et al.*, 2015b).

c. Trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Es una planta herbácea perenne, rastrera, con ramas estoloníferas, que tienen raíces casi superficiales. Tiene hojas trifoliadas, inflorescencia, multiflora, pedunculada y flores blancas o blanco rosadas (Loja, 2002). Es muy apropiado para las asociaciones duraderas, debido a su perennidad y su crecimiento rastrero. Al inicio su establecimiento es lento; su mejor rendimiento, se logra en el segundo y tercer año, después de la siembra, cuando la población de trébol rojo va disminuyendo. El Trébol blanco, por su hábito invasor, cubre todos los espacios vacíos en el campo, constituyéndose en un gran controlador de la erosión, además de mejorar la calidad nutritiva de la mezcla. Por su tolerancia a las heladas y su crecimiento rastrero, puede ocurrir que el Trébol blanco predomine y sofoque a las demás especies de la asociación, sobretodo, en suelos pobres en nitrógeno. El aprovechamiento apropiado del pastizal y un abonamiento correcto, constituyen las medidas más importantes para asegurar la

permanencia del pasto. Las variedades disponibles en el país son “Common” de USA y “Huia” de Nueva Zelanda, ambas de tamaño de hojas intermedias y de buena adaptación en nuestro medio, y muy adecuados para el pastoreo. Últimamente, se ha estado introduciendo la variedad “Kopu”, de Nueva Zelanda, que se caracteriza por tener hojas y pecíolos muy grandes, de crecimiento erecto (Bojórquez *et al.*, 2015b).

2.1.3. BENEFICIO DE LAS LEGUMINOSAS EN LA ASOCIACIÓN DE PASTOS CULTIVADOS.

Fijación de nitrógeno. La fijación del nitrógeno ocurre por la asociación simbiótica, que establece la planta con algunas bacterias de la familia *Rhizobiaceae*. Estas bacterias infectan las raíces de la planta e inducen la formación de nódulos radicales, en el interior de los cuales se realiza la fijación, con la intervención de la enzima nitrogenasa, localizada en el interior de los rizobios. Las bacterias le ceden el nitrógeno fijado a la planta y a su vez ésta le suministra al nódulo los carbohidratos que producen la energía necesaria para el proceso de fijación (Sylvester *et al.*, 1987).

La fijación simbiótica de nitrógeno ambiental, en las regiones tropicales tiene problemas por la acidez del suelo y la disponibilidad de nutrientes; los altos niveles de fertilización nitrogenada también inhiben ésta fijación biológica, por lo que la recomendación es no aplicar fertilizantes nitrogenados a las leguminosas (Vázquez, 1996). La mayoría del nitrógeno cedido (alrededor de un 80 por ciento), se transfiere al suelo como residuos vegetales procedentes de la descomposición de raíces y nódulos o deyecciones de animales, los cuales se descomponen posteriormente, mediante distintas transformaciones microbiológicas, hasta ser asimilados por las plantas asociadas; otra porción significativa del nitrógeno fijado, se libera directamente al suelo por las exudaciones de las raíces (Muslera y Ratera, 1991; Bogdan, 1997).

Incremento de la calidad del forraje. Las leguminosas incrementan el valor nutritivo de la gramínea asociada, particularmente en lo que se refiere a los contenidos de proteína total y de minerales, para mantener su calidad a través del tiempo, durante la época seca, cuando más las consumen los animales (Villaquirán y Lascano, 1986).

La experiencia generada en el manejo de asociaciones de gramíneas y leguminosas, coincide en señalar la dificultad de asociar las leguminosas con las gramíneas en cualquier pradera, por efecto de la competencia entre especies. Esto se debe a que las gramíneas

tienen mayor capacidad que las leguminosas, para absorber fosfatos, sulfatos, nitratos y potasio, de la solución nutritiva del suelo; por ello, para que la leguminosa persista en una mezcla, es necesario proveerlas en abundancia de los elementos necesarios para un buen crecimiento y desarrollo (Muslera y Ratera, 1991).

Así mismo, dado que las leguminosas asociadas, mejoran la disponibilidad de nitrógeno para la gramínea, ésta puede lograr ventaja comparativa y eliminarla por competencia; sin embargo puede ocurrir también que la gramínea o la leguminosa tengan una palatabilidad demasiado contrastante y los animales pastoreen selectivamente una u otra, hasta eliminarla de la pradera (Argel, 1996).

Es necesario saber manejar las asociaciones de gramíneas y leguminosas, para lograr obtener el potencial productivo de una pradera asociada, en términos de producción de carne y leche por hectárea, en forma sostenible (Enríquez *et al.*, 1999). Los sistemas semi-intensivos implican un cierto grado de manejo eficiente del pastoreo, particularmente en lo relativo a frecuencia e intensidad. El mantener una leguminosa en una pradera asociada, demanda un nivel más sofisticado de manejo, que el de una gramínea bien adaptada, pues las leguminosas pueden desaparecer por un manejo inapropiado (Argel, 1996).

2.1.4. EVALUACIÓN DE PASTOS CULTIVADOS CON MÉTODO BOTANAL.

En el análisis de los sistemas de producción animal, un punto importante lo constituye la estimación de los recursos forrajeros con que se cuenta en un momento dado. Esta estimación es compleja y de alto costo, dado el tamaño de las superficies a evaluar y la variabilidad de situaciones que pueden presentarse (Tothill *et al.*, 1978; Silva *et al.*, 1985). La metodología de evaluación denominada Botanal (T'Mannetje y Haydock, 1963; Haydock y Shaw, 1975; Tothill *et al.*, 1978; Soto y Teuber, 1982) ha mostrado ser rápida y expedita en la estimación de la disponibilidad y composición botánica de una pastura, además de no ser destructiva, cualidades que la hacen económica y practica para su uso, tanto en investigación como en la toma de decisiones de producción (Mansilla *et al.*, 1990).

Dentro del método Botanal, la composición botánica se estima ponderando la frecuencia de las tres principales especies encontradas en el muestreo, con multiplicadores propuestos por T'Mannetje y Haydock (1963). El método Botanal permite calcular en forma indirecta el porcentaje relativo de participación de cada especie presente. Los valores de los multiplicadores son: (70.2), (21.1) y (8.7). De acuerdo a lo expuesto por López *et al.*,

(1982); T'Mannetje y Haydock (1963), los coeficientes por ellos calculados fueron obtenidos de un grupo amplio de observaciones. El método Botanal se construyó suponiendo una pastura multiespecífica y los resultados obtenidos de su aplicación, muestran que el método del rango de peso seco es estable o robusto respecto al valor de los multiplicadores; por lo tanto, los resultados que se logran en la composición botánica se mantienen cerca del valor verdadero, a pesar de los cambios de los valores producidos en los multiplicadores (Mansilla *et al.*, 1990).

2.1.5. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE PASTOS CULTIVADOS

Se ha probado, que el valle del Mantaro es una cuenca lechera de un alto potencial, por sus condiciones climáticas muy adecuadas para la producción de forrajes y por su cercanía a la capital (centro poblado muy grande), que significa un mercado seguro, para cualquier producto agrícola (Bojórquez *et al.*, 1974; Acuña *et al.*, 1978; Bojórquez *et al.*, 1978; Bojórquez *et al.*, 1989; Fernández-Baca y Bojórquez, 1994). Sin embargo, a pesar que muchas instituciones han trabajado por varios años, en fomentar la producción lechera, existe poca información, sobre la evolución de este sistema en el valle del Mantaro (Bojórquez *et al.*, 2015b).

Por otro lado, con la justificación de estimular la ganadería, se están introduciendo en el valle, semillas de distintas especies forrajeras (gramíneas y leguminosas) y sobre todo de variedades nuevas, importadas, que no están siendo evaluadas, si son promisorias o no para la región (Rearte, 1992). Así, muchos centros de mejoramiento de plantas, de producción de Semillas, y las casas comerciales, constantemente están poniendo a disposición de los ganaderos locales, “nuevas especies y variedades de semillas”, sin ninguna referencia local. Ante esto, el IVITA Mantaro, que forma parte del Instituto de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria, de la UNMSM, viene evaluando, a nivel de finca, algunas variedades “nuevas” de pastos cultivados, introducidas a nuestra realidad (Bojórquez *et al.*, 2015b).

Las pasturas asociadas, que usualmente se siembran como mezclas de gramíneas y leguminosas, han resultado ser, en el valle del Mantaro, la principal fuente de alimentos del ganado lechero. Con estas pasturas, se han logrado rendimientos de 15 a 20 toneladas de materia seca (MS), por hectárea por año; sin embargo, la producción lechera solo alcanza a 10,000 litros por hectárea por año (Bojórquez *et al.*, 1974; IVITA/FIA, 1987; Bojórquez, 1989; Bojórquez *et al.*, 1989). Países como Nueva Zelanda, país ganadero por excelencia,

con similares ganado y pasturas que son utilizadas también al pastoreo, producen, algo de 10 a 12 toneladas de MS/ha/año, con sus pastos; pero, la producción lechera llega a promedios de 18,000 litros por hectárea por año (Holmes y Wilson, 1984). Inicialmente se pensaba que esta ventaja productiva, se podría deber a la mejor calidad de sus pasturas; sin embargo no es así, pues los pastos, en los valles Interandinos, incluso podrían ser mejores. La gran diferencia, parece estar, en que la producción de leche, en Nueva Zelanda, se ajusta más adecuadamente al clima, y a la producción de pastos durante todo el año. Además, no hay que olvidar que la producción lechera, se da a nivel del mar, ó a no más de 800 msnm, y no a 3200 msnm, como el valle del Mantaro (Bojórquez *et al.*, 2015b). Para calcular la producción de materia seca (MS) de la pastura asociada, se debe calcular el peso de MS de la especie vegetal componente por unidad de superficie, para lo cual es necesario cosechar la biomasa, separar especies y secar cada fracción hasta peso constante (Leigh *et al.*, 1979; Taylor, 1983; Farfán y Durant, 1998).

2.2. CULTIVOS DE COMPAÑÍA SEMBRADOS DURANTE EL ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS ASOCIADAS.

En el valle del Mantaro, la arveja se siembra en surcos, empleando 60 kg ha⁻¹ de semilla y su cultivo implica labores culturales propias (siembra, deshierbo, aporque, tutores, manejo, control de plagas, etc.). Algunos estudios han mostraron la posibilidad de sembrarla como cultivo de compañía durante el establecimiento de pasturas asociadas (Ordóñez *et al.*, 1999; Ordóñez y Bojórquez, 2001), donde la presencia de la arveja es temporal durante el establecimiento de pasturas. El rol de la arveja no se limita solamente a protegerá a la pastura de los factores climáticos adversos y aportar con materia seca en la producción total de forraje, sino también aportar servicios ecológicos, como competencia a las malezas y económicos, como mayores ingresos tempranos, producto de la venta de arveja en vainas verde. Los cultivos de compañía deben tener ciertas bondades y la arveja las cumple; estas son: crecimiento y cubrimiento rápido del suelo, reducir la competencia por malezas, reducir la erosión del suelo, mejorar la producción de forraje en cantidad y calidad y ejercer una mínima competencia al cultivo forrajero (Ordoñez y Bojórquez, 2011). En promedio, el establecimiento de pasturas asociadas en el valle de Mantaro, demora alrededor de 120 días después de la siembra (dds), durante los cuales emerge una gran diversidad de malezas, conjuntamente con los componentes de la pastura asociada. Aparentemente, las especies forrajeras que se siembran en el valle del Mantaro, se caracterizan por tener cierta tolerancia a la sombra producida por las malezas y por mostrar

una buena recuperación, en vigor y producción de materia seca después del primer pastoreo (Ordóñez y Bojórquez, 2011). En la Sierra Central aún no se ha estudiado la diversidad de malezas, así como no existe investigaciones sobre los efectos de los cultivos de compañía y las malezas en las pasturas asociadas.

2.2.1. Arveja (*Pisum sativum* L.). Se originó probablemente en Etiopia de donde se difundió a la región Mediterránea y de allí al Asia y otras regiones templadas del mundo. Fue traída a América por los españoles. En Sudamérica: Colombia, Ecuador y Perú son los mayores productores (Marmolejo y Suasnabar, 2002).

La arveja, junto con el fríjol y el haba son las especies de legumbres de mayor importancia en el mundo y en el Perú. Según el INEI (2013) el cultivo de arveja, por su distribución extensa en el territorio nacional, registra una producción de 31,214 ha de arveja de grano, pues es considerada como un cultivo que justifica su estudio detallado. Desde un punto de vista social, ella beneficia económicamente a un gran número de familias; nutricionalmente es una fuente importante de carbohidratos (6.3 por ciento en grano verde) y proteínas (24.1 por ciento en grano seco) que la convierte en un complemento ideal de la alimentación humana. Agrícolamente, mejora la fertilidad de los suelos, por su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico (hasta 85 kg ha⁻¹ por año, según CARITAS (2004), y porque es un cultivo muy recomendado dentro de un programa de rotación de cultivos.

Es un cultivo de amplia adaptación y difusión en la sierra peruana, apreciada por su alto valor nutritivo, pues es fuente de “lisina y triptófano”, además de calcio, fósforo, hierro y vitaminas. Su consumo es en grano verde y seco.

Los trabajos del INIA Santa Ana, a través del Programa Nacional de Investigación en Hortalizas (PNIH), entre 1988 a 2002, estuvieron orientados, en el cultivo de arveja, a la búsqueda de cultivares de buena adaptación, alto rendimiento y de buen tamaño de vaina y grano, características preferidas por productores y consumidores. Estos trabajos desarrollados han conducido a la selección de la variedad “INIA 103 Remate”, caracterizada por su excelente adaptación a diversas condiciones agroecológicas de sierra central, principalmente del valle del Mantaro, con rendimientos superiores a las variedades criollas, buen tamaño de vaina y grano, características que repercuten en mejores precios para el productor. El cultivar “INIA 103 Remate” procede de la línea “El Remate” de origen argentino y es el resultado de un proceso de selección iniciado en 1988, por el ex Programa de Investigación en Leguminosas de Grano (INIAA), dentro de un conjunto de líneas y variedades introducidas de Argentina y otros países a través del PROCINDINO.

El trabajo de selección fue culminado por el PNIH (INIA, 2004). Sus principales características se especifican en la Tabla 1.

Tabla 1: Características morfológicas y agronómicas de la arveja (*Pisum sativum*) Var. “INIA 103 Remate”.

Días de floración	: 73 días después de la siembra
Días a la madurez fisiológicas	: 120 días después de la siembra
Inicio de cosecha en vaina verde	: 110 días después de la siembra
Cosecha en grano seco	: 150 días después de la siembra
Altura de planta	: 1.57 m
Longitud de vaina	: 9.13 cm
Numero de vainas por planta	: 21
Numero de grano por vaina	: 8 a 9
Tamaño de grano	: 7 mm
Color de grano en seco	: Crema
Rendimiento en vaina verde	: 10 000 kg ha ⁻¹ con tutores : 6 300 kg ha ⁻¹ sin tutores
Rendimiento en grano seco	: 2 000 kg ha ⁻¹ con tutores : 1 300 kg ha ⁻¹ sin tutores
Reacciones a enfermedades	: Tolerancia a oidium <i>Erysiphe polygoni</i>

Fuente: Programa Nacional de Investigación en Hortalizas, INIA Santa Ana, 2004.

2.3. DIVERSIDAD DE MALEZAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS ASOCIADAS.

Los pastos cultivados están bajo un manejo relativamente intenso, que incluyen prácticas culturales como la preparación de suelos, fertilización, irrigación y control de malezas (Flores, 2005). La identificación de las malezas es un requerimiento básico para el planteamiento de alternativas de solución a los problemas, en los sistemas agropecuarios (Rojas *et al.*, 2014b), más aún si se practica un enfoque ecológico, para la aplicación correcta de los métodos de control. La determinación precisa de las especies de malezas permitirá plantear calendarios efectivos en las operaciones de deshierbo y la selección apropiada de los métodos de control (Cerna, 1994). La identificación de malezas, sobre todo perennes y parasitarias, debe ser precisa, ya que estas especies no suelen responder a las prácticas tradicionales de control. La identificación de las especies anuales es primordial para conocer los componentes de la flora y su nivel de infestación (Labrada y Parker, 1996). En el Perú, a pesar que existe diversos métodos de control, no se han alcanzado los resultados deseables, debido fundamentalmente al desconocimiento de la biología, morfología y taxonomía de estas malezas (Sagastegui y Leiva, 1993). El

conocimiento en profundidad, de la composición de malezas en un campo, permite una mejor planificación de las estrategias de rotación y contribuye a la creación de un verdadero programa de manejo de suelos fundamentado en principios ecológicos (Leguizamón, 2005). En la Sierra Central aún no se ha estudiado la diversidad de malezas, así como no existen investigaciones sobre la interacción pastos cultivados-malezas (Rojas *et al.*, 2011; 2012).

2.4. SUSTENTABILIDAD DE LAS PASTURAS ASOCIADAS.

La producción animal al pastoreo, a base de pastos cultivados, es una forma efectiva, económica y eficiente de producir alimento de calidad, en comparación con la explotación de animales confinados o consumiendo concentrados y dietas altas en granos. El pastoreo es considerado como la forma más barata y "natural" de producir alimentos de origen animal, razón por la cual, es una opción bastante estudiada como alternativa de explotación económica del suelo. Para mejorar la rentabilidad de los sistemas pastoriles, debe incrementarse la producción animal por unidad de área mediante el aumento en la productividad del componente forrajero (Da Silva y Hernández-Garay, 2010).

Los cultivos forrajeros constituyen una piedra angular de los sistemas ganaderos y pastorales, permitiendo a la vez un uso más extensivo en algunos espacios de la explotación y, por tanto, su conservación. Los trabajos encaminados a mejorar el conocimiento sobre la producción, la calidad, la adaptación a diferentes ambientes o sobre las técnicas de cultivo óptimas de especies, variedades o ecotipos de interés pastoral, ya sean tradicionales o novedosas, permiten avanzar en la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas (Martínez, 2013). Las pasturas son los alimentos más baratos y prácticos, que se pueden producir en las zonas ganaderas de la sierra peruana (Solid OPD, 2010).

Con la asociación de gramíneas y leguminosas se mejora la fertilidad del suelo respecto a los monocultivos. Esto se debe al mayor aporte de nitrógeno atmosférico, mayor interceptación de luz y distribución estacional de biomasa más homogénea (Zaragoza *et al.*, 2009). La ventaja de usar leguminosas es su mayor persistencia en condiciones de pastoreo (Quero *et al.*, 2007).

El sistema de pastoreo con ganado vacuno lechero tiene un efecto marcado en el ciclo del Nitrógeno (N). Los animales en pastoreo retornan al sistema, vía heces y orina, alrededor de 80 por ciento del N que consumen (Decau *et al.*, 2004); con frecuencia este aporte no es considerado al estimar las dosis de fertilización para un máximo aprovechamiento del N

por los cultivos. Las cantidades de N que regresan a las praderas de pastoreo a través de excretas, son debidas principalmente al N presente en la orina (Eriksen *et al.*, 2004; Miller *et al.*, 2005; Eriksen *et al.*, 2006).

Es posible reemplazar las altas dosis de fertilización nitrogenada ($>170 \text{ kg ha}^{-1}$ de N) (Newell Price *et al.*, 2011) por praderas mixtas de gramíneas con leguminosas forrajeras. Para evitar los altos niveles de fijación de N, el contenido de leguminosas no debería exceder la proporción de 0.3 a 0.4 de la materia seca del pasto (Eckard y Franks, 1998).

Los suelos son la mayor fuente y reservorio de carbono (C) en los ecosistemas terrestres, y son la vía principal por la cual el CO_2 fijado por las plantas es retornado a la atmósfera. La emisión de CO_2 de los suelos a la atmósfera ocurre principalmente por la respiración de raíces y organismos heterótrofos (Palacio y Hurtado, 2008).

La disminución del nivel de C orgánico de los suelos se explica por el uso agrícola y la deforestación, ya que la materia orgánica se disminuye principalmente en la capa de suelo labrada, debido a una caída de aportes de residuos, al incremento de temperatura y a la destrucción de macro y micro-agregados (Trumper *et al.*, 2009).

Una contribución importante para abatir el aumento de CO_2 en la atmósfera es incrementar los reservorios de carbono edáfico, el cual tiene tiempos medios de residencia más prolongados que la vegetación. En este sentido, las tierras de pastoreo juegan un papel importante en el secuestro de carbono, ya que los pastizales contribuyen a mitigar el cambio climático global al almacenar carbono en la biomasa por el proceso de la fotosíntesis y en el suelo por el ciclo del carbono (Conant *et al.*, 2005).

Según la FAO (2002), las tierras de pastoreo ocupan 3,200 millones de hectáreas y almacenan entre 200 y 420 miles de millones de toneladas de carbono en el ecosistema total, gran parte debajo de la superficie y en un estado relativamente estable. El carbono del suelo en tierras de pastoreo es estimado en 70 t ha^{-1} , cifra similar a las cantidades almacenadas en los suelos forestales (Trumbmore *et al.*, 1995).

Los pastos y forrajes tienen diversas funciones: proporcionan servicios ecosistémicos esenciales y ofrecen diversos medios de sustento, por ejemplo, como recurso genético para la producción alimentaria y la intensificación sostenible de la producción; como recurso para la producción de energía; como materia prima para la producción industrial y como captación de carbono. Muchas zonas forrajeras y de pastizal permanentes son útiles para la protección de las cuencas hidrográficas, la rehabilitación de tierras contaminadas y la

producción de bioenergía. La intensificación sostenible de los sistemas agropecuarios basada en una mejor gestión de las zonas forrajeras, los pastizales y los terrenos de pastos podría contribuir significativamente al desarrollo sostenible a gran escala. A nivel mundial, los suelos de los pastizales tienen potencial para captar 0.2-0.8 Gt anuales de CO₂, según el tipo de pastoreo y las prácticas de gestión aplicadas. La cobertura de los pastizales puede retener un 50-80 por ciento más de agua, lo que reduce los riesgos de sequías e inundaciones. Todos estos atributos, en conjunto, son cruciales para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos. Es urgente reclamar sistemas que integren el cultivo agrícola con la ganadería, en los que los residuos vegetales pueden proporcionar alimento al ganado, que a su vez produce estiércol para fertilizar los cultivos, en la propia explotación o en un ciclo extendido de aprovechamiento de los nutrientes. Aunque estos sistemas han estado presentes durante siglos en la agricultura tradicional, actualmente se benefician de los componentes sinérgicos que aportan los modernos sectores agrícolas, ganaderos y forestales (FAO, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se ha llevado en la Estación Experimental del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) Mantaro, Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ubicada en la margen izquierda en el valle del Mantaro, distrito El Mantaro, de la provincia de Jauja, región Junín, a 3316 msnm, a 12° 05' 10" latitud sur y 75° 16' 33" longitud oeste. Esta zona se caracteriza por que las precipitaciones pluviales se presentan durante los meses de diciembre a marzo y la sequía entre mayo a agosto. Los meses de abril y setiembre a noviembre son considerados meses de transición, y la temperatura media anual es 11°C, los suelos son pobres en nitrógeno, medios en fosforo y altos en potasio, y su textura es franco arcillosa-arenosa (Ordoñez y Bojórquez, 2011; Bojórquez *et al.*, 2015b).

a) Hidrografía

La hidrografía del valle del Mantaro está determinada principalmente por el río Mantaro que nace en el Lago Junín o Chinchaycocha (4100 msnm) y termina al confluir con el río Apurímac (a 500 msnm) para formar el río Ene (Tovar, 1990). Recorre una longitud aproximada de 58 km del valle del Mantaro, con una pendiente promedio 0.3 por ciento. Al contemplar el valle del Mantaro, podemos tener una panorámica ancha y plana que comprende 86.7 km de largo entre las divisorias de agua al norte y sur y 70 km en el fondo del valle. Igualmente, se establece 46.4 km de ancho entre el Este y Oeste de las divisorias de agua y de 18 km a 3 km en el fondo del valle, planicie interandina que se le conoce, como el valle del Mantaro.

Seis son en total los ríos que drenan en el valle, de los cuales los ríos Yacus, Seco, Achamayo, Shullcas y Chanchas lo hacen por la vertiente o ladera oriental, es decir descienden desde las cumbres de la cadena de montañas orientales, mientras que el río Cunas desciende desde las cumbres de la montaña occidental (Rodríguez, 1996; IGP, 2005b).

b) Clima

El clima del valle del Mantaro por sus valores de índice climático basados en la precipitación efectiva y temperatura eficiente corresponde al tipo de clima (C') Subhúmedo y Microtérnico de carácter frío.

Es Subhúmedo por que durante el año se presentan dos épocas marcadas: una estación seca llamada también estiaje (abril – setiembre) y una estación húmeda o lluviosa (octubre – marzo). Las precipitaciones y las formaciones de nubes son traídas por el movimiento de masas de aire del sureste, este y noreste que vienen cargados de humedad como consecuencia de la inestabilidad atmosférica producto de la baja presión en estos meses de (octubre – marzo), e inducidos a raíz del calentamiento por la alta insolación. Las lluvias se incrementan a partir de octubre (67.0 mm mes^{-1}), llegando a su valor máximo en febrero ($124.2 \text{ mm mes}^{-1}$), para luego descender. Durante este período de seis meses se tiene el 80.2 por ciento de la precipitación promedio del año (731.2 mm). El aumento de la presión en abril, inducida por la disminución de la temperatura por efectos de la disminución de la radiación solar, hace que las lluvias desaparezcan en los meses de estiaje, registrándose durante este período las precipitaciones más bajas (7.1 mm mes^{-1} en promedio) (Arroyo, 2005; IGP, 2005a; 2005b; 2005c) originando fuerte enfriamiento del suelo superficial y de capas bajas del aire a las que se les conoce como heladas, enfriamiento nocturno o heladas estacionales.

Es microtérnico porque su temperatura, durante el año, presenta dos estaciones muy marcadas, una estación templada (setiembre – abril) y una estación fría (mayo – agosto). Durante la época de la estación fría, las temperaturas más bajas se registran en los meses de junio y julio (0.4 °C en promedio), en donde las heladas son intensas debido a que el cielo en estos meses se encuentra despejado y el aire es seco. Esto produce la pérdida de calor del suelo por irradiación dirigiéndose hacia el espacio durante la noche.

En la estación templada, las temperaturas más altas se registran en el mes de noviembre (20.5 °C en promedio), y en los meses de enero, febrero se registran las temperaturas mínimas más altas, debidas principalmente a los continuos días de nubosidad que proviene de las masas húmedas continentales, presentando una temperatura media anual de 11.10 °C (Arroyo, 2005).

De acuerdo al sistema de clasificación de Thorntwaite (1948), en el valle del Mantaro, el tipo de clima es Templado Semi-Árido.

c) Suelo

De acuerdo al Sistema de Clasificación Natural de los Suelos propuesto por la FAO, que ha sido empleada para la elaboración del “Mapas de Suelos del Mundo” y según el sistema de clasificación de Zamora y Bao (citado en Peñaherrera, 1969) que agrupa a los suelos del Perú en siete regiones edáficas, los suelos del valle interandino del Mantaro, comprenden la siguiente región edáfica:

La región Kastanosólica: ocupa la mayor parte de los valles interandinos y está comprendida entre los 2200 y 4000 msnm. Sus suelos son fértiles y en su mayoría están destinados a labores agrícolas. Los suelos son de color castaño, de textura media, profundos, cálcicos con reacción alcalina, bajos en nitrógeno. Desde el punto de vista agrícola estos suelos son intensamente explotados, prosperando diversos cultivos entre ellos la papa y las partes altas son utilizadas para fines pecuarios.

El suelo del valle del Mantaro tiene origen aluvial; la morfología actual del suelo está determinada por el hundimiento del subsuelo, cubierto por un potente aluvión y las recientes terrazas a diferentes niveles formadas por el río Mantaro, los detritos de materiales gruesos erosionados por el mismo río, las áreas depresionadas, las laderas de depósito coluviales, las quebradas encajonadas y los desfiladeros, marcan los procesos físicos más importantes donde se ubican los suelos que en una u otra forma han influido en la génesis de los mismos. Las terrazas existentes relacionadas con los períodos glaciales son de suma importancia en el origen de los suelos del valle, igualmente es importante remarcar su cobertura parcial con los cono aluviales dando origen a suelos jóvenes aun no estudiados, las terrazas más recientes no aparecen en ciertos sectores, teniendo este fenómeno relación directa con la erosión del río y los conos aluviales (Loja, 2002).

d) Vegetación y ecología del valle del Mantaro

La flora y vegetación del valle del Mantaro, están en función de la altitud, configuración orográfica y factores bioclimáticos. De acuerdo con los pisos bioclimáticos sugeridos para el Perú por Rivas-Martínez y Tovar (1982) y Rivas-Martínez *et al.*, (1988), se reconoce el **Piso Mesoandino Superior** (3200-3850 msnm), donde el tipo de vegetación se caracteriza por la predominancia de monte bajo ralo con gramíneas y según Weberbauer (1945) sería "Estepa de gramíneas con arbustos dispersos". Los pocos árboles o arbolillos adquieren

buen desarrollo sólo en las quebradas de suelos ricos en nutrientes y más húmedos. El tipo de vegetación corresponde a “Monte Bajo más gramíneas con algunos árboles”.

En base a las Zonas de Vida Natural en el Perú (Tosi, 1960) basado en el sistema Holdridge, en el valle del Mantaro, la zona de vida corresponde a **Bosque Seco Montano Tropical** (3000-3500 msnm) donde prevalece un clima templado y semi-árido. El terreno es generalmente plano con suelos aluviales en las llanuras amplias. Casi toda esta área está bajo cultivo y se riegan extensas zonas.

e) Zonas Agroecológicas en el valle del Mantaro

De acuerdo al planteamiento de Mayer (1981), el valle del Mantaro se divide en tres principales zonas agroecológicas “Baja, Media y Alta”. La **Zona Agroecológica Baja** (3000-3500 msnm) que es aquella donde se realizó el presente estudio, según Mayer (1981) se caracteriza por sus condiciones favorables para la siembra de cultivos, así como por un clima más templado, que hacen que sea la más explotada y más productiva, y en la que el cultivo característico es el maíz amiláceo.

3.2. METODOLOGÍA

Los cultivos anteriores fueron papa y luego avena; la preparación del suelo fue convencional y mecanizada. Luego de dos pases de arado de discos y dos pases de rastra de discos, se construyeron las melgas con cuchilla niveladora de 3 m de ancho. El presente estudio se instaló el 15 octubre de 2012. En cada melga se pasó una rastra de puntas rígidas para remover el suelo, y luego se procedió a la fertilización de establecimiento a una dosis de 36-92-60 kg ha⁻¹, de N-P₂O₅-K₂O. Seguidamente, en cada una ellas se sembró la pastura asociada al voleo, a la densidad de 28 kg ha⁻¹ en total, que incluía 10 kg ha⁻¹ de Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) Var. “Tama”, 10 kg ha⁻¹ de Rye grass híbrido (*Lolium x boucheanum*) Var. “Belinda”, 5 kg ha⁻¹ de Alfalfa (*Medicago sativa*) Var. “SW8210” y 3 kg ha⁻¹ de Trébol rojo (*Trifolium pratense*) Var. “Quiñequeli”, de modo tal que las gramíneas representaron 71 por ciento de la asociación y las leguminosas el 29 por ciento, restante (Tabla 2). Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones, y los tratamientos fueron los siguientes: T1 = Establecimiento de la pastura asociada, con deshierbo manual y sin arveja, T2 = Establecimiento de la pastura asociada, sin deshierbo manual y sin arveja y T3 = Establecimiento de la pastura asociada sin deshierbo manual y con arveja (Tabla 3). En el tratamiento T₃ se procedió a la siembra al voleo de arveja (*Pisum sativum*) Var. “INIA 103 Remate” con 50 kg ha⁻¹ de semilla, en seguida se pasó una rastra de discos para tajarla. El suelo fue de textura franco arenoso-

arcilloso, con pH de 7.2; el agua utilizada para los riegos semanales, en la estación seca o estiaje (abril a setiembre), fue tomada del Canal del CIMMIR de la Junta de Usuarios del Distrito de Mantaro.

Se registraron las producciones a los 120 días después de la siembra (dds), y un día antes de cada pastoreo, se evaluaron los componentes de la pastura asociada (gramíneas y leguminosas), tomando en cuenta el estado de crecimiento. Para ello se hizo el corte en las parcelas, en cuatro cuadrantes de 0.5 x 0.5 m (área de 0.25 m²), haciendo total de un metro cuadrado por tratamiento; se pesaron las producciones de forraje fresco, y se tomó una submuestra de 200 g que se introdujo en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio de la Unidad de Investigación de Pastos y Forrajes del IVITA Mantaro. Una vez en él, se colocaron en bolsas de papel Kraft y seguidamente se llevaron a la estufa de aire forzado, a una temperatura entre 70 y 80° C por 24 horas transcurridas las cuales se procedió a pesar las muestras para calcular la Materia Seca.

Tabla 2: Cantidad, especies y variedades en la pastura asociada gramínea con leguminosa en el valle del Mantaro, Junín.

Pasturas	Nombre científico	Variedad	kg ha ⁻¹
Rye grass italiano	<i>Lolium multiflorum</i>	Tama	10
Rye grass hibrido	<i>Lolium x boucheanum</i>	Belinda	10
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	SW8210	5
Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>	Quiñequeli	3

Tabla 3: Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Variables en estudio
T₁	Establecimiento de la pastura asociada, con deshierbo manual y sin arveja.
T₂	Establecimiento de la pastura asociada, sin deshierbo manual y sin arveja.
T₃	Establecimiento de la pastura asociada, sin deshierbo manual y con arveja.

Las evaluaciones posteriores a la primera corresponden, a las realizadas considerando intervalos (periodos de descanso), de aproximadamente 50 días, tiempo que consideramos, que todas las especies de pastos del ensayo, han podido completar su crecimiento y mostrar su potencial productivo.

A los 120 días después de la siembra (dds), se registraron las producciones de arveja (*Pisum sativum*) Var. “INIA 103 Remate”, en vaina verde, como hortaliza en kg ha⁻¹; en el Tratamiento 3.

a. EVALUACIÓN DE PASTOS CULTIVADOS

La primera evaluación de composición botánica se realizó a los 120 días después de la siembra (dds). Posteriormente las siguientes evaluaciones se realizaron antes de cada pastoreo, en cuatro cuadrantes de 0.5 x 0.5 m (área de 0.25m²), haciendo un metro cuadrado, en cada tratamiento, respectivamente (Ordoñez y Bojórquez, 2011). La metodología de evaluación denominada Botanal (T'Mannetje y Haydock, 1963; Haydock y Shaw, 1975; Tothill *et al.*, 1978; Soto y Teuber, 1982) ha mostrado ser rápida y expeditiva en la estimación de la disponibilidad y composición botánica de una pastura, además de no ser destructiva, cualidades que la hacen económica y practica para su uso en la investigación (Mansilla *et al.*, 1990). La composición botánica se estima ponderando la frecuencia de las tres principales especies encontradas en el muestreo, con multiplicadores propuestos por T'Mannetje y Haydock (1963). El método permite calcular en forma indirecta el porcentaje relativo de participación de cada especie presente.

Los valores de los multiplicadores son: (70.2), (21.1) y (8.7). Los resultados que se logran con el método Botanal se mantienen cerca del valor verdadero (Mansilla *et al.*, 1990).

b. DIVERSIDAD DE LAS MALEZAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS ASOCIADAS GRAMÍNEAS CON LEGUMINOSAS.

Las evaluaciones se realizaron a los 120 días después de la siembra (dds), se evaluaron la diversidad de malezas en los tratamientos T₂ y T₃ en cuatro cuadrantes de 0.5 x 0.5 m (Área de 0,25 m²), haciendo un metro cuadrado por tratamiento; donde se contabilizaron las malezas por especie y número de individuos. Con estos datos se determinaron la densidad y frecuencia y con el valor relativo de estos se obtuvo el índice de valor de importancia (Matteucci y Colman, 1982; Mostacedo y Fredericksen, 2000). Las muestras se tomaron al azar en los tratamientos. Las identificaciones taxonómicas corresponden a las determinadas por (Rojas *et al.*, 2010). Para la ubicación taxonómica se sigue el sistema de clasificación APG II y III, considerado un

sistema moderno para la clasificación de angiospermas según criterios filogenéticos (APG, 2009).

La **densidad** (D_i) es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie de planta o una clase de plantas. (D_i) se refiere al número de individuos (n_i) dentro del área total muestreada (A). **$D_i = n_i/A$** .

La **frecuencia** se define como la probabilidad de encontrar un atributo (por ejemplo una especie) en una unidad muestral y se mide en porcentaje. En otras palabras, este porcentaje se refiere a la proporción de veces que se mide en las unidades muestrales en relación a la cantidad total de unidades muestrales.

La **frecuencia absoluta** es la probabilidad de encontrar cierta especie dentro de una muestra (cuadrante), es decir, el número de cuadrantes en que apareció cada especie: **$f_i = j_i/k$** donde j_i es el número de unidades de muestreo donde aparece la especie i y k es el número total de unidades de muestreo.

La **frecuencia relativa**, es la relación de los registros absolutos de una especie y el número total de registros de todas las especies. En el método de cuadrantes, la frecuencia relativa sería la relación de los registros absolutos de la presencia de una especie en los sub-cuadrantes, en relación al número total de registros para todas las especies.

La fórmula general de la frecuencia relativa es: **$FR = (a_i/A)*100$** , donde: **a** es igual al número de apariciones de una determinada especie, y **A** es igual al número de apariciones de todas las especies.

Índice de valor de importancia

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a dos parámetros: densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (IVI) es la suma de los valores relativos de estos dos parámetros.

Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El IVI es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

Para obtener el IVI, es necesario transformar los datos de densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100; por lo tanto, la suma total de los valores del IVI debe ser igual a 200

(Matteucci y Colman, 1982; Mostacedo y Fredericksen, 2000). Estos cálculos se han realizado utilizando microsoft office excel 2007.

c. SUSTENTABILIDAD DE LA PASTURA ASOCIADA SEMBRADA CON ARVEJA.

Se cuantificaron los costos de establecimiento de las pasturas asociadas sembrada con/sin arveja y con/sin deshierbo manual. El cultivo de arveja fija nitrógeno ambiental, contribuyendo al ahorro en la adquisición de fertilizantes sintéticos. Mediante esta tecnología se contribuye al empleo de la mano de obra disponible en la cosecha de la arveja. Asimismo, esta innovación genera un ingreso económico extra por la comercialización de la arveja como hortaliza.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CAMBIOS GENERALES EN LA COMPOSICIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS TRES SISTEMAS DE PASTURAS ASOCIADAS, A LOS 120 DDS.

La cosecha de arveja se realizó a los 120 días después de la siembra (12 de febrero de 2013) y se registró la composición botánica, con el Método Botanal en los tratamientos 1, 2 y 3 (Tabla 4).

En promedio, en el Tratamiento 1, se registró 50.20% de gramíneas y 49.80% de leguminosas, con un porcentaje total de 100% de especies forrajeras y cero de malezas, mientras que en el Tratamiento 2, las gramíneas representaron el 45.65%, las leguminosas 32.72%, con un total de 78.37% de especies forrajeras y el remanente fue cubierto por las malezas en un 21.63%. Esto implica que las reducciones de 4.55, 9.63 y 7.45 puntos porcentuales en los componentes rye grass, trébol rojo y alfalfa, respectivamente, se deben al incremento en las malezas, que pueden justificar o no el costo del deshierbo. Así mismo, en el Tratamiento 3, se registró 44.23 por ciento para la arveja (Tabla 4), que muestra claramente que la arveja inicialmente compite con la maleza, que de 21.63 por ciento en el Tratamiento 2 baja a 13.85 por ciento en el Tratamiento 3. En el Tratamiento 3, la primera evaluación registra también que la siembra de arveja como cultivo de compañía en la pastura asociada tiene inicialmente un efecto depresivo en la población de rye grass, trébol rojo y alfalfa (Tabla 4); sin embargo, en los pastoreos siguientes dichos componentes recuperan su población y producción.

Tabla 4: Composición botánica porcentual de los componentes de los tres sistemas de pasturas asociadas, a los 120 días después de la siembra.

Especie	T₁	T₂	T₃
Rye grass	50.20	45.65	25.09
Trébol rojo	38.00	28.37	16.83
Alfalfa	11.80	4.35	0.00
Malezas	0.00	21.63	13.85
Arveja	0.00	0.00	44.23
Total	100.00	100.00	100.00

4.2. DIVERSIDAD DE LAS MALEZAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS ASOCIAS DE GRAMÍNEAS CON LEGUMINOSAS.

Se registraron un total de 11 especies de malezas en durante el establecimiento de las pasturas asociadas, comprendidas en siete familias (Tabla 5), de las cuales Asteraceae y Poaceae presentaron el 27.27 por ciento cada una, del número total de géneros y especies respectivamente (Tabla 6). Las familias más representativas en cuanto al número de especies fueron: Asteraceae y Poaceae que en conjunto registraron el 54.55 por ciento. De las familias restantes es necesario mencionar que cinco están representadas por una sola especie y constituyen el 45.55 por ciento (Tabla 6).

Tabla 5: Diversidad de malezas registradas durante el establecimiento de tres pasturas asociadas (Gramíneas con leguminosas), a los 120 dds, en el valle del Mantaro, Junín. 12 Febrero, 2013.

Clados	Orden	Familia	Especies	T ₁	T ₂	T ₃
Commelinids	Poales	Poaceae	<i>Avena sativa</i>	-	x	x
			<i>Bromus catharticus</i>	-	x	-
			<i>Pennisetum clandestinum</i>	-	x	x
Fabids	Fabales	Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i>	-	x	x
Malvids	Geraniales	Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	-	x	x
	Brassicales	Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>campestris</i>	-	x	x
	Malvales	Malvaceae	<i>Fuertesimalva limensis</i>	-	x	x
Lamiids	Lamiales	Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i>	-	x	-
Campanulids	Asterales	Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>	-	x	x
			<i>Tagetes multiflora</i>	-	x	x
			<i>Sonchus oleraceus</i>	-	x	x

Tabla 6: Familias de malezas con el mayor número de géneros y especies registradas durante el establecimiento de pasturas asociadas (Gramíneas con leguminosas) a los 120 dds, en el valle del Mantaro, Junín. 12 Febrero, 2013.

Familia	Géneros	%	Especies	%
Asteraceae	3	27.27	3	27.27
Poaceae	3	27.27	3	27.27
Otros	5	45.45	5	45.45
Total	11	100.00	11	100.00

Los datos de la Tabla 7, indican que respecto al índice de valor de importancia (IVI) en el Tratamiento 2, fueron cinco las que presentaron valores superiores al 10 por ciento, en porcentaje del IVI. *Brassica rapa* subsp. *campestris* con 33.79, *Fuertesimalva limensis* con

12.04 por ciento, *Avena sativa* con 11.24 por ciento, *Medicago polymorpha* con 10.94 por ciento, y *Erodium cicutarium* con 10.02 por ciento. Cuatro especies registraron frecuencias absolutas del 100 por ciento y una especie presentó mayor densidad relativa (>50 individuos por m²). *Brassica rapa* subsp. *campestris* con 209.33 unidades por metro cuadrado (Tabla 7). Según la Tabla 8, en el Tratamiento 3, de las especies con mayor porcentaje de IVI fueron tres las que presentaron valores superiores al 10 por ciento, *Brassica rapa* subsp. *campestris* con 39.96, *Avena sativa* con 14.12 por ciento y *Medicago polymorpha* con 11.38 por ciento. Cuatro especies registraron frecuencias absolutas del 100 por ciento y una sola especie registro mayor densidad relativa (>50 individuos por m²): *Brassica rapa* subsp. *campestris* con 202.67 unidades por metro cuadrado (Matteucci y Colman, 1982; Mostacedo y Fredericksen, 2000). *Brassica rapa* subsp. *campestris* es una maleza importante en la sierra del Perú, pues se la encuentra como especie invasora en muchos cultivos (Flores y Malpartida, 1987; Villagomez, 1988; Monsalve y Cano, 2005). *Brassica rapa* subsp. *campestris*, *Fuertesimalva limensis* y *Tagetes multiflora*, son las malezas de mayor importancia ecológica en el establecimiento de pastos cultivados en el valle del Mantaro (Rojas *et al.*, 2011; 2012; 2014a). La interacción “pasto cultivado – malezas”, durante los 120 días después de la siembra, parece no afectar la población y producción definitiva del forraje (Ordóñez y Bojórquez, 2011; Rojas *et al.*, 2014a).

Brassica rapa subsp. *campestris* registra los mayores valores de porcentaje del Índice de Valor de Importancia en los Tratamientos 2 y 3 con 33.79 y 39.96 por ciento respectivamente. *Brassica rapa* subsp. *campestris* posee compuestos biocidas como los glucosinolatos, que por hidrólisis dan lugar a sustancias como isotiocianatos, producidos durante la descomposición, presentando una mayor cantidad de glucosinolatos durante la floración. Este efecto se atribuye por lo general a estos compuestos, que se han considerado como los productos tóxicos para las plagas y enfermedades (Brown y Morra 1997; Kirkegaard y Sarwar, 1998).

Tabla 7: Frecuencia, densidad e índice de valor de importancia de la diversidad de malezas, a los 120 dds, durante el establecimiento de pasturas asociadas (Gramíneas con leguminosas), sin deshierbo de malezas y sin arveja, Tratamiento 2. 12 Febrero, 2013.

Familia	Especies	Densidad m2	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	% IVI
Poaceae	<i>Avena sativa</i>	40.67	10.29	83.33	12.20	22.48	11.24
	<i>Bromus catharticus</i>	2.67	0.67	33.33	4.88	5.55	2.78
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	12.00	3.04	33.33	4.88	7.91	3.96
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i>	28.67	7.25	100.00	14.63	21.89	10.94
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	21.33	5.40	100.00	14.63	20.03	10.02
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>campestris</i>	209.33	52.95	100.00	14.63	67.59	33.79
Malvaceae	<i>Fuertesimalva limensis</i>	37.33	9.44	100.00	14.63	24.08	12.04
Plantaginaceae	<i>Veronica persica</i>	2.67	0.67	16.67	2.44	3.11	1.56
	<i>Galinsoga parviflora</i>	3.33	0.84	33.33	4.88	5.72	2.86
	<i>Tagetes multiflora</i>	36.67	9.27	66.67	9.76	19.03	9.52
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	0.67	0.17	16.67	2.44	2.61	1.30
Total		395.33	100.00	683.33	100.00	200.00	100.00

Tabla 8: Frecuencia, densidad e índice de valor de importancia de la diversidad de malezas, a los 120 dds, durante el establecimiento de pasturas asociadas (Gramíneas con leguminosas), con siembra de arveja y sin deshierbo de malezas, Tratamiento 3. 12 Febrero, 2013.

Familia	Especies	Densidad m2	Densidad relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI	% IVI
Poaceae	<i>Avena sativa</i>	39.33	12.45	100.00	15.79	28.24	14.12
	<i>Pennisetum clandestinum</i>	3.33	1.05	33.33	5.26	6.32	3.16
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i>	22.00	6.96	100.00	15.79	22.75	11.38
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	12.00	3.80	100.00	15.79	19.59	9.79
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>campestris</i>	202.67	64.14	100.00	15.79	79.92	39.96
Malvaceae	<i>Fuertesimalva limensis</i>	19.33	6.12	83.33	13.16	19.28	9.64
	<i>Galinsoga parviflora</i>	2.67	0.84	33.33	5.26	6.11	3.05
	<i>Tagetes multiflora</i>	13.33	4.22	50.00	7.89	12.11	6.06
Asteraceae	<i>Sonchus oleraceus</i>	1.33	0.42	33.33	5.26	5.69	2.84

4.3. COMPOSICIÓN BOTÁNICA ANTES DE CADA PASTOREO, DESPUES DEL PRIMERO.

En las siete evaluaciones posteriores al primer pastoreo las gramíneas registraron en promedio el 30.07 por ciento de la composición botánica, mientras las leguminosas registraron 69.93 por ciento. En las gramíneas el 22.74 por ciento estuvo representado por el Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) Var. “Tama”, mientras en las leguminosas el Trébol rojo (*Trifolium pratense*) Var. “Quiñequeli” registraron el 39.68 por ciento en la composición botánica (Tabla 9 y Figuras 1, 2 y 3).

Según estos resultados, las variaciones en la composición botánica de las pasturas asociadas, en los pastoreos siguientes al primero, parecería consecuencia del clima y no al efecto de incluir arveja en el tratamiento 3. Incluso parecería, que la arveja ha tenido un efecto positivo en el establecimiento definitivo de la pastura.

La arveja mejora el establecimiento definitivo del Rye grass italiano Var. “Tama”, pues en promedio estuvo en 20.65 por ciento en la pastura asociada con deshierbo, porcentaje que aumentó a 26.09 por ciento en la pastura asociada con arveja (Tabla 10). También lo hizo con el Rye grass híbrido (*Lolium x boucheanum*) Var “Belinda” que incrementó de 6.73 a 7.76 por ciento (Tabla 11) y con el Trébol rojo Var. “Quiñequeli”, que incrementó de 39.67 por ciento en la pastura asociada con deshierbo a 42.95 por ciento en la pastura asociada con arveja (Tabla 12). La excepción la constituye la Alfalfa (*Medicago sativa*) Var. “SW8210” que sufrió una disminución del 32.95 por ciento en la pastura asociada con deshierbo a 23.14 por ciento en la asociada con arveja (Tabla 13).

Se registraron mayores porcentajes de composición botánica, el Rye grass italiano Var “Tama”, esta presenta un rápido establecimiento, “Tama” se caracteriza por ser sumamente precoz, presenta un habito de crecimiento matojoso y registra mayor altura, en relación al Rye grass híbrido Var “Belinda”, de un establecimiento más lento, por ser uno de sus progenitores el Rye grass inglés, esta presenta características intermedias entre el Rye grass italiano e inglés, de permanencia semi-perenne y habito de crecimiento semi-cespitoso, estas se asocian bien con otras gramíneas y leguminosas (Bojórquez *et al.*, 2011; 2012; 2015a; 2015b), mientras el trébol rojo Var. “Quiñequeli” cubre rápidamente el terreno en relación a la alfalfa; el trébol rojo es un pastos semi-perenne de porte pequeño en relación a las otras especies en la pastura asociada (Bojórquez *et al.*, 2015a; 2015b).

Según la metodología Botanal propuesta por T'Mannetje y Haydock (1963); Haydock y Shaw (1975) se estima ponderando la frecuencia de las tres principales especies registradas en las muestras respectivas; los resultados se calculan utilizando los multiplicadores 70.2, 21.1 y 8.7, el cual estima de una manera rápida la composición botánica, de una pastura asociada.

Tabla 9: Composición botánica de las pasturas asociadas (T1, T2 y T3), previa al pastoreo, en las evaluaciones siguientes al primer pastoreo.

Fecha	Tratamiento	Composición botánica (%)			
		Tama	Belinda	Quiñequeli	SW8210
23/05/2013	T1	9.93	4.97	53.83	31.27
	T2	28.37	2.90	43.58	25.15
	T3	4.35	6.42	53.38	35.40
04/07/2013	T1	14.90	1.09	27.64	56.38
	T2	33.31	6.36	28.73	31.60
	T3	44.10	6.99	37.96	10.95
26/08/2013	T1	18.58	10.82	48.98	21.63
	T2	9.78	22.67	54.10	13.45
	T3	16.82	12.88	46.64	23.66
07/10/2013	T1	33.33	1.76	42.55	22.36
	T2	17.23	8.33	19.61	54.83
	T3	38.46	6.11	40.07	15.37
05/12/2013	T1	19.88	2.18	47.68	30.28
	T2	15.06	4.97	43.58	36.39
	T3	21.33	5.85	49.74	23.08
31/01/2014	T1	7.87	2.90	40.07	49.17
	T2	6.42	4.35	51.77	37.47
	T3	7.87	2.90	53.83	35.40
03/04/2014	T1	40.07	23.40	16.97	19.57
	T2	40.07	2.90	13.45	43.58
	T3	49.70	13.15	19.03	18.12

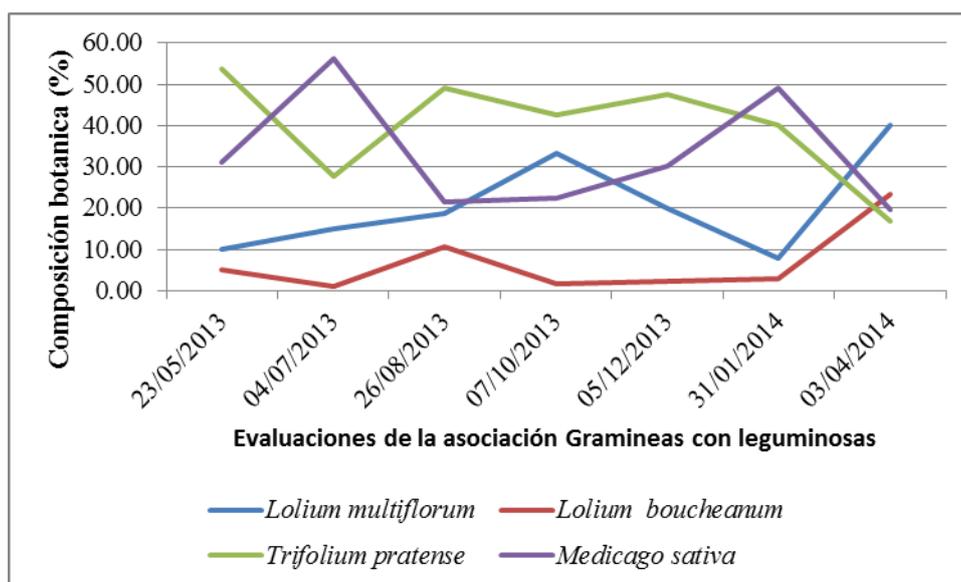


Figura 1: Composición botánica de la pastura asociada de Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) Var. “Tama”, Rye grass híbrido (*Lolium x boucheanum*) Var.

“Belinda”, Trébol rojo (*Trifolium pratense*) Var. “Quiñequeli” y Alfalfa (*Medicago sativa*) Var. “SW8210”, en el Tratamiento 1.

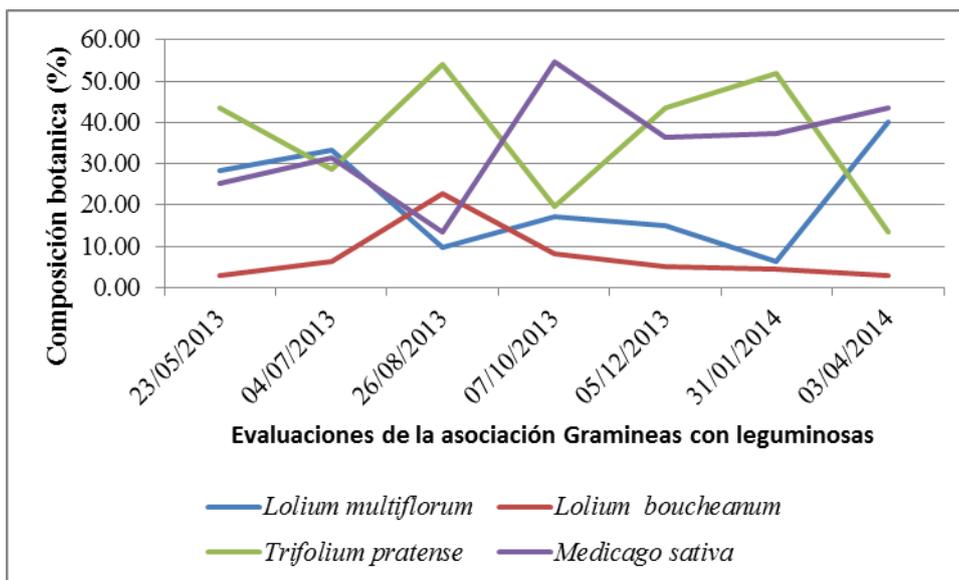


Figura 2: Composición botánica de la pastura asociada de Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) Var. “Tama”, Rye grass híbrido (*Lolium x boucheanum*) Var. “Belinda”, Trébol rojo (*Trifolium pratense*) Var. “Quiñequeli” y Alfalfa (*Medicago sativa*) Var. “SW8210”, en el Tratamiento 2.

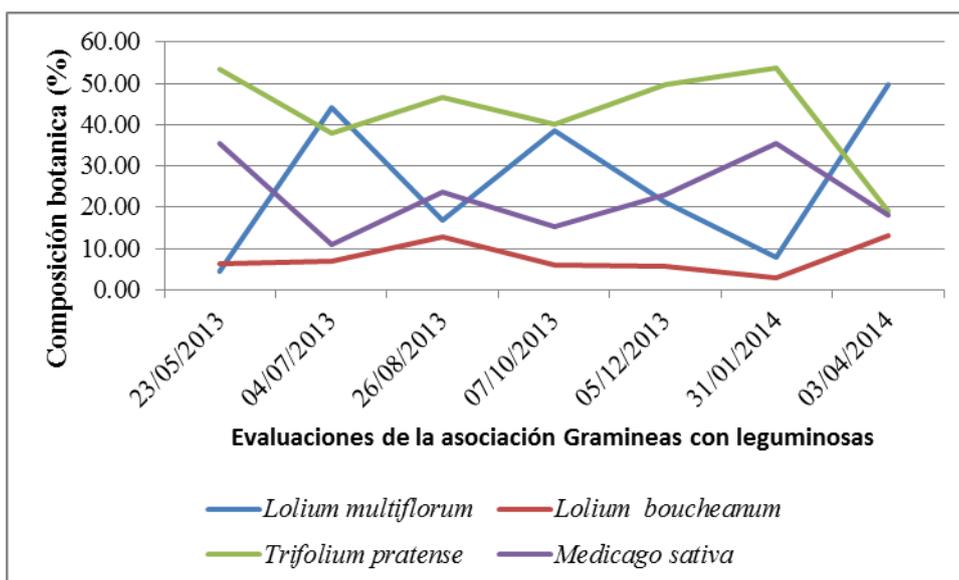


Figura 3: Composición botánica de la pastura asociada de Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) Var. “Tama”, Rye grass híbrido (*Lolium x boucheanum*) Var. “Belinda”, Trébol rojo (*Trifolium pratense*) Var. “Quiñequeli” y Alfalfa (*Medicago sativa*) Var. “SW8210”, en el Tratamiento 3.

Tabla 10: Porcentaje de Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) Var. “Tama”, antes de los pastoreos posteriores al primero, en los Tratamientos 1, 2 y 3 .

Evaluaciones	<i>Lolium multiflorum</i> (%)		
	T ₁	T ₂	T ₃
23/05/2013	9.93	28.37	4.35
04/07/2013	14.90	33.31	44.10
26/08/2013	18.58	9.78	16.82
07/10/2013	33.33	17.23	38.46
05/12/2013	19.88	15.06	21.33
31/01/2014	7.87	6.42	7.87
03/04/2014	40.07	40.07	49.70
Promedio	20.65	21.46	26.09

Tabla 11: Porcentaje de Rye grass hibrido (*Lolium x boucheanum*) Var. “Belinda”, antes de los pastoreos posteriores al primero, en los Tratamientos 1, 2 y 3.

Evaluaciones	<i>Lolium x boucheanum</i> (%)		
	T ₁	T ₂	T ₃
23/05/2013	4.97	2.90	6.42
04/07/2013	1.09	6.36	6.99
26/08/2013	10.82	22.67	12.88
07/10/2013	1.76	8.33	6.11
05/12/2013	2.18	4.97	5.85
31/01/2014	2.90	4.35	2.90
03/04/2014	23.40	2.90	13.15
Promedio	6.73	7.50	7.76

Tabla 12: Porcentaje de Trébol rojo (*Trifolium pratense*) Var. “Quiñequeli”, antes de los pastoreos posteriores al primero, en los Tratamientos 1, 2 y 3.

Evaluaciones	<i>Trifolium pratense</i> (%)		
	T ₁	T ₂	T ₃
23/05/2013	53.83	43.58	53.38
04/07/2013	27.64	28.73	37.96
26/08/2013	48.98	54.10	46.64
07/10/2013	42.55	19.61	40.07
05/12/2013	47.68	43.58	49.74
31/01/2014	40.07	51.77	53.83
03/04/2014	16.97	13.45	19.03
Promedio	39.67	36.40	42.95

Tabla 13: Porcentaje de Alfalfa (*Medicago sativa*) Var. “SW8210”, antes de los pastoreos posteriores al primero, en los Tratamientos 1, 2 y 3.

Evaluaciones	<i>Medicago sativa</i> (%)		
	T ₁	T ₂	T ₃
23/05/2013	31.27	25.15	35.40
04/07/2013	56.38	31.60	10.95
26/08/2013	21.63	13.45	23.66
07/10/2013	22.36	54.83	15.37
05/12/2013	30.28	36.39	23.08
31/01/2014	49.17	37.47	35.40
03/04/2014	19.57	43.58	18.12
Promedio	32.95	34.64	23.14

4.4. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA (kg ha⁻¹) DE GRAMINEAS, LEGUMINOSAS Y MALEZAS.

Se registraron producciones de materia seca (MS), durante el periodo de evaluación, de 27,119.19 kg ha⁻¹ en el Tratamiento 1 (Tabla 14), mientras la producción en el Tratamiento 2, fue 25,265.25 kg ha⁻¹ (Tabla 15) y 24,156.73 kg ha⁻¹ en el Tratamiento 3 (Tabla 16) respectivamente. Bojórquez (1989) menciona producciones de MS de una asociación de gramíneas con leguminosas de 21,129 kg ha⁻¹ año, en IVITA Mantaro, esta producción corresponde al promedio de siete años. Bojórquez *et al.* (2015b), reporto producciones de MS, en tres comunidades, a diferentes altitudes en el valle del Mantaro; la asociación utilizada fue de *Lolium perenne* Var. "Ruanui"; *L. multiflorum* Var. "Paroa"; *Dactylis glomerata* Var. "Apanui"; *Trifolium repens* Var. "Huia" y *T. pratense* Var. "Turoa". Que se sembraron en la proporción de 6 kg ha⁻¹, para cada una de las gramíneas y 2 y 4 kg ha⁻¹ para el trébol blanco y rojo, respectivamente. La producción de MS por corte y por año fue de 26,840; 21,850 y 9,590 kg ha⁻¹ año; significativamente superior en las comunidades de Chaquicocha (3700 msnm) y Huanchar (3300 msnm), en comparación al que se encontró en la comunidad de San José de Quero (4050 msnm). Sin embargo, la mayor producción lograda en Chaquicocha, a pesar de su ubicación 400 m más alto que Huanchar, parece indicar que las temperaturas imperantes en estas alturas, no son todavía limitantes de la producción de pastos de zonas templadas (Farfan, 1973; Tinoco, 1980; Ruiz y Tapia, 1987). En la Sierra Central, factores como fertilidad del suelo, retención de humedad y nutrientes, y pendiente del terreno, parecen tener mayor influencia, en el crecimiento de los pastos, que la altura, por lo menos hasta niveles por debajo de 3700

msnm. Por encima de estas alturas, las temperaturas mínimas más bajas parecen empezar a limitar fuertemente la producción de los pastos (Ruiz y Tapia, 1987).

En cuanto, a las Comunidades, se han logrado mayores rendimientos por corte, con descansos de 50 días (2,590; 2,380 y 960 kg ha⁻¹ corte, para Chaquicocha, Huanchar y San José de Quero, respectivamente. Tinoco (1980), para la zona altina de Ayacucho (3500 msnm.), reporta rendimientos de 16,780 kg de MS ha⁻¹ año, con descansos de 45 días en promedio.

Rye grass italiano Var “Tama” supera en producción de MS en ha año⁻¹ a rye grass híbrido Var “Belinda” (Bojórquez *et al.*, 2012). Las alfalfas, siguen siendo, en la Sierra Central, las especies forrajeras más importantes, por su gran producción de materia seca y sobre todo, forrajes de gran calidad. En el Valle del Mantaro, hay variedades de alfalfa que se adaptan a ser utilizadas al pastoreo y asociarse con gramíneas, el trébol rojo, en general, tienen buena producción anual, también es fuente de proteína y está fijando Nitrógeno (Bojórquez *et al.*, 2015a y 2015b).

Tabla 14: Fechas de evaluación previa al pastoreo, periodo de descanso previo y producción de materia seca (kg ha⁻¹) de cada uno de los componentes de la pastura asociada, en el Tratamiento 1.

Evaluaciones	DDPP	<i>L. multiflorum</i>	<i>L. boucheanum</i>	<i>T. pratense</i>	<i>M. sativa</i>	Malezas	Producción total
23/05/2013	100.00	765.14	1016.55	1611.08	545.90	9.20	3947.86
04/07/2013	42.00	684.11	424.55	720.72	634.76	58.20	2522.35
26/08/2013	53.00	798.89	417.32	912.69	353.97	65.20	2548.08
07/10/2013	42.00	770.16	550.42	1073.53	990.17	41.28	3425.55
05/12/2013	59.00	722.30	644.14	1548.53	1177.16	5.04	4097.17
31/01/2014	57.00	1276.29	635.52	1094.47	2061.90	36.24	5104.42
03/04/2014	62.00	2430.86	835.72	1269.30	1153.05	0.00	5688.93
Promedio	59.29	1063.96	646.32	1175.76	988.13	30.74	3904.91
		Gram.	1710.28	Leg.	2163.89		
		%	44.15	%	55.85		

DDPP = Días de descanso previo al pastoreo

Tabla 15: Fechas de evaluación previa al pastoreo, periodo de descanso previo y producción de materia seca (kg ha⁻¹) de cada uno de los componentes de la pastura asociada, en el Tratamiento 2.

Evaluaciones	DDPP	<i>L. multiflorum</i>	<i>L. boucheanum</i>	<i>T. pratense</i>	<i>M. sativa</i>	Malezas	Producción total
23/05/2013	100.00	824.68	1042.60	1286.97	602.12	44.64	3801.01
04/07/2013	42.00	1258.69	512.74	580.71	700.73	74.28	3127.15
26/08/2013	53.00	567.65	497.75	625.27	544.88	62.00	2297.56
07/10/2013	42.00	1032.68	595.31	973.76	734.15	56.24	3392.14
05/12/2013	59.00	744.68	673.43	1326.45	1012.16	5.60	3762.32
31/01/2014	57.00	610.13	917.69	1543.71	1645.09	70.32	4786.93
03/04/2014	62.00	1440.26	512.82	1204.52	1253.63	0.00	4411.24
Promedio	59.29	925.54	678.91	1077.34	927.54	44.73	3654.05
		Gram.	1604.44	Leg.	2004.88		
		%	44.45	%	55.55		

DDPP = Días de descanso previo al pastoreo

Tabla 16: Fechas de evaluación previa al pastoreo, periodo de descanso previo y producción de materia seca (kg ha⁻¹) de cada uno de los componentes de la pastura asociada, en el Tratamiento 3.

Evaluaciones	DDPP	<i>L. multiflorum</i>	<i>L. boucheanum</i>	<i>T. pratense</i>	<i>M. sativa</i>	Malezas	Producción total
23/05/2013	100.00	479.35	913.94	1279.07	650.26	13.36	3335.98
04/07/2013	42.00	1234.38	356.56	502.55	247.86	70.56	2411.91
26/08/2013	53.00	567.73	529.93	579.56	522.25	18.00	2217.47
07/10/2013	42.00	943.68	728.80	1270.06	470.69	24.72	3437.94
05/12/2013	59.00	482.43	797.76	1036.60	1178.63	1.60	3497.03
31/01/2014	57.00	514.36	577.54	1903.47	1550.22	27.60	4573.20
03/04/2014	62.00	1959.95	648.49	1245.65	984.95	0.00	4839.04
Promedio	59.29	883.13	650.43	1116.71	800.69	22.26	3473.22
		Gram.	1533.56	Leg.	1917.40		
		%	44.44	%	55.56		

DDPP = Días de descanso previo al pastoreo

Las Tablas 14, 15 y 16 muestran el rendimiento estimado de materia seca por hectárea, de cada uno de los componentes de la pastura asociada, en cada una de las fechas de evaluación, previa al pastoreo, con los correspondientes periodos de descanso previo a la evaluación, para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. Las variaciones en las cantidades aportadas de materia seca, de cada componente, se deben, por una parte, a los diferentes periodos de descanso de la pastura previo al pastoreo, que variaron entre 40 y 100 días, así como también a las condiciones medioambientales imperantes en cada periodo de descanso, pues algunos periodos de descanso transcurrieron en la época seca y

otros en la época húmeda, en las cuales hay diferencias respecto a humedad y temperatura, que determinan la tasa de crecimiento.

El establecimiento de la pastura asociada se hizo empleando las densidades por hectárea, de 10 kg de Rye grass italiano, 10 kg de Rye grass híbrido, 5 kg de alfalfa y 3 kg de trébol rojo. Si consideramos que la dosis de siembra por hectárea de Rye grass es de 20 kg ha⁻¹, la de trébol rojo es de 20 a 25 hg ha⁻¹, y la de alfalfa es de 25 a 30 kg ha⁻¹, quiere decir que se ha sembrado una pastura asociada en la cual hay inicialmente 100% de Rye grass, pues los 10 kg de cada uno de los dos Rye grass (italiano e híbrido), suman los 20 kg ha⁻¹, que se recomienda para sembrar una hectarea de Rye grass, a la cual se le ha adicionado alfalfa en un 20% , pues se ha sembrado 5 kilos de los 25 que se recomiendan para alfalfa y trébol rojo en un 13.3%, pues se ha sembrado 3 kilos de los 22.5 kilos que en promedio se recomiendan para una hectárea de trébol rojo.

Los datos consignados en las Tablas 14, 15 y 16, también nos sirven para comparar los tres sistemas de establecimiento de las pasturas asociadas, en función de su composición promedio, después de siete turnos sucesivos de pastoreo, tomando como base el aporte en materia seca de cada uno de sus componentes (gramíneas y leguminosas). Así, se observa que la pastura que estaba compuesta inicialmente por 100% de gramíneas (los dos Rye grass) a la cual se le adicionó 33.3% de leguminosas (20% de alfalfa y 13.3% de trébol rojo), ha cambiado su composición, luego de los siete pastoreos sucesivos, existiendo en promedio en los tres tratamientos, 45% de gramíneas y 55% de leguminosas. No se observan diferencias entre los tratamientos en cuanto a la composición promedio de gramíneas luego de los siete pastoreos (44.15%, 44.45 y 44.44% para T1, T2 y T3, respectivamente) así como tampoco en composición promedio de leguminosas (55.85%, 55.55% y 55.56%, para T1, T2, y T3, respectivamente). Esto indica que la siembra de la arveja como cultivo de compañía no influye en el cambio de la composición botánica de la pastura después de su cosecha seguida de siete pastoreos sucesivos.

En general los resultados indican que el manejo impuesto a la pastura asociada inicial, ha causado un cambio en su composición, guiándola hacia un equilibrio entre gramíneas y leguminosas en base a sus aportes en materia seca, debido a un aumento en 21.7 puntos de porcentaje en las leguminosas (55% final menos 33.3% inicial) a expensas de una reducción en 55 puntos de porcentaje en las gramíneas (100% inicial menos 45% final).

4.5. SUSTENTABILIDAD DE LAS PASTURAS ASOCIADAS, SEMBRADAS CON ARVEJA.

El cultivo de arveja registró un rendimiento total de vainas, como hortaliza de 4,305.66 kg ha⁻¹, de los cuales el 92.61 por ciento correspondió a vainas con buen llenado de grano, de primera calidad, mientras el 7.39 por ciento correspondió a vainas con ciertas deficiencias con el llenado de grano, el cual se integraría como una fuente rica en proteínas para la alimentación del ganado (Tabla 17). Además, el rastrojo del cultivo de arveja registro un aporte de materia seca, de 1,285.40 kg ha⁻¹, que es también una muy buena fuente de alimento para el ganado. La producción de 4,300 kg ha⁻¹ de arveja, que se cosecha a los 130 días después de la siembra, durante el establecimiento de una pastura asociada, produciría un ingreso temprano extra para el campesino, que serviría para pagar holgadamente, los costos del establecimiento de la pastura asociada, dejando un remanente que podría dedicarlo a cubrir sus múltiples necesidades o quizá hasta comprarse un par de terneras.

Tabla 17: Rendimiento de arveja como cultivo de compañía en el establecimiento de una pastura (Gramínea con leguminosa). 12 de Febrero, 2013.

Rendimiento kg ha ⁻¹	1ra	2da	Rastrojo (kg MS)	Total arveja kg ha ⁻¹
	3,987.28	318.38	1,285.40	4,305.66
Precio en chacra				S/. 1.50
Ingreso total				S/. 6,458.49
Costo de instalación de pasto + arveja			S/. 3,512.00	
Ingreso por venta de arveja verde			S/. 6,458.49	
Beneficio:	S/. 6,458.49	- S/. 3,512.00	S/. 2,946.49	

El costo de establecimiento de la pastura asociada, sin deshierbo y sin arveja, y con maquinaria, asciende a S/. 2,577.0 (Tabla 19), mientras que el costo de establecimiento de la pastura asociada, con deshierbo manual y sin arveja, asciende a S/. 6,327.0, del cual el 40.73 por ciento corresponde al costo de la mano de obra por el deshierbo (Tabla 18). Por otra parte, el costo del establecimiento de la pastura asociada, con arveja como cultivo de compañía asciende a S/. 3,512.0 (Tabla 20). La producción integrada consiste en utilizar todo los medios disponibles para establecer un equilibrio que permite reducir al mínimo el uso de fertilizantes y sobre todo plaguicidas (Aubert, 2011).

La arveja, como cultivo agrícola en la región andina, mejora el contenido de nitrógeno del suelo, por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, lo cual significa un ahorro en la adquisición de fertilizantes sintéticos, ricos en nitrógeno (urea, nitratos, etc.). Caritas (2004) menciona que la arveja podría fijar hasta 85 kg de N ha⁻¹ por año, mientras que para el trébol y la alfalfa, se registran valores de 23 a 620 kg de N ha⁻¹ y 164 a 300 kg ha⁻¹ por año de nitrógeno (Azabache, 2003). Por lo tanto es posible reemplazar las altas dosis de fertilización nitrogenada (>170 kg ha⁻¹ de N), usadas para la instalación de praderas mixtas de gramíneas con leguminosas forrajeras (Eckard y Franks, 1998); (Newell-Price *et al.*, 2011).

En la cosecha del cultivo de arveja en la pastura asociada se emplea alrededor de 15 jornales por hectárea, registrando un rendimiento aproximado de 4,3 t ha⁻¹, el cual reporta un ingreso de S/. 6,458.49, si el kg se comercializa a S/. 1.50 (Tabla 18); sin embargo, este precio puede variar de S/. 1.00 a 3.00 por kg, de arveja verde en chacra. De lo expuesto se deduce que la incorporación de la arveja como cultivo de compañía durante el establecimiento de una pastura asociada es una práctica sustentable para el valle del Mantaro.

Tabla 18: Costo de establecimiento del pasto asociado, con deshierbo y sin arveja (T₁).

Labores	Unidad	Cantidad	S/. Unidad	Total
1. Preparación del terreno				
Riego	J	1.0	25.0	25.0
Aradura, cruzada	H	8.0	60.0	480.0
Rastra cruzada	H	6.0	60.0	360.0
2. Preparación de melgas				
Nivelación mecánica	H	3.0	60.0	180.0
Pasada de puntas	H	1.0	60.0	60.0
Arreglos	J	2.0	25.0	50.0
3. Preparación de Riego				
Mano de obra	J	6.0	25.0	150.0
4. Insumos				
4.1. Semillas				
Rye grass italiano	kg	10.0	15.0	150.0
Rye grass híbrido	kg	10.0	15.0	150.0
Alfalfa	kg	5.0	40.0	200.0
Trébol rojo	kg	3.0	25.0	75.0
4.2. Fertilizantes				
Fosfato diamónico	Sc	4.0	90.0	360.0
Cloruro de potasio	Sc	2.0	80.0	160.0
5. Siembra, fertilización y deshierbo				
Fertilización	J	2.0	25.0	50.0
Siembra	J	1.0	25.0	25.0
Rastra de disco para el tapado	H	1.0	60.0	60.0
Deshierbo	J	150.0	25.0	3750.0
6. Transporte				
Insumos	Sc	7.0	6.0	42.0
Total gasto establecimiento				6,327.0

Tabla 19: Costo de establecimiento del pasto asociado, sin deshierbo y sin arveja (T₂).

Labores	Unidad	Cantidad	S/. Unidad	Total
1. Preparación del terreno				
Riego	J	1.0	25.0	25.0
Aradura, cruzada	H	8.0	60.0	480.0
Rastra cruzada	H	6.0	60.0	360.0
2. Preparación de melgas				
Nivelación mecánica	H	3.0	60.0	180.0
Pasada de puntas	H	1.0	60.0	60.0
Arreglos	J	2.0	25.0	50.0
3. Preparación de Riego				
Mano de obra	J	6.0	25.0	150.0
4. Insumos				
4.1. Semillas				
Rye grass italiano	kg	10.0	15.0	150.0
Rye grass híbrido	kg	10.0	15.0	150.0
Alfalfa	kg	5.0	40.0	200.0
Trébol rojo	kg	3.0	25.0	75.0
4.2. Fertilizantes				
Fosfato diamónico	Sc	4.0	90.0	360.0
Cloruro de potasio	Sc	2.0	80.0	160.0
5. Siembra y fertilización				
Fertilización	J	2.0	25.0	50.0
Siembra	J	1.0	25.0	25.0
Rastra de disco para el tapado	H	1.0	60.0	60.0
6. Transporte				
Insumos	Sc	7.0	6.0	42.0
Total gasto establecimiento				2,577.0

Tabla 20: Costo de establecimiento del pasto asociado, sin deshierbo y con arveja (T₃).

Labores	Unidad	Cantidad	S/. Unidad	Total
1. Preparación del terreno				
Riego	J	1.0	25.0	25.0
Aradura, cruzada	H	8.0	60.0	480.0
Rastra cruzada	H	6.0	60.0	360.0
2. Preparación de melgas				
Nivelación mecánica	H	3.0	60.0	180.0
Pasada de puntas	H	1.0	60.0	60.0
Arreglos	J	2.0	25.0	50.0
3. Preparación de Riego				
Mano de obra	J	6.0	25.0	150.0
4. Insumos				
4.1. Semillas				
Rye grass italiano	kg	10.0	15.0	150.0
Rye grass híbrido	kg	10.0	15.0	150.0
Alfalfa	kg	5.0	40.0	200.0
Trébol rojo	kg	3.0	25.0	75.0
Arveja	kg	50.0	10.0	500.0
4.2. Fertilizantes				
Fosfato diamónico	Sc	4.0	90.0	360.0
Cloruro de potasio	Sc	2.0	80.0	160.0
5. Siembra y fertilización				
Fertilización	J	2.0	25.0	50.0
Siembra	J	1.0	25.0	25.0
Rastra de disco para el tapado	H	2.0	60.0	120.0
6. Transporte				
Personal	Sc	7.0	6.0	42.0
7. Cosecha	J	15.0	25.0	375.0
Total gasto establecimiento				3,512.0

V. CONCLUSIONES

- La siembra simultánea de arveja como cultivo de compañía en el establecimiento de la pastura asociada en base a Rye grass italiano, Rye grass híbrido, Alfalfa y Trébol rojo, no afecta el establecimiento definitivo del pasto; por el contrario, brinda réditos biológicos, económico y de bienestar social al productor.
- Las malezas de las familias Asteraceae y Brassicaceae registraron mayor número de especies en el establecimiento de la pastura asociada, antes del primer pastoreo. La familia Asteraceae registró mayor riqueza mientras que la familia Brassicaceae registró mayor abundancia de especies. Las especies más importantes según el índice de valor de importancia fueron: *Brassica rapa* subsp. *campestris* y *Fuertesimalva limensis*.
- La siembra de arveja como cultivo de compañía durante el establecimiento de la pastura asociada permite un ingreso económico temprano, que paga los costos de la instalación de la pastura asociada y le genera beneficios económicos al campesino. Por lo tanto, se considera una práctica sustentable para el valle del Mantaro.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios de eficiencia de conversión, del pasto, de la maleza y la arveja, en la producción animal, en el valle del Mantaro, y otras regiones del país.
- Realizar estudios detallados de la interacción pastos cultivados-malezas y cultivo de compañía, en el valle del Mantaro y otras cuencas ganaderas del país.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ACUÑA, H; LAOS, A; DEL VALLE, O; SAN MARTÍN, F. (1978). Evaluación del Rendimiento y del Valor Nutritivo de los Pastos Cultivados. Informe Anual del IVITA, FMV. UNMSM. Lima, Perú.
- APG. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- ARGEL, J. (1996). Contribución de las leguminosas forrajeras tropicales a la producción animal en sistemas semi-intensivos de pastoreo. Pastoreo intensivo en zonas tropicales, Primer Foro Internacional. Banco de México. FIRA. Veracruz, México del 7 al 9 de Noviembre.
- ARROYO, J. (2005). Cambios y tendencias en el clima del valle del Mantaro. Instituto Geofísico del Perú, Sector Educación. Lima, Perú. 12 p.
- AUBERT, C. (2011). Otra alimentación es posible: Una alimentación que protege nuestra salud y la del planeta. Trad. y Mellado. Edición La Fertilidad de la Tierra. Navarra, España. 259 p.
- AZABACHE, A. (2003). Fertilidad de Suelos, para una Agricultura Sostenible. Huancayo, Perú. 225 p.
- BALOCCHI, A; LÓPEZ, L. (2009). Herbage production, nutritive value and grazing preference of diploid and tetraploid perennial ryegrass cultivars (*Lolium perenne* L.). *Chilean Journal of Agricultural Research* 69(3): 331-339.
- BLOUNT, A; PRINE, G. (2005). Annual ryegrass. Tampa: University of Florida.
- BOGDAN, A. (1997). Pastos tropicales y plantas de forraje. Ed. AGT. p. 292-300.
- BOJÓRQUEZ C; ACUÑA, H; SAN MARTÍN, F. (1989). Productividad de los Pastos Cultivados en tres Zonas Alto-Andinas de la Sierra Central. *En: XII Reunión Científica Anual del APPA*. Lima, Perú.
- BOJÓRQUEZ, C. (1989). Alimentación del Ganado Lechero en Base a Pasturas (Sierra).

- Simposio Producción de Vacunos de Leche en el Perú. *En*: XII Reunión Científica Anual del APPA. Lima, Perú.
- BOJÓRQUEZ, C; CORONADO, L; VACCARO, L; MILES, D. (1978). Sistemas de Producción Animal Basados en Pasturas Cultivadas en la Sierra Peruana. *En*: IV Conferencia Mundial de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina.
- BOJÓRQUEZ, C; MILES, D; CASTROMONTE, O; DAY, G. (1974). Producción de Leche en Base a Pasturas Permanentes. IVITA-UNMSM/Ministerio de Agricultura, Lima. Perú.
- BOJÓRQUEZ, C; ORDÓÑEZ, H; ROJAS, J. (2011). Nuevas gramíneas forrajeras en la sierra central del Perú. *En*: XXXIV Reunión Científica Anual del APPA. Trujillo, Perú.
- BOJÓRQUEZ, C; ORDÓÑEZ, H; ROJAS, J. (2012). Nuevas gramíneas forrajeras en la sierra central del Perú. II. *En*: XXXV Reunión Científica Anual del APPA. Puno, Perú.
- BOJÓRQUEZ, C; ROJAS, J; ORDÓÑEZ, H. (2015a). Producción de materia seca de pastos de clima templado en la sierra central, Junín. *En*: XXXVIII Reunión Científica Anual del APPA. Ayacucho, Perú.
- BOJÓRQUEZ, C; ROJAS, J; ORDÓÑEZ, H. (2015b). Pastos cultivados en el valle del Mantaro. Fondo Editorial Universidad Nacional Mayor de San Marcos. CEPREDIM-UNMSM. Lima, Perú. 147 p.
- BRESSOLIN, A. (2007). Avaliação de populações de azevém quanto à tolerância ao alumínio tóxico e estimativa de tamanho de amostra para estudos de diversidade genética com marcadores AFLP. 2007. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- BROWN, P. D.; M. J. MORRA. (1997). Control of soil-borne plant pests using glucosinolate containing plants. *Advan. Agron.* 61: 167-231.
- BURGA, M; MANRIQUE, N. (1990). Rasgos Fundamentales de la Historia Agraria Peruana, SS. XVI – XX en Perú: El Problema Agrario en Debate SEPIA III. Lima, Perú.
- CARITAS. (2004). Manual del cultivo de arveja. Caritas Huancayo, INIA, UNCP, Fondo Italo Peruano. Huancayo, Perú.

- CERNA, L. (1994). Manejo Mejorado de Malezas. CONCYTEC. Editorial Libertad. Trujillo, Perú. 320 p.
- CONANT, R; PAUSTIAN, K; DEL GROSSO, S; PARTON, W. (2005). Nitrogen pools and fluxes in grassland soils sequestering carbon. *Nutr. Cycling Agroecosyst* 71: 239-248.
- DA SILVA, SC; HERNÁNDEZ-GARAY, A. (2010). Manejo del pastoreo en praderas tropicales. *En: Velazco ZME et al. Editores. Los forrajes y su impacto en el trópico. Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas 2010: 63-95.*
- DECAU, M; SIMON, J; JACQUES, A. (2004). Nitrate leaching under grassland as affected by mineral nitrogen fertilization and cattle urine. *Journal of Environmental Quality* 33: 637-644.
- DONOVAN, T; MEEK, B. (1984). Response of alfalfa to different levels of irrigation. Fourteenth California Alfalfa Symposium. Visalia, California, USA. December 5-6. p. 20-72.
- ECKARD, R; FRANKS, D. (1998). Strategic nitrogen fertilizer use on perennial ryegrass and white clover pasture in north-western Tasmania. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 38: 155-160.
- ENRÍQUEZ, Q; MELÉNDEZ, N; BOLAÑOS, A. (1999). Tecnología para la Producción y Manejo de Forrajes Tropicales en México. INIFAP. 261 p. (Libro Técnico no 7).
- ERIKSEN, J; PEDERSEN, L; JØRGENSEN, J. (2006). Nitrate leaching and spring wheat bread-making quality following cultivation of grasslands of different composition, age and management. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116: 165-175.
- ERIKSEN, J; VINTHER, P; SØEGAARD, K. (2004). Nitrate leaching and N₂- fixation in grasslands of different composition, age and management. *Journal of Agricultural Science* 142: 41-151.
- FAO. (2002). Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. Informes Sobre recursos Mundiales de Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma 96: 70.
- FAO. (2011). El estado de los recursos de tierra y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo. Organización de

- las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura, Roma, y Mundi-Prensa, Madrid.
- FARFÁN, R. (1973). Establecimiento y Producción de Especies Forrajeras Exóticas en el Altiplano. V Reunión de Especialistas e Investigadores Forrajeros del Perú. Huancayo, Perú.
- FARFAN, R; DURANT, A. (1998). Manejo y técnicas de evaluación de pastizales altoandinos. Marangani-Cusco, Perú. 160 p. (Pub. Téc. FMV-UNMSM no 39).
- FERNÁNDEZ-BACA, E; BOJÓRQUEZ, C. (1994). Diagnóstico del Estado Actual de los Sistemas de Producción Animal en las Provincias de Concepción y Jauja en el valle del Mantaro. E.E. IVITA. Mimiog. Huancayo, Perú.
- FLORES, A. (2005). Manual de pastos y forrajes altoandinos. ITDG AL., OIKOS. Lima, Perú. 51 p.
- FLORES, A; MALPARTIDA, E. (1987). Manejo de praderas nativas y pasturas en la región altoandina del Perú. Fondo del libro del Banco Agrario Perú. Tomo II, 651 p.
- FREITAS, T. (2003). Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Ile de France em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em resposta a doses de nitrogênio. 2003. 114 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- HAYDOCK, K; SHAW, N. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 15(6): 663-670.
- HEATH, M; BARNES, R; METCALFE, D. (1985). Forages, The Science of Grassland Agriculture. Iowa state University Press, USA.
- HOLMES, C; WILSON, G. (1984). Milk Production from Pasture. Butterworsths Agricultural Books. Wellington, Nueva Zelanda.
- IGP. (2005a). Atlas climático de precipitación y temperatura del aire de la cuenca del río Mantaro. Fondo Editorial CONAM. Lima, Perú. 107 p.

- IGP. (2005b). Diagnóstico de la cuenca del Mantaro bajo la visión del cambio climático. Fondo Editorial CONAM. Lima, Perú. 90 p.
- IGP. (2005c). Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de Adaptación en la cuenca del río Mantaro. Fondo Editorial CONAM. Lima, Perú. 104 p.
- INEI. (2013). Resultados definitivos: IV Censo Nacional Agropecuario 2012. MINAGRI. 62 p.
- INIA. (2004). Nueva variedad de arveja “INIA 103 Remate”. MINAG. EE. Agraria Santa Ana, Huancayo. (Plegable no 2 ene. 2004).
- IVITA/FIA. (1987). Informes internos del IVITA. Huancayo. Perú.
- KIRKEGAARD, J. A.; M. SARWAR. (1998). Biofumigation potential of brassicas: I. variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown brassicas. *Plant and Soil* 201: 71-89.
- LABRADA, R; PARKER, C. (1996). El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. *En: Manejo de Malezas para Países en Desarrollo, Estudio FAO Producción y Protección Vegetal* 120. FAO. Roma. p. 20-27.
- LEGUIZAMÓN, E. (2005). El monitoreo de malezas en el campo. *Agromensajes* 17: 1-5.
- LEIGH, J; WILSON, A; MULHAM, W. (1979). A study of sheep grazing a belahrosewood shrub woodland in western New South Wales. *Aust. J. Agric. Res.* 3: 1223-1236.
- LINDNER-SELBMANN, R. (1973). Estudio de selección y productividad en poblaciones de raygrass italiano (*Lolium multiflorum* Lamk.). *Pastos* 3(2): 209-216.
- LOJA, B. (2002). Contribución al estudio florístico de la provincia de Concepción, (Junín): Dicotiledóneas. Tesis para optar el Grado de Magíster en Botánica Tropical. Facultad de Ciencias Biológicas. Unidad de Post Grado. UNMSM, Lima. 136 p.
- LÓPEZ, T; MARTIN, B; MORENO, V; MARTIN, J; GARCÍA, M; GONZALES, J. (1982). El método de los rangos en la composición botánica de los pastos de dehesa. *Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (España)*. 18: 19-28 (Serie Agrícola no 18).

- MANSILLA, A; SILVA, M; SQUELLA, F; MARQUEZ, C. (1990). Validación del método Botanal en una pastura de *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum*. III. Estimación y validación de los multiplicadores. Agricultura Técnica 50(3): 216-221.
- MARMOLEJO, D; SUASNABAR. C. (2002). Leguminosas de grano. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Agronomía. Huancayo, Perú. 180 p.
- MARTÍNEZ, A. (2013). Los pastos: nuevos retos, nuevas oportunidades. Pastos 43(1): 47-48.
- MATTEUCCI, D; COLMAN, A. (1982). Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los estados Americanos. Washington, D. C. 168 p.
- MAYER, E. (1981). Uso de la tierra en los Andes: Ecología y agricultura en el valle del Mantaro del Perú con referencia especial a la papa. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 127 p.
- MILLER, R; THACKER, V; PETERSEN, L. (2005). Nutrient leaching under management intensive grazing. *In: Proceedings of the Western Nutrient Management Conference*. Salt Lake City 6: 20-24.
- MONSALVE, C; CANO, A. (2005). Avances en el conocimiento de la diversidad de la familia Brassicaceae en Ancash, Perú. Revista peruana de biología 12(1): 107-124.
- MORÓN, A. (2000). Alfalfa: fertilidad de suelos y estado nutricional en sistemas agropecuarios de Uruguay. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 8: 16.
- MOSTACEDO, B; FREDERICKSEN, S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- MUSLERA, P; RATERA, G. (1991). Praderas y Forrajes, Producción y Aprovechamiento 2ª. Edición. Ediciones Mundi- Prensa.
- NAIR, R. (2004). Developing tetraploid perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) populations. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 47(1): 45-49.
- NEWELL-PRICE J; HARRIS, D; TAYLOR, M; WILLIAMS, J; ANTHONY, S; DUETHMANN, D; GOODAY, R; LORD, E; CHAMBERS, B; CHADWICK, D;

- MISSELBROOK, T. (2011) An inventory of mitigation methods and guide to their effects on diffuse water pollution, greenhouse gas emissions and ammonia emissions from agriculture. MITIGATION METHODS-USER GUIDE. ADAS, Rothamsted Research, North Wyke. f Defra Project WQ0106. Consultado 27 jul. 2014. Disponible en <http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=MitigationMethods-UserGuide>
- ORDÓÑEZ, H; BOJÓRQUEZ, C. (2001). Composición botánica y contribución biológica y económica de la siembra de pastura asociada con arveja en la sierra central. *En: XXIV Reunión Científica Anual del APPA*. Lima, Perú.
- ORDÓÑEZ, H; BOJÓRQUEZ, C; PINILLOS, O. (1999). Arveja como cultivo financiador en el establecimiento de pasturas asociadas en el valle del Mantaro. *En: XXII Reunión Científica Anual del APPA*. Huancavelica, Perú.
- ORDÓÑEZ, J; BOJÓRQUEZ, C. (2011). Manejo del establecimiento de pasturas para zonas alto andinas del Perú. Editorial CONCYTEC. Huancayo, Perú. 259 p.
- PALACIO, A; HURTADO, F. (2008). Respiración microbial y de raíces en suelos de bosques tropicales primarios y secundarios (Porce, Colombia). *Rev. Fac. Nal. Agron.* 61: 4381-4393.
- PEÑAHERRERA, C. (1969). Geografía General del Perú. Tomo I. Aspectos Físicos.
- QUERO, C; ENRÍQUEZ, J; MIRANDA, L. (2007). Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o status quo. *Interciencia* 32: 566-571.
- RATERA C. (1974). La experiencia neozelandesa en la utilización de la alfalfa bajo pastoreo. *Pastos* 4(2): 191-198.
- REARTE, R. (1992). Alimentación y composición de la leche en los sistemas pastoriles. Centro Regional Buenos Aires Sur. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Balcarce, Argentina.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S; TOVAR, O. (1982). Vegetatio Andinae, I: Datos sobre las comunidades vegetales alto andinas de los Andes centrales del Perú. *Lazaroa* 4: 167-187.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S; TOVAR, O; GALÁN, A. (1988). Pisos bioclimáticos y cultivos del Perú. Lima. Informe p. 1-69.

- RODRÍGUEZ, Z. (1996). Valle del Mantaro 1. Geomorfología - Hidrología. ODESA. Huancayo, Perú. 62 p.
- ROJAS, J; BOJÓRQUEZ, C; ORDÓÑEZ, H. (2011). Evaluación de malezas en el establecimiento de pasturas cultivadas en la Sierra Central del Perú. *En: XXXIV Reunión Científica Anual del APPA*. Trujillo, Perú.
- ROJAS, J; BOJÓRQUEZ, C; ORDÓÑEZ, H; NOLI, C; ROJAS, E. (2014b). Malezas tóxicas para el ganado vacuno en el valle del Mantaro, Junín. *En: XXXVII Reunión Científica Anual del APPA*. Abancay Apurímac.
- ROJAS, J; BOJÓRQUEZ, C; ORDÓÑEZ, H; ROJAS, E. (2012). Diversidad de malezas en el establecimiento de pastos cultivados en el valle del Mantaro, Junín. *En: XXXV Reunión Científica Anual del APPA*. Puno, Perú.
- ROJAS, J; KROSCHER, J; CAÑEDO, V; ZUÑIGA, D. (2010). Malezas en dos zonas agroecológicas del cultivo de papa en la sierra central del Perú. *En: XIII Congreso Nacional de Botánica*. Tingo María, Perú.
- ROJAS, J; ORDÓÑEZ, H; BOJÓRQUEZ, C; ROJAS, E. (2013b). Invasión de kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) en camellones de melga de pastos cultivados en el valle del Mantaro, Junín. *En: XXXVI Reunión Científica Anual del APPA*. Lima, Perú.
- ROJAS, J; ORDÓÑEZ, H; BOJÓRQUEZ, C; ROJAS, E. (2014a). Diversidad de malezas en el establecimiento de pastos cultivados en el valle del Mantaro, Junín. 8 ed. Agro Aportes. Rev. Fac. Agron. UNCP. Huancayo, Perú. p. 17.
- ROJAS, J; ORDÓÑEZ, H; BOJÓRQUEZ, C; ROJAS, E; NOLI, C. (2013a). Diversidad de malezas en el cultivo de avena forrajera (*Avena sativa*), en la sierra central del Perú. *En: XXXVI Reunión Científica Anual del APPA*. Lima, Perú.
- RUIZ, C; TAPIA M. (1987). Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú. Proyecto PISA, Convenio INIPA-CIID-ACDI. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú.
- ROUQUETTE JUNIOR, F; NELSON, L. (1997). Ecology, production, and management of *Lolium* for forage in the USA. Crop Science Society of America. Madison.
- SAGASTEGUI, A; LEIVA, S. (1993). Flora Invasora de los Cultivos del Perú. CONCYTEC. Editorial Libertad. Trujillo, Perú. 538 p.

- SILVA, M; SQUELLA, F; HOLLSTEIN, J; WERNLI, C; MANSILLA, A. (1985). Evaluación del método Botanal en una pradera de *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*. II. Evaluación de la composición botánica. Avances en Producción Animal 10(1/2): 27-34.
- SMITH, K; SIMPSON, R; CULVENOR, R; HUMPHREYS, M; PRUD'HOMME, M; ORAM, R. (2001). The effects of ploidy and a phenotype conferring a high water soluble carbohydrate concentration on carbohydrate accumulation, nutritive value and morphology of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). Journal of Agricultural Science 136(1): 65-74.
- SOLID OPD. (2010). Tecnología productiva de lácteos: Producción de pastos y forrajes. Marco referencial. Organización Privada de Desarrollo. Modulo I. 98 p.
- SOTO, P; TEUBER, N. (1982). Evaluación de la disponibilidad de forraje bajo pastoreo. En: Soto, P. (ed.) 1982. Seminario de metodología de evaluación de praderas. Santiago. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. p. 131-147.
- SYLVESTER, B; KIP, N; HARRIS, D. (1987). Simbiosis leguminosas – Rizobio: Evaluación, Selección y Manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia.
- T'MANNETJE, L; HAYDOCK, K. (1963). The dry – weight – Rank Method for the botanical analysis of pasture. Journal British Grassland Society 18(4): 268-275.
- TAYLOR, R. (1983). The diet of eastern grey kangaroo and wallaroo in areas of improved and native pasture in the New England Tablelands. Aust. Wildl. Res. 10: 203-211.
- THOMPSON, T; FICK, W. (1981). Growth response of alfalfa to duration of soil flooding and to temperature. Agron. J. 73: 329-332.
- THORNWAITE, C. W. (1948). Approach Towards a Rational Classification of Climate. Geographical Review 38: 55-94.
- TINOCO, R. (1980). Rendimiento en materia seca, proteína bruta y leche por hectárea de tres asociaciones de pastos perennes en la zona alto Andina. III Reunión Científica Anual del APPA. Lima. Perú.
- TOSI, J. (1960). Zonas de Vida Natural en el Perú: Memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico del Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la Zona

- Andina. Proyecto 29. Programa de Cooperación Técnica. 271 p. (Boletín Técnico no 5).
- TOTHILL, C; HARGREAVES, J; JONES, R. (1978). Botanal a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. CSIRO, Australia. Division of Tropical Crops and Pastures. Tropical Agronomy Technical no 8: 120.
- TOVAR, O. (1990). Tipos de vegetación, diversidad florística y estado de conservación de la Cuenca del Mantaro. Centro de Documentación para la Conservación CDC, UNALM. Lima, Perú. 88 p.
- TOWNEND, J; DICKINSON, A. (1995). A comparison of rooting environments in containers of different sizes. *Plant and Soil* 175: 139-146.
- TRUMBMORE, S; DAVIDSON, E; BARBOSA DE CAMARGO, P; NEPSTAD, D; MARTINELLI, L. (1995). Belowground cycling of carbon in forests and pastures of eastern Amazonia. *Global Biogeochem* 9: 515-528.
- TRUMPER, K; BERTZKY, M; DICKSON, B; VAN DER HEIJDEN, G; JENKINS, M; MANNING, P. (2009). ¿La Solución Natural? El Papel de los Ecosistemas en la Mitigación del Cambio Climático. Informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 76 p.
- VÁZQUEZ, G. J. (1996). La fertilidad del suelo para la producción sostenible bajo pastoreo intensivo. Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales. Primer Foro Internacional, Banco de México. FIRA. Veracruz, México de 7 al 9 de Noviembre.
- VILLAGOMEZ, V. (1988). Informe sobre los cultivos de papa. *En*: Informe del Taller de Expertos en Manejo Mejorado de Malezas en los Países Andinos FAO/RLAC 16. Programa de protección de cultivos. Lima, Perú de 5-9 septiembre 1988.
- VILLAQUIRÁN, M; LASCANO, C. (1986). Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras Tropicales. *Pasturas Tropicales* 8(2): 2-6.
- WALTON, P. D. (1983). Production and Management of Cultivated Forages. Reston Publishing Company, Inc. A Prentice-Hall Company. Virginia, USA.

- WEBERBAUER, A. (1945). El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos (estudio fitogeográfico) Estación Experimental Agrícola La Molina. Ministerio de Agricultura, Editorial Lumen, Lima. 776 p.
- ZARAGOZA, E; HERNÁNDEZ, A; PÉREZ, J; HERRERA, J; OSNAYA, F; MARTÍNEZ, P; GONZÁLEZ, S; QUERO, A. (2009). Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovinillo. *Téc. Pecu. Méx.* 47: 173-188.
- ZOOK, D; ERWIN, D; STOLZY, L. (1986). Anatomical, morphological and physiological responses of alfalfa to flooding. *Plant and Soil* 96: 293-296.

ANEXOS



Imagen 1: Semillas e insumos empleadas en el estudio.



Imagen 2: Pasada de rastra de puntas rígidas, para la siembra de pasto cultivado.



Imagen 3: Fertilización y siembra de arveja al voleo.



Imagen 4: Pasada de rastra de disco, para el tapado de la arveja.



Imagen 5: Siembra de pasto cultivado.



Imagen 6: Deshierbo del Tratamiento 1.



Imagen 7: Tratamientos 60 días después de la siembra dds.



Imagen 8: Cosecha de arveja en vainas como hortalizas a los 120 dds.