



Establecimiento de una asociación de gramíneas y leguminosas forrajeras, sembradas con densidades de arveja (*Pisum sativum* L.) cv "Remate" en el Valle del Mantaro, Perú

Establishment of an association of grasses and leguminous forage, sowed with densities of peas (*Pisum sativum* L.) cv "Remate" in the Mantaro Valley, Peru

José Hugo Ordoñez-Flores^{1,*}; Valeriano Máximo Huamán-Adriano²; Jeam David Rojas-Egoavil³ 

¹ Área de Pastos y Forrajes. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Av. Circunvalación Cuadra 28 s/n San Borja, Lima (Perú).

² Área de Mecánica. Facultad de Ingeniería Mecánica. Universidad Nacional del Centro del Perú. Av. Mariscal Castilla n° 3909-4098 El Tambo, Huancayo (Perú).

³ Área de Pastos y Forrajes. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro del Perú. Av. Carretera central km 34 s/n El Mantaro, Jauja (Perú).

Received March 18, 2019. Accepted September 13, 2019.

Resumen

En el valle del Mantaro y zonas alto andinas del Perú, las pasturas son establecidas sin control de malezas o sembradas con cultivos de compañía (cebada). La siembra de la arveja con pastos puede significar mayores ventajas productivas. El objetivo fue determinar el establecimiento de una asociación de gramíneas y leguminosas sembradas con densidades de arveja (*Pisum sativum* L.) cv "Remate" en el valle del Mantaro, Perú. El estudio se realizó en IVITA (Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura). El Mantaro, ubicado a 3320 metros sobre el nivel del mar. Las densidades de siembra de la arveja fueron 0,0; 25,0; 50,0 y 75,0 kg. ha⁻¹, sembrados en melgas con 28,0 kg. ha⁻¹ de semilla total de la pastura: 20,0 kg. ha⁻¹ Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) cv "Tama"; 4,0 kg. ha⁻¹ de Trébol rojo (*Trifolium pratense*) cv "Quiñequeli" y 4,0 kg. ha⁻¹ de alfalfa (*Medicago sativa*) cv "SW8210". Se utilizó diseño de Bloques al Azar con 3 repeticiones. Las variables de respuesta fueron composición botánica (%) y producción de materia seca (kg. ha⁻¹). Se logró un buen establecimiento, sembrando 28,0 kg. ha⁻¹ de pastura asociada con 50,0 kg. ha⁻¹ de arveja, expresada en porcentajes superiores al 90% en la composición botánica y producciones razonables de materia seca (MS).

Palabras clave: Establecimiento; pasturas asociadas; densidades de siembra; composición botánica.

Abstract

In the Mantaro Valley and high Andean areas of Peru, the pastures are established without weed control or sowed with companion crops (Barley). The sowing of the peas with pastures can mean greater productive advantages. The objective was to determine the establishment of an association of grasses and legumes sowed with densities of peas (*Pisum sativum* L.) cv "Remate" in the Mantaro valley, Peru. The study was conducted in IVITA (Veterinary Institute of Tropical and Height Research). The Mantaro valley is located at 3320 meters above sea level. The densities of the peas were 0.0; 25.0; 50.0 and 75.0 kg. ha⁻¹, sowed on the ground with 28.0 kg. ha⁻¹ of total seed of the pasture: 20.0 kg. ha⁻¹ Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*) cv "Tama"; 4.0 kg. ha⁻¹ of red clover (*Trifolium pratense*) cv "Quiñequeli" and 4.0 kg. ha⁻¹ of alfalfa (*Medicago sativa*) cv "SW8210". We used Random Block Design with 3 repetitions. The response variables were botanical composition (%) and dry matter production (kg. ha⁻¹). A good establishment result sowing 28.0 kg. ha⁻¹ of pasture associated with 50.0 kg. ha⁻¹ of peas, expressed in percentages higher than 90% in the botanical composition and reasonable productions of dry matter (DM).

Keywords: Establishment; associated pastures; planting densities; botanical composition.

How to cite this article:

Ordoñez, J.; Huamán, V.; Rojas, J. 2019. Establecimiento de una asociación de gramíneas y leguminosas forrajeras, sembradas con densidades de arveja (*Pisum sativum* L.) cv "Remate" en el Valle del Mantaro, Perú. Scientia Agropecuaria 10(3): 383 – 391.

* Corresponding author
E-mail: jordonezf@unmsm.edu.pe (J. Ordoñez).

1. Introducción

La arveja es una dicotiledónea anual que se siembra en monocultivo para destinar los granos en la alimentación humana. También se utiliza como abono verde, [Faugenbaum \(1993\)](#). Los cultivares de arveja usadas en el Perú se diferencian en su periodo vegetativo, desde 4,5 hasta 7,0 meses ([Insumos y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria, 2015](#)). En el 2015, ocupó el octavo lugar dentro del ranking de cultivos transitorios, según su superficie cosechada ([Diario Gestión, 2017](#)). La arveja podría ser sembrada con la pastura, donde el factor densidad de siembra determinaría niveles de sombra, la que influiría en algunos aspectos botánicos de la pastura. En cuanto a la sombra en pasturas con árboles, se demostró que la producción de forraje, disminuyó posteriormente, a medida que las copas de los árboles se expandían, por el incremento de la sombra ([Kumar et al., 2001](#)).

Por otro lado, en el valle del Mantaro y zonas alto andinas, las pasturas se establecen sin control alguno de las malezas, sobre todo de hoja ancha que es común en terrenos preparados mecánicamente. [Rojas et al. \(2018\)](#) estudio la arveja como cultivo temporal para el establecimiento de pasturas de gramíneas y leguminosas. En esta área del valle del Mantaro, poco se conoce de la siembra de arveja asociada a pasturas para obtener el grano con el subsiguiente establecimiento de la pastura, dado que la arveja es de mayor performance económica y biológica que las malezas ([Ordoñez y Bojórquez, 2011](#)). También la pastura en el establecimiento coincide con el periodo vegetativo de la arveja cv “Remate”, que son cuatro meses ([Rojas, 2017](#)).

Se ha observado que las pasturas conviven bien con malezas en sus etapas iniciales de crecimiento. Esta condición nos permite un manejo sostenible del sistema, refutando lo declarado por [Wyse \(1994\)](#) quien manifiesta que las arvenses son el mayor obstáculo al desarrollo sostenible de la agricultura mundial. Contrariamente, [Blanco \(2016\)](#) refuta el concepto negativo hacia las arvenses como indeseables dentro de los agros ecosistemas. Esta situación permite crecer a la pastura por su ciclo de vida perenne y la maleza anual se pierde o desaparece.

Las asociaciones de pasturas, como gramíneas (Rye grass, pasto ovillo y avena) y leguminosas (Alfalfa, trébol y vicia) son para proporcionarle al ganado un alimento equilibrado entre proteínas y carbohidratos. Al asociar diferentes especies de pastos se produce más forraje verde que sembrando alfalfa sola ([Ruiz et al., 2006](#)). No

existe una densidad única de la siembra de pasturas, depende de muchos factores como altitud, suelo, clima, propósito etc. Sin embargo, [Castro et al. \(2012\)](#) determinó que una pastura asociada estuvo conformada por 40,0% de trébol blanco, 23,0% de pasto ovillo y 37,0% de rye grass inglés. El objetivo fue determinar el establecimiento de una asociación de gramíneas y leguminosas sembradas con densidades de arveja (*Pisum sativum* L.) cv “Remate” en el valle del Mantaro, Perú.

2. Materiales y métodos

Localización

El estudio se condujo en la Estación del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) Mantaro, de la Facultad de Medicina Veterinaria, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en la Región Junín, Perú. Localizada a 3,320 msnm, con una precipitación promedio anual de 770 mm (Lluvias intensas: Enero-marzo), temperatura media anual de 12°C Latitud S 11°49' 05" y Longitud W 75° 23' 27", suelos pobres en N; medios en P₂O₅, medios a altos en K₂O, textura del suelo franco arcillosa. Las temperaturas máximas y mínimas, se registraron en noviembre y julio respectivamente, mientras los mayores valores de precipitación se registran de diciembre a marzo, siendo junio y julio, los meses con menores precipitaciones pluviales ([Bojórquez et al., 2015](#)).

Diseño experimental

El Diseño Experimental fue de Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones. Siendo los tratamientos las densidades de siembra de arveja: (T1)= 0,0; (T2)= 25,0; (T3)= 50,0 y (T4)=75,0 kg.ha⁻¹. Mientras la densidad total única de la pastura fue 28,0 kg.ha⁻¹: 20,0 kg. ha⁻¹ Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) cv “Tama”; 4,0 kg.ha⁻¹ de Trébol rojo (*Trifolium pratense*) cv “Quiñequeli” y 4,0 kg.ha⁻¹ de alfalfa (*Medicago sativa*) cv “SW8210”.

Siembra, fertilización y seguimiento del cultivo

En julio del 2016, en un área donde se cosechó maíz, se preparó el suelo con dos pases cruzados de un arado de discos, un pase de rastra de discos y el acondicionamiento de melgas de 3,0 m de ancho con una cuchilla niveladora.

Sobre las melgas (Parcelas de 3,0 x 30,0 m) se pasó una rastra de seis púas rígidas, distanciadas a 0,50 m entre ellas. Luego, la fertilización fosfórica, utilizando 100 kg de fosfato diamónico (46,0 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ y 18,0 kg.ha⁻¹ de N). Posteriormente, se

sembró al voleo las densidades de arveja en cada tratamiento. Seguidamente, se pasó una rastra de discos para tapar la semilla de arveja y “borrar” los surcos dejadas por las púas rígidas. Finalmente, siembra al voleo de la pastura y nuevamente un pase de rastra de discos para cubrir la semilla de la pastura. Después de la siembra, se dejó interactuar a las plantas de arveja, pastura y maleza por cuatro meses, tiempo en el que no se realizó ninguna labor cultural, tampoco controles fitosanitarios. En esta fase, no se observaron daños por plagas y/o enfermedades, situación que es sustentada por la literatura, que mencionan los efectos de cultivos asociados en el control de plagas y enfermedades (Ratnadass et al., 2012).

Muestreo de las parcelas

Las evaluaciones de poblaciones de arveja se realizaron un mes después de la siembra, lanzando al azar ocho marcos metálicos de 0,25 m² (2,0 m²/parcela). La composición botánica se evaluó a cuatro meses después de la siembra (antes del pastoreo) y después del primer, segundo y tercer pastoreo (en rebrotes de la pastura con 45 días de crecimiento aproximadamente) con el método de Rango de Peso Seco (Mannetje y Haydock, 1963). Las producciones de materia seca (MS) se evaluaron al final del establecimiento (cuatro meses) y en tres rebrotes de la pastura. Estas muestras se llevaron a la estufa por 48 horas a 60 °C y luego pesadas.

Análisis estadístico

ANOVA siguiendo el modelo $Y_{ij} = \mu + \zeta_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$ (Donde ζ_i : son densidades de siembra de Arveja y β_j el bloque) seguido por la comparación de medias mediante la diferencia mínima significativa de Tukey ($p < 0,05$) utilizando el programa SPSS Statistics 17.

3. Resultados y discusión

Población de plántulas de arveja

Un mes después de la siembra se reportaron poblaciones de arveja con 15,0; 38,0 y 57,0 plantas de arvejas m⁻² ($p < 0,05$), para las densidades de 25,0; 50,0 y 75,0 kg.ha⁻¹ respectivamente. Esto nos indica que el 60,0% de la semilla se tradujo en plántulas en la densidad de 25,0 kg.ha⁻¹ y el 76,0% en las otras dos densidades. Mostrándonos que el sistema de siembra y las condiciones físicas, químicas y bióticas del suelo, fueron favorables.

Composición botánica (%) al final del establecimiento y antes del pastoreo

El establecimiento de la pastura comprendió cuatro meses después de la siembra, donde el cv Tama fue la única especie que

se reportó de la pastura sembrada. Sin embargo, las leguminosas como la alfalfa y trébol rojo, estuvieron presentes con un mínimo crecimiento y el control de malezas fue casi total. Las densidades de siembra de arveja fueron determinantes para establecer los porcentajes de cubrimiento del suelo por cv Tama ($p < 0,05$), alcanzando sin arveja el 52,79% y 3,62% con la más alta densidad de siembra de arveja (Tabla 1), este bajo cubrimiento del cv Tama se debe a varios factores, sobre todo a la falta de radiación solar entre otros, por la sombra producida por esta alta densidad de siembra de la arveja. Sin embargo, en otras condiciones, hay mayor producción de biomasa como afirma, Korner (2013) que la radiación solar, suministro de agua y nutrientes son los más importantes conductores físico químicos en la vida de las plantas, determinando la asimilación del dióxido de carbono y la producción de biomasa.

El follaje de arveja alcanzó porcentajes superiores al 80,17% en la composición botánica, sin presentar diferencias estadísticas significativas. Indicándonos que esta leguminosa tiene un crecimiento profuso aun con la densidad de 25,0 kg.ha⁻¹ de semilla sembrada (Tabla 1).

Este crecimiento vigoroso de arveja, también fue demostrado en un estudio donde se sembró arveja asociada con cv Tama, Ordoñez y Bojórquez (2011) concluyeron que a 54 días después de la siembra, la arveja cubrió el suelo en 24,0%, superando a cv Tama y maleza, luego a 104 días después de la siembra la composición botánica estuvo formada por 52,0; 29,0 y 11,0% para arveja, cv Tama y maleza respectivamente.

Tabla 1

Cv Tama y arveja en la composición botánica (%), cuatro meses después de la siembra y antes del pastoreo en el valle del Mantaro

Tratamiento	cv Tama %	Arveja %	Total (%)
T1: Pastura (P)	52,79 a	-	52,79
T2: 25,0 kg.ha ⁻¹ Arveja + P	15,88 b	80,17 a	96,05
T3: 50,0 kg.ha ⁻¹ Arveja + P	5,79 b	94,19 a	99,98
T4: 75,0 kg.ha ⁻¹ Arveja + P	3,62 b	96,37a	99,99

Promedios unidos con la misma letra no son estadísticamente significativos a nivel de 0,05 % según Tukey.

Producciones promedio de materia seca (kg.ha⁻¹) al final del establecimiento

Las mayores producciones de materia seca (MS) de la pastura (cv Tama) fueron 3620,0; 3860,0 y 1920,0 kg. ha⁻¹ para la siembra sin arveja, 25,0 y 50,0 kg. ha⁻¹ de arveja, respectivamente ($p < 0,05$), como se muestra en la Tabla 2. Luego, la menor producción

de MS de la pastura (1760,0 kg MS ha⁻¹), se reportó con la más alta densidad de siembra de arveja (75,0 kg.ha⁻¹), donde hubo mortalidad de plantas del cv Tama por la sombra.

Las producciones de MS del follaje de Arveja, presentaron desde 3300,0 hasta 6 800,0 kg.ha⁻¹, sin haberse encontrado diferencias estadísticas significativas (Tabla 2). La desviación estándar en los tres casos es muy próxima al promedio de la producción de MS. El aporte de la arveja en la producción Total de MS es evidente si comparamos la MS de la pastura sin arveja 3620,0 kg.ha⁻¹ y con arveja produjo de 7160,0 hasta 8560,0 kg.ha⁻¹ de MS. Lamentablemente, la contribución de arveja en grano no fue posible por el daño causado por las heladas a los 80 días después de la siembra, al inicio del llenado de granos.

Tabla 2

Producciones promedio de materia seca (kg.ha⁻¹) del cv Tama y arveja, al final del establecimiento, cuatro meses después de la siembra (nov. 2016) según densidades de siembra de arveja al establecimiento, en el valle del Mantaro

Tratamiento	Cv Tama	Arveja	Total
T1: Pastura (P)	3 620,0 a	-	3 620,0
T2: 25,0 kg.ha ⁻¹ Arveja + P	3 860,0 a	3 300 ± 0,43 a	7 160,0
T3: 50,0 kg.ha ⁻¹ Arveja + P	1 920,0 a	5 760 ± 1,47 a	7 680,0
T4: 75,0 kg.ha ⁻¹ Arveja + P	1 760,0 b	6 800 ± 1,06 a	8 560,0

Promedios unidos con la misma letra no son estadísticamente significativos a nivel de 0,05 según Tukey.

Contribución del Yuyo, maleza de hoja ancha

En el valle del Mantaro, después de la preparación mecánica del suelo para la siembra de cultivos anuales, se presenta poblaciones de la maleza de hoja ancha *Brassica rapa* subsp. *campestris* (Yuyo). En nuestro ensayo no se controló, porque asumimos que la competencia que esta pueda ejercer es mínima por la morfología incipiente de su sistema radicular.

Se argumenta que las interacciones por luz y espacio entre las plantas, son una buena estrategia para controlar plantas invasoras, ya que estos no toleran la sombra. Además, es una mejor estrategia porque se usa el potencial de un ecosistema para desplazar a las plantas exóticas que resulta mucho mejor que hacer tratamientos mecánicos o químicos como herbicidas (Díaz et al., 2004). Los tallos del yuyo, en este caso, sirvieron de tutores naturales a los zarcillos de la arveja, manteniendo en posición vertical, evitando la pudrición de tallos y hojas por el tendido de estos componentes (Figura 1). Esta acción nos permite afirmar

que estamos aprovechando ciertas “bondades” de la maleza. Comúnmente para producciones de grano, se colocan tutores a los zarcillos de arveja, tutores como alambres, maíz etc. (Quispe, 2018).



Figura 1. Zarcillos de arveja sosteniéndose de los tallos del yuyo (flores amarillas), para mantenerse erguidos. Estos tallos actuaron como tutores naturales.

Dinámica del cv Tama en tres rebrotes consecutivos

Se evaluaron consecutivamente los rebrotes del cv Tama en la composición botánica, después del pastoreo. La dinámica de estos porcentajes para cada tratamiento es presentada en la Figura 2. Los porcentajes de la pastura (rebrotos) en la composición botánica fueron similares sin la intervención de la arveja, durante el establecimiento. Esto se puede explicar, porque la pastura adquirió mejor vigor por tener mayor acceso a la luz solar. Por otro lado, los rebrotes del cv Tama sembrada con 25,0 y 50,0 kg. ha⁻¹ de arveja mostraron una tendencia a disminuir, probablemente por el desarrollo de las leguminosas. Este mayor porcentaje en los primeros rebrotes de estas dos densidades, podría deberse a la transferencia de N proporcionado por arveja. En este sentido, Faris (1987) mostró que la transferencia del N varía con la especie, así, la alfalfa y el trébol rojo excretaron más N que el trébol blanco, mientras que este último contribuyó con más N de la descomposición del nódulo muerto y el tejido de la raíz.

Dinámica de la alfalfa, en tres rebrotes consecutivos

La evaluación de corte y pastoreo de la alfalfa está aproximadamente en el rango de crecimiento, tal como afirma Montes et al. (2016), quienes concluyeron que, realizar cortes o pastoreo cada 35 a 40 días en invierno y otoño, mientras que en primavera y verano cada 30 a 35 días, y no cada 40 días independientemente de la estación del año, como se hace comúnmente en la región.

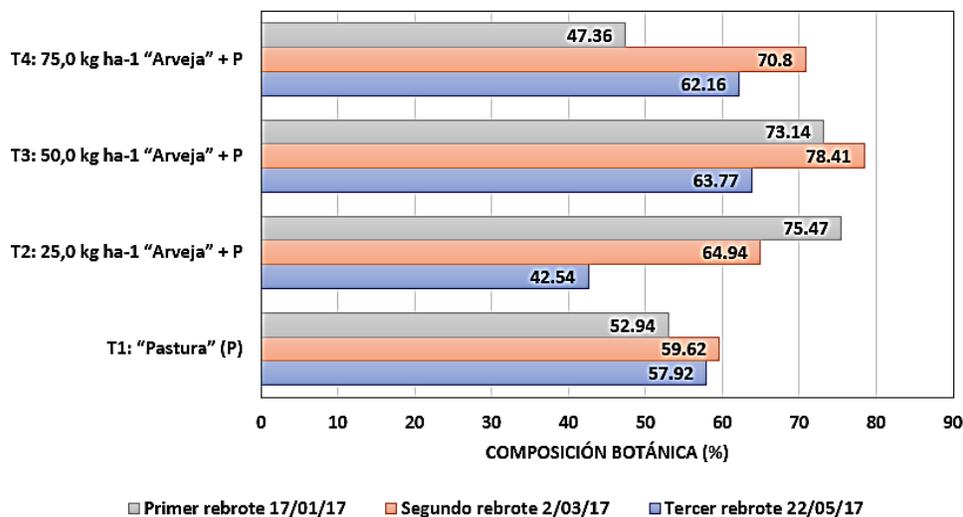


Figura 2. Dinámica del cv Tama en la composición botánica en tres rebrotes de 45 días de crecimiento, según densidades de siembra de arveja al establecimiento.

En el valle del Mantaro, tenemos dos estaciones marcadas: época seca y lluviosa, probablemente en la lluviosa es de 35 a 40 días.

La alfalfa mostro mayor cobertura en el primer rebrote cuando se sembró sin arveja en el establecimiento, atribuyéndose al vigor adquirido sin interferencia de la sombra de la arveja durante los cuatro meses del establecimiento (Figura 3). Druille *et al.*, (2017) estudio a la alfalfa para caracterizar el crecimiento anual y estacional de la alfalfa, analizar los controles ambientales del crecimiento a escala espacial y temporal y comparar la eficiencia en el uso del agua (EUA) entre sitios, concluyó que el crecimiento anual difirió espacialmente, oscilando entre 7,514 y 14,262 kg MS/ha. Esta variabilidad fue principalmente explicada por variaciones en las precipitaciones anuales.

En el tercer rebrote, la alfalfa fue disminuyendo (%) según aumentó la densidad de siembra de arveja en el establecimiento. Sin embargo, no se puede atribuir este comportamiento totalmente a las densidades de arveja, ya que su crecimiento de rebrotes, fue sin la presencia de la arveja, probablemente se podría deber entre otros a la interacción del cv Tama y cv Quiñequeli. El vigor adquirido de las plantas de alfalfa está relacionado directamente con la composición botánica y esta con el rendimiento, que dependen en algunos casos del factor sombra. Kejia Pang *et al.* (2017) mostró que el rendimiento anual del forraje fue igual o mayor bajo sombra moderada (45% de luz solar) para los 43 forrajes y bajo sombra densa (20% de luz solar) para 31 forrajes que el control sin sombra. Por otro lado, Volenec (1999), menciona que el rendimiento

económico de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es herbáceo, compuesto principalmente de hojas y tallos. Comprender el control fisiológico del rendimiento de alfalfa, por lo tanto, requiere una evaluación cuidadosa de los factores que influyen en el inicio y crecimiento de las hojas y los tallos.

Dinámica del trébol rojo cv Quiñequeli en tres rebrotes consecutivos

En las evaluaciones al final del establecimiento, así como en los primeros rebrotes, el cv Quiñequeli tuvo poca contribución en la composición botánica. Sin embargo, a través del tiempo fue adquiriendo mayor vigor (Figura 4). Entre otras cualidades, esta respuesta al crecimiento en el tercer rebrote, puede deberse a las raíces adventicias. En este aspecto, se afirma que la persistencia del trébol rojo (*Trifolium pratense*) mejora con el crecimiento de las raíces adventicias de la corona (Montpetit y Coulman, 1991).

Así mismo, el trébol es un elemento esencial de los pastizales sostenibles. El trébol reduce la necesidad de fertilizantes nitrogenados y da como resultado un valor nutricional mejorado de los pastizales. La arquitectura de las plantas, que se encuentra bajo control genético y ambiental, puede tener una gran influencia en los caracteres tales como el rendimiento de forraje, la capacidad de regeneración, el rendimiento de semillas y la persistencia en el trébol rojo (Van Minnebruggen *et al.*, 2013). Después del pastoreo, quedó en el suelo cierto material vegetal de la arveja. En este sentido, se menciona que la hojarasca constituye una importante fuente de nutrientes para el suelo.

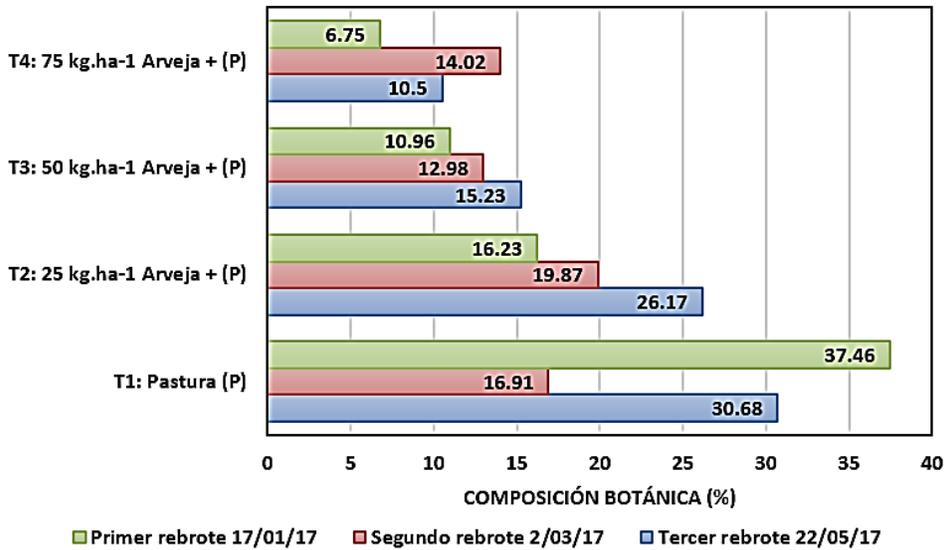


Figura 3. Dinámica de alfalfa en la composición botánica en tres rebrotes de 45 días de crecimiento, según densidades de siembra de arveja al establecimiento.

Dichos aspectos son poco estudiados en pastizales donde la sincronización de la liberación de nutrientes y su asimilación por las plantas resultan de gran importancia en la productividad del pastizal (Sánchez et al., 2008). Por otro lado, Mckenna et al. (2018) afirma que la senescencia del sistema de raíces después del cultivo también contribuye a la materia orgánica del suelo, proporcionando un conjunto de servicios ecosistémicos.

Producciones acumuladas de materia seca kg.ha⁻¹ (MS) en tres rebrotes

Las producciones de MS se incrementaron a través de las evaluaciones, probablemente por el mayor vigor de las plantas, el buen manejo de la pastura y la incorporación de la leguminosa durante el establecimiento (Tabla 3). Tal como afirma Ruiz et al. (2006), que la producción de biomasa es una actividad multidisciplinaria; de ahí que el éxito de su funcionamiento esté condicionado al conocimiento de las interacciones entre sus componentes, así como entre éstos y el medio ambiente, lo cual permitirá la generación de estrategias de manejo acordes con la ecología que conduzcan a mejorar la productividad y la sostenibilidad del agroecosistema. Por tanto, la producción de biomasa constituye un elemento determinante en el éxito y la eficiencia de los sistemas con leguminosas. Estas producciones de MS de los rebrotes fueron mayores ($p < 0,05$) con la siembra de pastura sola y con las densidades de siembra con 25,0 y 50,0 kg.ha⁻¹ de arveja a lo producido con la siembra de 75,0 kg.ha⁻¹

durante el establecimiento. Las altas producciones de MS de la pastura sin arveja se pueden atribuir al vigor adquirido durante el establecimiento, donde hubo nada o poca interferencia de la luz recibida en los tratamientos antes mencionados. Sin embargo, Alonso et al. (2006), estudiando el comportamiento productivo del pasto guinea con plantas a pleno sol, plantas a sombra parcial y plantas a sombra total, concluyeron que los indicadores estudiados no mostraron interacción entre las distintas condiciones de sombra y los años de estudio para los diferentes momentos de explotación del sistema. Estos indicadores fueron disponibilidad, altura de planta, perímetro de la macolla, número de hojas planta⁻¹, relación hoja tallo⁻¹, índice de área foliar específica (IAFEs), material muerto (MM) y porcentaje de MS planta⁻¹, así como composición botánica del área en el sistema.

Los incrementos de la biomasa a través de los rebrotes sucesivos (Tabla 3) se debería también al efecto arveja, donde la biomasa aérea y radicular de la Arveja al descomponerse después del pastoreo, actúa como biofertilizante a través de hojas, tallos y raíces en el suelo. Siendo el biofertilizante el suministro a la planta de algún nutriente que ellas necesitan para su crecimiento, mediante un proceso biológico en el que intervienen diferentes microorganismos. En este caso por descomposición de la materia orgánica o suministro del nitrógeno simbiótico. En la actualidad existen diferentes tratamientos para lograr la biofertilización (Paredes, 2013).

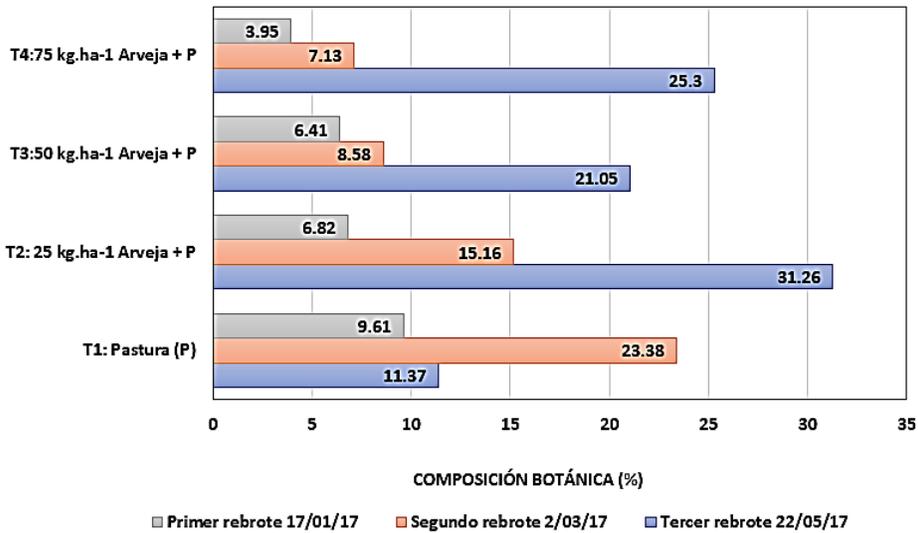


Figura 4. Dinámica del trébol rojo en la composición botánica en tres rebrotes de 45 días de crecimiento, según densidades de siembra de arveja al establecimiento.

Tabla 3

Producciones acumuladas de MS kg. ha⁻¹ en tres rebrotes con 45 días de crecimiento cada una, después del primer pastoreo, en el valle del Mantaro

Tratamiento	Enero	Marzo	Mayo	Total
T1: Pastura (P)	4 200,0	4 120,0	5 160,0	13 600,0 a
T2: 25,0 kg.ha ⁻¹ Arveja + P	3 800,0	4 260,0	4 620,0	12 680,0 a
T3: 50,0 kg.ha ⁻¹ Arveja + P	2 660,0	3 800,0	4 120,0	10 580,0 a
T4: 75,0 kg.ha ⁻¹ Arveja + P	1 460,0	3 120,0	3 820,0	8 400,0 b

Promedios unidos con la misma letra no son estadísticamente significativos nivel de 0,05 según Tukey.

La siembra de arveja en asociación temporal con la pastura se considera como un cultivo intercalado o de compañía. Al respecto, estos cultivos de compañía al descomponerse la materia orgánica alteran el ambiente a través de cambios en los atributos abióticos y bióticos del ecosistema del suelo. Tales cambios pueden esperarse debido a que los cultivos intercalados aumentan el carbono del suelo y el nitrógeno del suelo (Cong et al., 2014).

Los experimentos de biodiversidad de pastizales han demostrado efectos inconsistentes de la diversidad de plantas en la descomposición de sustratos estándar (por ejemplo, hojas senescentes), que van desde una descomposición más rápida (Hector et al., 2000; Knops et al., 2001), ningún efecto (Scherer-Lorenzen, 2008) a una descomposición más lenta (Fornara et al., 2009). Frecuentemente se ha encontrado que la diversidad de plantas afecta a la comunidad de descomposición microbiana del suelo, ya sea a través de una composición más diversa (Chung et al., 2007) o mediante una mayor producción de biomasa (Zak et al., 2003), estructura del suelo.

Siendo la Arveja una leguminosa, aparentemente tiene mejores ventajas en la descomposición. Un estudio sobre tasas de

acumulación, descomposición y NPK liberados por la hojarasca de leguminosas perennes, mostró que las hojarasca de todas las leguminosas desaparecieron totalmente antes de los 246 días; mientras que en similar tiempo todavía quedaba en las bolsas abundante cantidad de hojarasca de las diferentes gramíneas (Crespo et al., 2001).

4. Conclusiones

La pastura asociada (rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) cv “Tama”; Trébol rojo (*Trifolium pratense*) cv “Quiñequeli” y alfalfa (*Medicago sativa*) cv “SW8210”) sembrada con 50,0 kg.ha⁻¹ de arveja, se estableció adecuadamente, expresadas en porcentajes mayores al 90% en la composición botánica y producciones razonables de materia seca (MS).

Las poblaciones de plantas de arveja, evaluadas un mes después de la siembra fueron directamente proporcionales a las densidades de siembra (de 15,0 a 57,0 plantas m⁻²).

La composición botánica (%) al final del establecimiento, alcanzó porcentajes cercanos al 100 % sembrando arveja con pasturas, mientras que la siembra de pasturas sola, alcanzó el 53%.

La siembra de 50,0 kg.ha⁻¹ de arveja con pastura es la más adecuada para el establecimiento de la pastura, por el control de la maleza, el aporte de materia orgánica al suelo (hojas y tallos) y el incremento de la fertilidad de los suelos por el nitrógeno simbiótico.

La producción de materia seca acumulada en tres rebrotes de la pastura sembrada con 50,0 kg.ha⁻¹ de arveja en el establecimiento fue ligeramente inferior a lo producido por la pastura sola y la siembra de pastura con 25,0 kg.ha⁻¹. Estos dos últimos aparentemente fueron superiores por la cantidad de materia seca producida solo en el primer rebrote,

El cv Tama, disminuyó ligeramente o se mantuvo en la composición botánica (%) a través de los rebrotes. Esta composición botánica fue disminuyendo en la Alfalfa. Y, en el Trébol rojo fue incrementado.

Para mejorar el conocimiento de la siembra de arveja con pasturas y ofrecer a los productores, debe evaluarse nuevas opciones forrajeras (especies, variedades etc.) y determinar su tolerancia a los efectos de la sombra proporcionada por la arveja durante el establecimiento. El manejo no debe basarse en sembrar pocas opciones forrajeras de gramíneas y leguminosas forrajeras, así como la variedad de arveja “Remate”.

ORCID

J.D. Rojas-Egoavil  <https://orcid.org/0000-0003-4776-8060>

Referencias bibliográficas

- Alonso, J.; Febles, G.; Ruiz, T.E.; Achang, G. 2006. Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de leucaena-guinea durante sus diferentes etapas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 40(4): 503-511.
- Blanco, Y. 2016. El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales* 37(4): 34-56.
- Bojórquez, C.; Rojas, J.; Ordóñez, H. 2015. Pastos cultivados en el valle del Mantaro. Fondo Editorial Universidad Nacional Mayor de San Marcos. CEPREDIM-UNMSM. Lima, Perú. 147 pp.
- Castro, R.; Hernández, H.; Vaquera, J.; De la Paz Hernández, A.; Quero, J.; Enriquez, P.; Martínez A. 2012. Comportamiento productivo de asociaciones de gramíneas con leguminosas en pastoreo. México. *Rev. fitotec. mex* 35(1): 87-95.
- Chung, H.G.; Zak, DR.; Reich, PB.; Ellsworth, DS. 2007. Plant species richness, elevated CO₂, and atmospheric nitrogen deposition alter soil microbial community composition and function. *Global Change Biology* 13: 980-989.
- Cong, W-F.; Hoffland, E.; Long, L.; Six, J.; Sun, JH.; Bao, XG.; Zhang FS.; Van der Werf, W. 2014. Intercropping enhances soil carbon and nitrogen. *Global Change Biology* 21(4): 1715-1726.
- Crespo, G.; Ortiz, J.; Pérez, A.; Fraga S. 2001. Tasas de acumulación, descomposición y NPK liberados por la hojarasca de leguminosas perennes. *Rev. cubana Cienc. Agríc.* 35: 39-44.
- Diario Gestión. 2017. Legumbres. ¿Cuánto se produce en Perú y en qué regiones?. Grupo El Comercio. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/legumbres-produce-peru-regiones-146863-noticia/>
- Díaz, A.; Bonilla, MA.; Ríos, O.V. 2004. Competencia entre pastos exóticos y plantas nativas: Una estrategia para la restauración del bosque altoandino. *Acta Biol. Colomb.* 9: 103.
- Druille, M.; Deregibus, V.; Garbulsky, M. 2017. Controles ambientales del crecimiento de alfalfa (*Medicago sativa L.*) a lo largo de un gradiente climático y edáfico. *Agriscientia* 34(2): 13-23.
- Faiguenbaum, H. 1993. Cultivo de Arveja. En: H. Faiguenbaum (ed.) *Curso: Producción de leguminosas horticolas y maíz dulce*. P:U: Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Dept de Ciencias Vegetales. Santiago de Chile: 1-23.
- Faris, M.A. 1987. Species variation in the fixation and transfer of nitrogen from legumes to associated grasses. *Plant and Soil.* 98, Agriculture Canada, Plant Research Center, Ottawa, Ontario Canada. 265-274.
- Fornara, D.A.; Tilman, D.; Hobbie, S.E. 2009. Linkages between plant functional composition, fine root processes and potential soil N mineralization rates. *Journal of Ecology* 97: 48-56.
- Hector, A.; Beale, A.J.; Minns, A.; Otway, S.J.; Lawton, J.H. 2000. Consequences of the reduction of plant diversity for litter decomposition: Effects through litter quality and microenvironment. *Oikos* 90: 357-371.
- Insumos y Factores Asociados a La Producción Agropecuaria. 2015. El cultivo de Arveja en Colombia. EDANE. Boletín mensual Num.33. Colombia.
- Kejia Pang, W.; Van Sambeek.; Nadia, E.; Navarrete – Tindall.; Chung - Ho Lin Shibu J.; Garrett H. 2017. Responses of legumes and grasses to non- moderate, and dense shade in Missouri, USA. I. Forage yield and its species-level. plasticity. *Agroforestry Systems*. Pp.1-14.
- Knops, JMH.; Wedin D.; Tilman D. 2001. Biodiversity and decomposition in experimental grassland ecosystems. *Ecologies* 126: 429-433.
- Korner, C. 2013. *Plant-Environment Interactions*. Institute of Botany, University of Basel, Basel, Switzerland. Pp.1065-1166.
- Kumar, B.; George,S.; Suresh, T. 2001. Fodder grass productivity and soil fertility changes under four grass+tree associations in Kerala, India *Agroforestry Systems* 52(2): 91-106.
- McKenna, P.; Nicola, C.;Dooley, J. 2018. The use of red clover (*Trifolium pratense*) in soil fertility-building. *Field Crops Research* 221: 38-49.

- Mannetje, L.; Haydock, K. 1963. The dry-weight-Rank-Method for Botanical Analysis of Pasture. *J. Br. Grass Soc.* 18: 268-275.
- Montes, C.; Castro, R.; Aguilar, B.; Sandoval, Solís.; Myrna. 2016. Acumulación estacional de biomasa aérea de alfalfa Var. Oaxaca criolla (*Medicago sativa* L.). *Revista Mexicana de ciencias pecuarias* 7(4): 539-552.
- Montpetit, J.M.; Coulman, B.E. 1991. Responses to divergent selection for adventitious root growth in red clover (*Trifolium pratense* L.). *Euphytica* 58(2): 119-127.
- Ordoñez, H.; Bojórquez, C. 2011. Manejo del establecimiento de pasturas para zonas alto andinas del Perú. Ed. CONCYTEC: Lima-Perú.
- Paredes, M. 2013. Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.
- Quispe, H. 2018. Evaluación productiva de dos variedades de Arveja (*Pisum sativum* L.) con sistemas de tutorado en la localidad de Mayabaya-Provincia Larecaja. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Bolivia. Bolivia
- Ratnadass, A.; Fernández, P.; Avelino, J. 2012. *Agron. Sustain. Dev.* 32: 273.
- Rojas, J. 2017. La arveja como cultivo temporal para el establecimiento de una pastura de gramíneas y leguminosas. Tesis para optar el Grado de Magister. Escuela de Post Grado Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 58 pp.
- Rojas, J.; Soplin, H.; Bojórquez, C.; Ordoñez, H. 2018. Garden Pea used as a temporary crop to establish grass and legumes pastures: Effect on weed botanical composition. *Peruvian Journal of Agronomy* 2(1): 15-19.
- Ruiz, T.E.; Castillo E, Alonso J.; Febles G. 2006. Factores del manejo para estabilizar la producción de biomasa con leguminosas en el trópico - Avances en Investigación Agropecuaria. Instituto de Ciencia Animal. Cuba.
- Sánchez, S.; Crespo, G.; Hernández, M.; García, Y. 2008. Factores bióticos y abióticos que influyen en la descomposición de la hojarasca en un pastizal. *Pastos y Forrajes* 31(2): 99-118.
- Scherer-Lorenzen, M. 2008. Functional diversity affects decomposition processes in experimental grasslands. *Funct Ecol* 22: 547-555.
- Van Minnebruggen, A.; Roldan-Ruiz, I.; Van Dingenen, J.; Van Bockstaele, E.; Rohde, A.; Cnops, G. 2013. Morphological and Molecular Characterization of Branching in Red Clover (*Trifolium pratense*). In: Barth S., Milbourne D. (eds) Breeding strategies for sustainable forage and turf grass improvement. Springer, Dordrecht.
- Volenc, J.J. 1999. Physiological Control of Alfalfa Growth and Yield. In: Smith D.L., Hamel C. (eds) Crop Yield. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Wyse, D.L. 1994. New technologies and approaches for weed management in sustainable agriculture systems. *Weed Technology* 8: 403-407.
- Zak, D.; Holmes, W.E.; White, D.C.; Peacock, A.D.; Tilman, D. 2003. Plant diversity, soil microbial communities, and ecosystem function: Are there any links? *Ecology* 84: 2042-2050.