

Trabajo Final de Graduación

Modalidad Pasantía

Título:

“Evaluación de la producción de biomasa aérea de *Vicia Villosa Roth*”

Alumno: Edgardo Luis Rodríguez.

Docente asesor: Ing. Agr. (Mgter) Miriam Porta.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

ÍNDICE:

1	INTRODUCCIÓN:	3
2	OBJETIVOS:	5
	2.1 OBJETIVO GENERAL:.....	5
	2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	5
3	LUGAR DE TRABAJO:	5
4	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS REALIZADAS:	6
	4.1 PREPARACION DEL TERRENO y MARCACIÓN DE LAS PARCELAS: .	6
	4.2 PESAJE, INOCULACION DE LA SEMILLA Y SIEMBRA:	7
	4.3 CONTROL DE MALEZA	9
	4.4 PORCENTAJE DE COBERTURA:	11
	4.5 COSECHA DEL FORRAJE:	13
	4.6 MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO:	17
	4.7 CALIDAD NUTRITIVA:.....	19
	4.8 NODULACIÓN DE LAS RAICES:.....	21
5	CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES:	23
6	OPINION DEL ASESOR: ¡Error! Marcador no definido.	
7	AGRADECIMIENTO:	24
8	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:	25

1 INTRODUCCIÓN:

En el nordeste argentino, los pastizales constituyen un importante recurso forrajero para la ganadería (Tomei, 1995). Sus principales limitantes son el déficit forrajero invernal y la baja calidad nutritiva. En amplias regiones se agrega, además, el bajo contenido de **fósforo** en el suelo y, consecuentemente, en el forraje. Tal deficiencia impide la adecuada implantación de leguminosas templadas, que en los trópicos representan el recurso forrajero con mayor potencial para aumentar la producción animal (Skerman, 1992).

Las leguminosas forrajeras constituyen un valioso recurso para la producción ganadera, debido a que aportan proteína a la dieta de los animales, además de contribuir al mejoramiento del suelo. En nuestra zona, son pocas las leguminosas que producen forraje durante el período otoño-invierno-primaveral, debido a que las escasas lluvias, bajas temperaturas y además la deficiencia de **fósforo** en los suelos de nuestra región es una limitante para la incorporación de las leguminosas templadas. La posibilidad de disponer de algunas especies o cultivares de esa familia, resulta una alternativa para incrementar, tanto la cantidad como la calidad del forraje, en el período de mayor restricción alimenticia.

Entre las leguminosas que producen durante ese período, en condiciones de secano, está el género *Vicia*, con varias especies de interés forrajero, una de ellas es *Vicia villosa* Roth. Las *Vicias* en general se caracterizan por su abundante producción de pasto durante el período invernal y principios de primavera. Son plantas anuales, es decir que, una vez que caen las semillas, la planta muere y son las semillas las que permanecen en el suelo y germinan al año siguiente cuando las condiciones son adecuadas. Esta gran capacidad de resiembra las hace persistentes en el tapiz. Son de fácil establecimiento y rápido crecimiento. Tienen un alto valor nutritivo y disminuyen los problemas de hipocalcemia, que es un bajo contenido de calcio en los animales a pastoreo (Maddaloni, 1993).

La especie que se utilizó en este trabajo fue *V. villosa* Roth, de siembra otoñal, y es utilizada a fines del invierno, principio de primavera. La densidad de siembra es de 30 kg.ha⁻¹ si es pastura pura y de 20 kg.ha⁻¹, mezclada con otros pastos. Puede sembrarse en líneas o al voleo (Brizuela, 2002).

La *V. villosa* es una planta herbácea anual de estación fría, postrada cuando es joven de 30 a 70 cm de altura, luego cuando avanza su estadio fenológico puede llegar trepando hasta el 1,5 m. Además, tiene un crecimiento inicial postrado y lento; pero al estado de planta adulta y en crecimiento activo, los tallos trepadores y los zarcillos le confieren una alta capacidad de competencia que le permiten reducir el desarrollo normal de las malezas.

Esta especie tiene un sistema de raíz pivotante poco profundo con fuertes raíces adventicias laterales. Tallo finamente estriado, pubescentes, de hasta 2 metros de longitud. Hojas pinnadas con zarcillos terminal ramificado. Los folíolos peludos de 12 a 20 alternos o casi



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

opuestos, estrechamente oblongos, obtusos y mucronados de 10 - 25 mm de largo, 4 - 8 mm de ancho, peciolo de 1-2 mm de largo, estipulas con lóbulos basales estrechos. Inflorescencias racimosas de 7 cm de longitud sobre un pedúnculo de 6 cm, axilar y denso con 10-30 flores, secundarios, pubescente en el capullo. Las flores de 10 - 18 mm de longitud, cáliz irregular, el tubo de 2,0 - 4,0 mm de longitud, corola rosa violácea, estandarte y alas púrpura claro, a veces rosa o blanco. Fruto es una vaina oblonga-romboidal de 20 - 30 mm de largo, 7 - 10 mm de ancho, con pico cubierta de pelos, son dehiscente a la madurez con 5-8 semillas, estas semillas son globulares a comprimidas de 3 - 5 mm de diámetro, color marrón negruzcas con moteado oscuro.

La *V. villosa* se utiliza para pastoreo directo o heno. Puede consociarse con gramíneas forrajeras de crecimiento estival (por ejemplo: Pasto horqueta, *Dicantio*), que en invierno tienen muy baja calidad, o con gramíneas invernales (como avena, centeno o cebada), aumentando la producción y mejorando el valor nutritivo del forraje ofrecido a los animales. También se puede utilizar como abono verde con el objetivo de mejorar el suelo (Maddaloni, 1993).

La tolerancia a condiciones de escasas precipitaciones (300 mm), temperaturas bajas, plagas y enfermedades le permiten desarrollar mayor follaje y producir un elevado rendimiento de materia seca durante el periodo invernal. También se destaca, por presentar una elevada calidad del forraje representada por un contenido de proteína bruta (PB) de 31,4 - 21,5 % y una digestibilidad de 69,80 - 60,1% (Treviño y Caballero, 2011).

Generalmente, la *V. villosa* se asocia con suelos arenosos y regímenes semiáridos/subhúmedos; sin embargo, en los últimos años se ha empezado a utilizar también en la zona núcleo. La época de siembra de este cultivo adquiere relevancia desde el punto de vista del potencial productivo. Por lo general, son recomendables las fechas tempranas, tanto para cubrir el suelo como para estimular su crecimiento de otoño y fomentar la competencia con malezas (Teasdale et al. 2007). Durante el período inicial, el crecimiento de *Vicia* es muy lento, ya que su evolución en el otoño está condicionada por las bajas temperaturas. Esta circunstancia se acentúa aún más en invierno, aunque no afecta el desarrollo de raíces (Sustainable Agriculture Network, 1998). A fines de la estación invernal, las temperaturas cálidas favorecen la acumulación de MS de *Vicia* (Clark et al. 1995, Sainju et al. 1997). En la primavera, el crecimiento se incrementa rápidamente y la tasa de acumulación de MS es muy alta (Renzi y Cantamutto 2007 y 2008, Vanzolini et al. 2010). *V. villosa* posee un ciclo de crecimiento de tipo indeterminado, por lo cual es frecuente encontrar cultivos en floración avanzada que aún tienen tallos vegetativos. Esta característica, promueve la acumulación de MS aún en estados reproductivos, a diferencia de *V. sativa*, de ciclo determinado. El crecimiento indeterminado de *V. villosa* puede ser una característica deseable bajo condiciones climáticas desfavorables.

2 OBJETIVOS:

2.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la producción de biomasa aérea por hectárea (kg MS.ha^{-1}) de *Vicia villosa* Roth como verdeo de invierno.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Realizar prácticas profesionales en implantación de una leguminosa invernal.
- 2) Adquirir conocimiento sobre el manejo de la pastura invernal.
- 3) Realizar prácticas de muestreos, cortes y determinación de rendimiento de *V. villosa* Roth.

3 LUGAR DE TRABAJO:

El trabajo se realizó en el Campo Didáctico y Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNNE), ubicado sobre la Ruta Nacional 12 km 1031. ($27^{\circ}28'29''\text{S}$ - $58^{\circ}46'58''\text{W}$) 719m.

El suelo en donde se encontraban las parcelas de *V. villosa* está clasificado como Udipsamment árgico, mixta, hipertérmica (Soil Survey Staff, 1990), perteneciente a la Serie Ensenada Grande (Escobar et al., 1994). Estos suelos se encuentran dentro de los albardones, depresiones y plano de la terraza entre el Arroyo Riachuelo y el Arroyo Sombrero (Escobar et al., 1994). Presentan una granulometría gruesa en superficie, de colores pardo a pardo rojizo en los horizontes subyacentes, son profundos (> 100 cm.), masivos, muy friables y mediano a débilmente ácidos en el horizonte A. Esta serie representa a los suelos de las lomadas rojizas, del cordón arenoso de Capital - Itatí, correspondientes a sedimentos redepositados, en su segundo ciclo de evolución, sobre un suelo enterrado, del mismo origen, provenientes de sedimentos lateríticos del escudo brasileño. Son las áreas de mayor altura, de ahí que sean muy utilizadas para agricultura, fruticultura y horticultura, con características de minifundio y para forestación. El relieve es suavemente ondulado, con pendientes de 1 a 1,5 % entrecortado por caños de drenaje, pequeños esteros e innumerables lagunas de pequeñas y grandes dimensiones. Son suelos de excelentes condiciones físicas, pero con baja fertilidad natural. Poseen bajos tenores de materia orgánica (en general no llega al 1 %) y de

bases de cambio (0,44 a 7,60 m.e.q.). Su baja fertilidad natural y susceptibilidad a la erosión, ubica a estos suelos en Subclase II e y III e (Escobar et al., 1994). Las condiciones climáticas de la Prov. de Corrientes, con lluvias abundantes y altas temperaturas, someten a los suelos a una continua edafización que induce a la formación de suelos ácidos, reflejados en sus horizontes eluviales y en los subyacentes.

4 DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS REALIZADAS:

- Preparación del terreno.
- Pesaje e inoculación semillas de *V. villosa* con bacterias fijadoras de N específicas para la especie.
- Marcación de las parcelas.
- Siembra. La siembra se realizó en forma manual al voleo.
- Medición del porcentaje de cobertura de la sp.
- Control de malezas
- Cosecha de forraje: se realizaron tres para determinar la producción de biomasa.
- Medición de rendimientos y calidad nutricional.
- Una vez finalizada el ciclo del cultivo se tomarán muestras de raíces para verificar la nodulación de la leguminosa.

4.1 PREPARACION DEL TERRENO y MARCACIÓN DE LAS PARCELAS:

La preparación del terreno se llevó a cabo el día 20/4/2021 a través de dos pasadas de rastra de discos para la remoción del suelo y posteriormente una rastra de dientes para lograr un suelo más mullido y parejo lo que permite obtener una buena cama de siembra.

Luego de la preparación del terreno, el día 6/5/2021 se marcó las parcelas a través del uso de estacas de madera y sogas, donde se delimitó al tamaño de las parcelas de 2x5 metros, de ancho y largo respectivamente. La cantidad de parcelas que se realizaron fueron 3 (**Fotos N°1, 2, 3**).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Foto N°1: Estaqueo de parcelas.



Foto N°2: Medición de parcelas.



Foto N°3: Marcación y armado de las parcelas.

4.2 CALCULO DE DENSIDAD DE SIEMBRA, INOCULACION DE SEMILLAS Y SIEMBRA:

La inoculación de la semilla de Vicia es importante para asegurar la presencia de la cepa específica de la bacteria en la rizósfera de la planta. Si bien es probable la existencia de cepas nativas en el suelo, éstas suelen ser ineficientes en la fijación de N. El proceso de inoculación consiste en mezclar el inoculante con la semilla, agregando, además, un poco de agua y azúcar, para favorecer la adherencia del producto al tegumento de la semilla. La Vicia, es nodulada por *Rhizobium leguminosarum biovar viciae* (Mutch y Young, 2004).

A pesar de que *Rhizobium* es un habitante común en los suelos agrícolas, frecuentemente su población es insuficiente para alcanzar una relación benéfica con la leguminosa, o bien



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

cuando los rizobios nativos no fijan cantidades suficientes de N_2 para las leguminosas, es necesario inocular la semilla a la siembra y asegurar la fijación biológica del N_2 (Vanzollini y Galantini, 2013). En aquellos lotes donde nunca se ha sembrado Vicia, es conveniente la inoculación en el primer año (Labarthe y Pelta, 1971), debido a que la falta de una buena nodulación reduce el crecimiento, la fijación de nitrógeno y el rendimiento (Seymour et al., 2003). La actividad de fijación simbiótica está regulada por la disponibilidad de N inorgánico en el suelo. Según Rochester y Peoples (2005), de la acumulación total de N en la biomasa de Vicia, 75 al 90% deriva de la fijación biológica de N. Para una amplia diversidad de condiciones ambientales se halló que *V. villosa* acumula aproximadamente 36 kg N ha⁻¹ por tn de MS.

Luego de la marcación de las parcelas el día 7/5/2021, se procedió al pesaje de las semillas, posteriormente a eso la inoculación de las semillas se hizo con un producto comercial marca “Masfertil”, el inoculante en forma de turba se mezcló con agua y azúcar, para luego agregar las semillas asegurándose que éstas queden impregnadas con la turba. Las semillas se dejaron orear a la sombra hasta la siembra. Este procedimiento fue llevado a cabo dos horas antes de la misma. **Foto N°4 (a,b,c,d).**



Fotos N° 4: a) Pesaje de semillas. b) Inoculante usado. c) Inoculación.



d: Oreado de semillas inoculadas.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

La siembra se realizó el día 7/5/2021, época ideal para la implantación de la especie. La densidad utilizada para la Vicia fue de $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, lo que nos arrojó una relación de 30 grs/parcelas (0,03 kg) para la dimensión de 2x5 metros.

La siembra de las parcelas fue en forma manual y al voleo. Previo a la siembra se realizó un emparejamiento del terreno para garantizar una cama de siembra uniforme, las herramientas que se utilizaron para dicha tarea fueron azadas y rastrillos de manos. **Fotos N°5: (a, b).**



Fotos N° 5: a) Siembra al voleo. b) Herramientas de mano, azadas y rastrillos.

4.3 CONTROL DE MALEZA:

Debido al lento crecimiento inicial de las vicias, las malezas otoño-invernales pueden complicar la implantación y reducir la producción forrajera precoz (Seymour et al. 2003, Mohammadi 2010). Durante la implantación, las estrategias de manejo para disminuir la incidencia de malezas deben orientarse a lograr la cobertura temprana del suelo y limitar el crecimiento de las especies susceptibles al sombreado (Anugroho et al. 2009, Murungu et al. 2010, Gigón et al. 2011). Superada la implantación, el cultivo inicia un período de intensa acumulación de biomasa aérea, que se manifiesta incluso con una baja densidad de cultivo. Las malezas pueden disminuir entre 40 a 90% la biomasa o la cobertura de la Vicia (Teasdale 1993, Steinmaus et al. 2008, Anugroho et al. 2009). Sin embargo, cuando la acumulación de biomasa aérea de Vicia es superior a 4000 kg ha^{-1} , equivalente a más del 90% de cobertura, se deprime el crecimiento de las malezas. A pesar de ello, algunas malezas de porte erecto, de rápido crecimiento y adaptadas al sombreado, pueden desarrollarse debajo y entre el



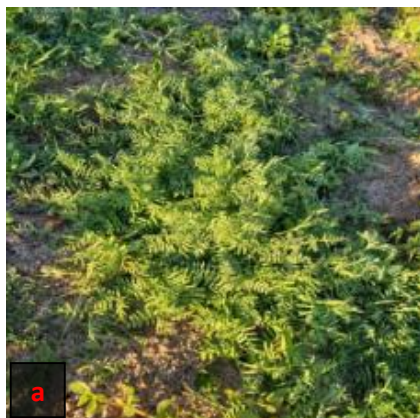
Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

follaje de la Vicia. Ello generalmente ocurre durante el período comprendido desde pre-floración hasta la madurez del cultivo (Kitis et al. 2011). Para *V. villosa* se observó que con $45 \pm 14\%$ de cobertura, las malezas no afectaron la producción forrajera. Ello se explicó por la capacidad trepadora de la Vicia, debido a la presencia de zarcillos, que facilitan que pueda trepar sobre las malezas y aprovechar el espacio aéreo. También se ha observado que algunos compuestos alelopáticos pueden limitar el desarrollo de otras especies (Sans Serra y Altieri, 2003, Charles et al. 2003).

Una vez sembrada la *V. villosa*, el día 16/6/2021 se realizó en conjunto las actividades de control de malezas. La metodología utilizada en el caso de control de malezas fue el método de control mecánico/manual, es decir simulando la implementación de herramientas agrícolas, a través del uso de azadas y escardillo de manos entre los manchones de malezas que había en el medio del cultivo de Vicia, este método de control de maleza fue utilizado debido a las dimensiones de nuestras parcelas por la facilidad de la operación. Esta operación de control mecánico se repitió durante el ciclo de las pasturas a diferentes intervalos de tiempo haciendo un seguimiento de las malezas a lo largo de nuestro ensayo, estos controles se realizaron en las fechas 23/6/2021, 30/6/2021 y 26/7/2021, momento en que la pastura logro cubrir las superficies de los lotes en toda su extensión dejando de ser necesario el control de malezas. **Fotos N° 6 (a ,b, c, d, e).**





Fotos N°6: a y b) Parcelas antes del control de malezas. c y d) Parcelas después del primer control malezas. e) Parcelas después del último control de malezas el día 26/7/2021.

4.4 PORCENTAJE DE COBERTURA:

En cuanto a la metodología utilizada para el porcentaje de cobertura, se empleó en este caso un marco muestreador de 50 x 50 cm equivalente a 0,25 m² (**Foto N° 7**), el cual se arrojaba en nuestras parcelas de formar azarosa y se determinaba el parámetro estudiado de manera visual. Se observa el área que cubre la pastura dentro del marco y los valores se registran en tablas. Se realizaron tres repeticiones por parcelas.

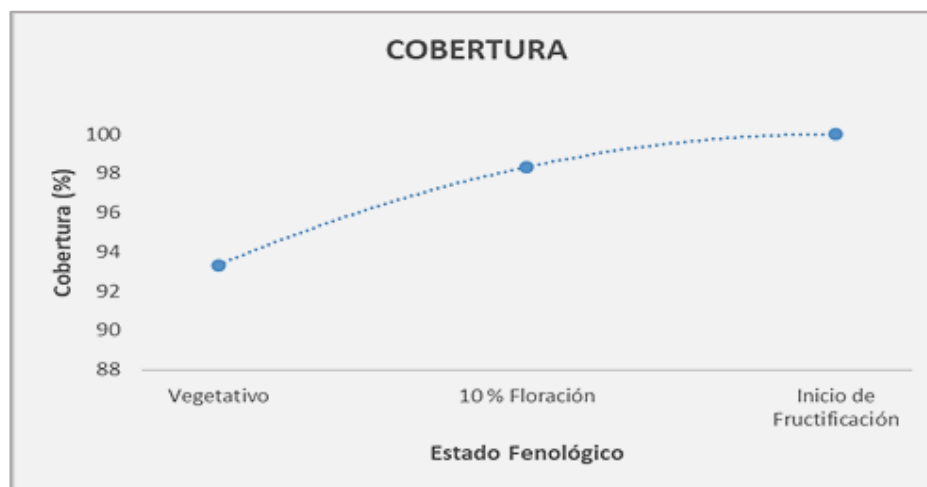


Foto N°7: Marco muestreador utilizado (50 x 50 cm).

Lo que pudimos observar en nuestro trabajo fue un lento crecimiento inicial de la especie es decir en la etapa germinación-emergencia, lo que nos llevó a tener que realizar un control mecánico para bajar la presión de las malezas y así poder darle tiempo a nuestra Vicia de competir e ir aumentando su porcentaje de cobertura. Esta lenta competencia inicial a las malezas le atribuimos a que en la fecha que realizamos la siembra el día 7/5/2021 estábamos en un periodo de sequía ambiental con poca humedad en el perfil que la perjudico, debido a que generalmente el poder germinativo de las Vicias es elevado, cercanos al 90-95 % (Seymour et al. 2003). También siembras tardías de mayo a julio, reducen la producción de biomasa durante principio de la primavera, a causa de las bajas temperaturas iniciales que reducen la tasa de crecimiento (Iglesias y Lloveras 1998, Guldan y Martín 2003, Bingol et al. 2007).

A medida que fue transcurriendo el estado fenológico de la pastura desde la siembra hasta la evaluación de esta variable pasaron más o menos unos 90 días, se pudo evidenciar que el porcentaje de cobertura sobre el suelo aumentó a través del tiempo, pasando de 93,33% (vegetativo), 98,33% (10% de floración) y 100% de cobertura (inicio de fructificación) en los cortes respectivo (**Gráfico N°1**). Lo que manifiesta que la *V. villosa* por sus características agronómicas cubre el suelo considerándola muy buena para cumplir la función de supresión de malezas, evitar tener mucho tiempo el suelo desnudo, controlando la erosión tanto eólica como hídrica, evitar la pérdida de agua del perfil del suelo a través del proceso de evaporación, tiene una rápida producción de biomasa generada debido al hábito rastrero que presenta, tolera bastante los periodos de sequía, se adapta bien a suelos pocos fértiles. Entonces lo que pudimos concluir en referencia a este parámetro, es que a medida que pasó el ciclo de la vicia, ese porcentaje de cobertura fue siendo mayor con una respuesta ascendente en la cubierta del suelo, lo que le da un muy buen atributo para la producción de forraje y también como una alternativa para un cultivo de cobertura o servicio en la actividad agrícola, con todos los beneficios que la caracterizan.

Gráfico N°1: Porcentaje de cobertura de *V. villosa* en distintos estadios fenológicos.



4.5 COSECHA DEL FORRAJE:

La cosecha del forraje fue realizada en las estaciones de crecimiento a través de la metodología de cortes con tijeras de mano y un marco muestreador de 50x50 cm, luego del corte las muestras fueron colocadas en bolsas de papel, rotuladas y llevadas a gabinete para su posterior pesaje y secado.

Para la medición del rendimiento en biomasa se realizaron 3 cortes en distintos estadios fenológicos para así poder observar dicho parámetro. Estos se realizaron a una altura de 10 cm mediante el uso de tijeras manuales. El primer Corte se realizó el día 2/8/2021 momento en que la planta se encontraba en estado vegetativo, el segundo corte fue realizado el día 23/9/2021 donde la planta se encontraba en 10% de floración. El último corte se realizó el día 25/10/2021 cuando la especie se encontraba en inicio de fructificación. **Fotos N°8: (a, b, c, d, e, f, g).**



Foto N°8: a) Marco muestreador y tijeras de mano para el corte del forraje.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Foto N°8: b) Primer corte de la Vicia en estado vegetativo.



Foto N°8: c) vicia en floración



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Foto N°8: d) Parcelas al segundo corte en estado de floración.



Foto N°8: e) Vicia, en estado de floración e inicio de fructificación.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias



Foto N°8: f) vicia fructificando.



Foto N°8: g) Tercer corte de las parcelas, inicio de fructificación.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Cuando la Vicia se utiliza para pastoreo directo, el primer aprovechamiento es dependiente de la fecha de siembra y condiciones ambientales que promuevan un rápido crecimiento. En siembras tempranas es factible realizar el primer corte/pastoreo luego de los 50-65 días desde la emergencia. Las siembras desde mediados de abril a principios de junio incrementan los días hasta el primer aprovechamiento debido a las bajas tasas de crecimiento de la Vicia por efecto de las temperaturas invernales. Desde principios de septiembre las condiciones ambientales favorecen el rápido crecimiento de la Vicia ($100-200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) luego del receso invernal. La duración del pastoreo se puede extender hasta los 120-160 días dependiendo de las condiciones del cultivo y sistema de rotación. Durante la primavera la capacidad de rebrote y crecimiento se reduce desde prefloración a inicio de floración en ambas Vicias, intensificándose bajo estrés hídrico (Qamar et al. 1999). Dependiendo del genotipo la fase de inicios de floración puede ocurrir desde fines de septiembre para algunos materiales de la *subsp. dasycarpa* y de *V. sativa*, hasta mediados y fines de octubre, en algunos genotipos de la *subsp. Villosa*. En *V. villosa*, con defoliaciones leves en estado vegetativo y bajo condiciones adecuadas de humedad, es probable un rebrote vigoroso con buena recuperación del cultivo (Duke 1981).

4.6 MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO:

En cuanto a esta tarea la metodología utilizada para medir el rendimiento en biomasa de Vicia, al material cosechado anteriormente de nuestras parcelas de estudio fue llevado al laboratorio para pesarlas y obtener el peso de la materia verde (MV) de cada muestra (**Foto N°9**). Luego se colocaron en estufa de tiro forzado a 60°C hasta lograr peso constante del material y transcurrido 48 horas, se pesó para determinar la producción de materia seca (MS).

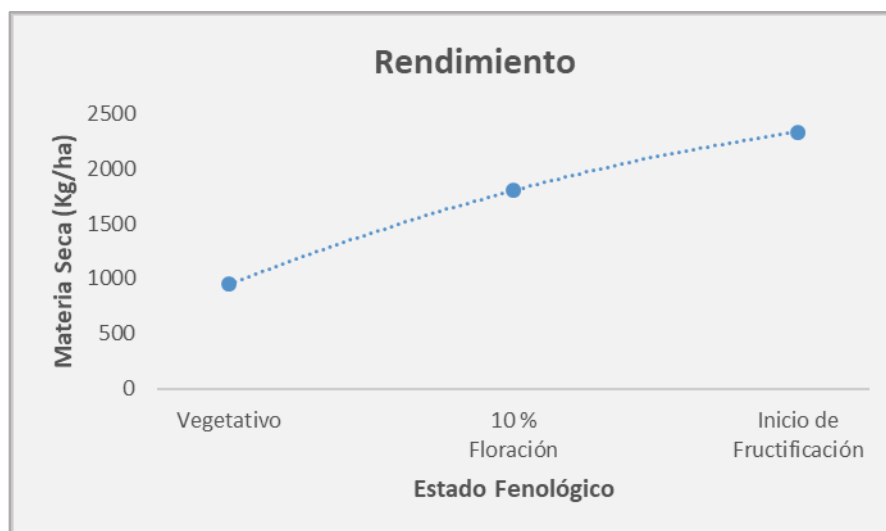


Foto N° 9: Pesaje de las muestras.

En cuanto al rendimiento de Materia Seca (MS) se pudo observar que fue aumentando a medida que el ciclo de la Vicia avanzaba. El primer corte que se realizó el día 2/8/2021 y se obtuvo un rendimiento de 946,67 kg MS ha⁻¹, el segundo fue el 23/9/2021 arrojando 1800 kg MSha⁻¹ y el tercero y último corte se realizó el día 25/10/2021 donde nos arrojó una cantidad de 2.333,33kg MSha⁻¹ (**Gráfico N°2**). Estas diferencias se acentuaron sobre todo en los cortes 2 y 3 en comparación con el primero gracias a las buenas condiciones para el crecimiento de la misma en esos periodos, principalmente referidas a las precipitaciones y temperaturas que fueron buenas para el desarrollo de la pastura en ese lapso tiempo. Referente a la MS acumulada en este trabajo nos arrojó un rendimiento de 5.080 kg MS ha⁻¹.

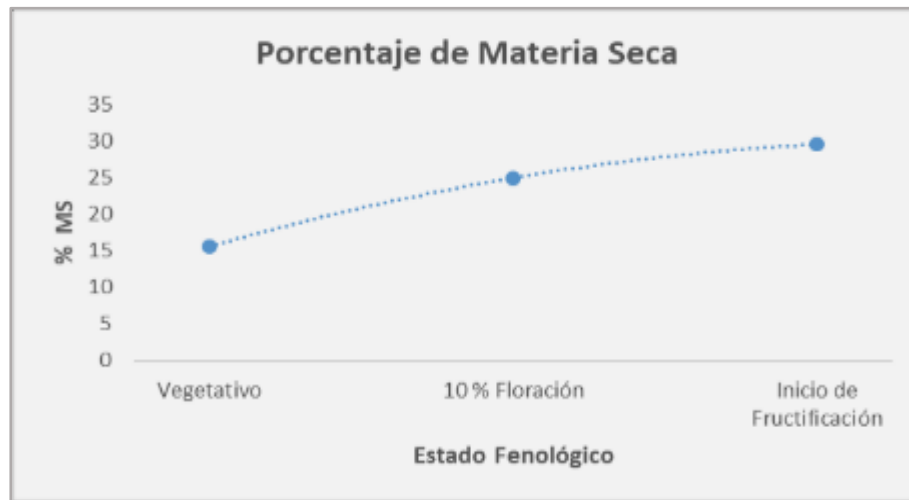
Ensayos conducidos en el sur de Buenos Aires mostraron que la siembra pura de *V. villosa* alcanzó un potencial de 5 t ha⁻¹ en floración (Renzi, 2008), similar al que se obtuvo en el presente trabajo.

Gráfico N° 2: Rendimiento de *V. villosa* (kg MSha⁻¹).



En lo referente al porcentaje de Materia Seca, a medida que fue progresando el ciclo de Vicia, se vio un aumento sustancial de este parámetro en relación a los distintos cortes que se hicieron. Es decir, pasamos del corte 1 con 15,56 % MS (vegetativo), segundo corte de 24,95 % MS (10% Floración), y finalizando el tercer corte se llegó a un valor de 29,54 % MS (inicio de fructificación) (**Grafico N°3**).

Gráfico N°3: Porcentaje de materia seca en distintos estadios fenológicos.



4.7 CALIDAD NUTRITICIONAL:

Referente a calidad nutricional de Vicia, uno de los parámetros que se evaluó fue el contenido de proteína bruta (PB) del forraje. La metodología que utilizamos fue la de análisis foliar. El material vegetal fue molido y del cual se tomaron muestras que fueron pesadas y posteriormente se realizó una digestión nítrica-perclórica, para determinar nitrógeno N (micro-kjeldahl) y proteína bruta (PB) ($N \times 6,25$), (Page et al., 1982).

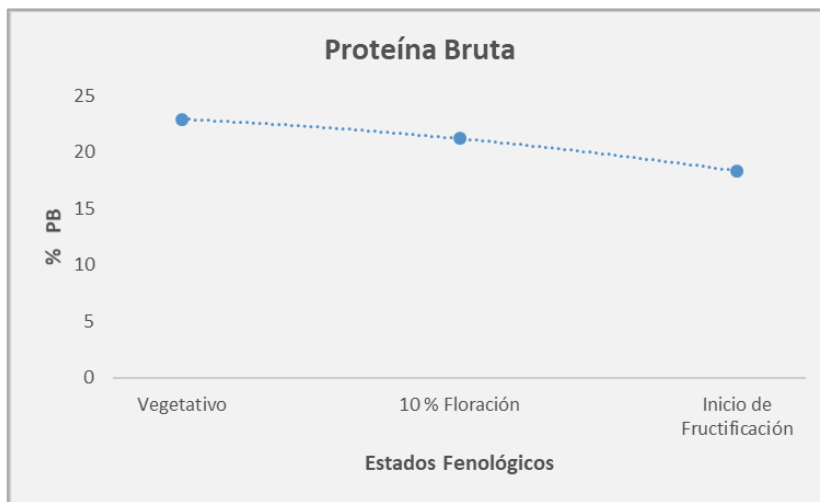
Se pudo medir la calidad del forraje producido por Vicia a través de su contenido de proteína bruta, que a menudo sobrepasa el 20% (Vasiljević et al., 2009). Si la comparamos con la alfalfa (*Medicago sativa*), Vicia posee altos valores de proteína, similares a esta especie y superior a muchas otras leguminosas (Labarthe y Pelta 1971, Fraser et al. 2004).

En nuestro ensayo observamos que el contenido de proteína bruta paso del primer corte (estado vegetativo) con 22,93%, al segundo corte (floración) con un 21,2 %, y al tercer corte (fructificación) nos arrojó 18,32 % al final del ciclo, llegando a esta última fase con una leve disminución del contenido de PB.

Esto concuerda con que el contenido de proteína en el cultivo de Vicia no muestra una caída muy abrupta luego de la floración, a diferencia de un verdeo de avena (Fraser et al. 2004). Posiblemente la elongación de vainas y llenado de granos luego de este periodo compensan la reducción de los niveles de proteína de las partes vegetativas, como tallos y hojas (Balbarrey 2009).

En lo que corresponde entonces al porcentaje de Proteína Bruta (%) en *V. villosa*, se aceptan valores de $23,9 \pm 4,3$ (Heuzé et al. 2012). Por lo que se puede establecer para esta situación que el período adecuado para consumo como forraje sería entre los meses de agosto hasta inicios de octubre, donde el forraje presenta buenos contenidos de PB. Basándonos en esta referencia nuestro trabajo arrojó valores aceptables en el contenido de proteína bruta en nuestra especie estudiada (**Gráfico N°4**).

Gráfico N° 4: Proteína Bruta de *V. villosa* en distintos estadios fenológicos.

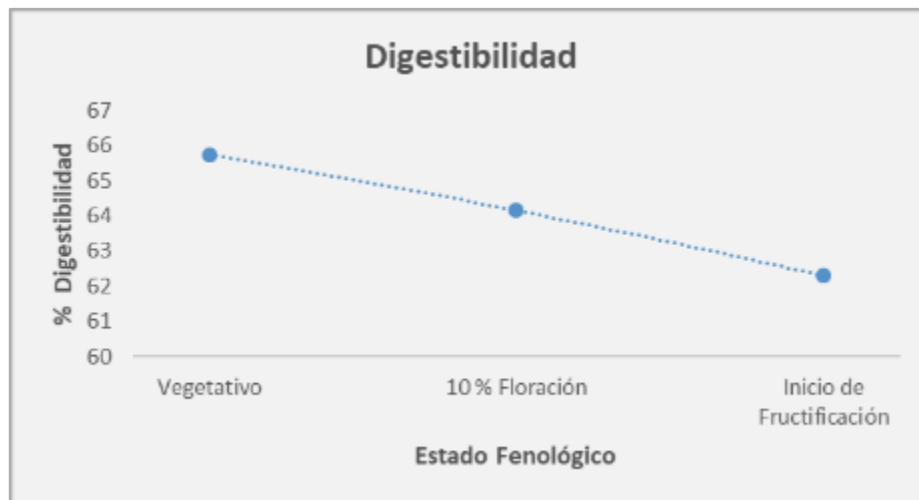


Entonces concluimos que a medida que fue pasando el ciclo de la especie no hubo cambios marcados en el contenido de PB, considerándola como un alimento de valor proteico para nuestra zona.

El otro parámetro de calidad evaluado fue el de digestibilidad del forraje. Para ello la metodología utilizada fue mediante el método de Van Soest (Goering y Van Soest 1970) mediante la obtención de Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Acido (FDA).

La concentración de Fibras Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Acido (FDA) se incrementa levemente a medida que avanza el ciclo del cultivo, por aumento de la proporción de fibra en la pared celular. A medida que se incrementa la FDA disminuye la digestibilidad y el contenido de energía del forraje (Caballero et al.1996). Se observó que al ir aumentando el % de MS va disminuyendo la digestibilidad de ese forraje en todo el ciclo de la pastura, pasando del 65,75%, luego al 64,15% y finalizando con 62,29% en el primer, segundo y tercer corte respectivamente (**Gráfico N°5**).

Gráfico N°5: Digestibilidad de *V. villosa* en distintos estadios fenológico.



Se registró una leve pérdida de digestibilidad de la Vicia a medida que transcurrieron sus distintos estados fenológicos. Según (Heuzé et al. 2012) estaríamos dentro del rango aceptado para nuestra especie de 66,4 %, con esto se vio que el forraje generado fue en aumento, pero la calidad en cuanto digestibilidad disminuyó por el aumento de la concentración de fibra. En base a lo anteriormente expuesto, el periodo óptimo para el pastoreo sería al inicio de floración donde presenta buena calidad de forraje con una buena cantidad de biomasa generada.

4.8 NODULACIÓN DE LAS RAICES:

La inoculación de la semilla de Vicia es importante para asegurar la presencia de la cepa específica de la bacteria en el entorno de las raíces. Si bien es probable la existencia de cepas nativas en el suelo, éstas suelen ser ineficientes en la fijación de N. Para verificar la actividad simbiótica, será necesario extraer plantas al azar dentro del lote, observar las raíces y comprobar la coloración de los nódulos por dentro. Si ésta es rojiza, la fijación de N está siendo efectiva. Debido al bajo costo y a las ventajas se recomienda la inoculación de la semilla de la Vicia dentro de las 24 h previas a la siembra. Las especies de *Rhizobium* no perduran bien en suelos ácidos, siendo recomendable inocular la semilla cada vez que se establezca el cultivo (White et al. 2005). Cultivos bien inoculados pueden fijar entre el 50 al 99% del N requerido, dependiendo de los niveles de N en el suelo (White et al. 2005, Sevimay et al. 2005).



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Al final del ensayo para verificar la nodulación se utilizó la siguiente metodología, se tomaron muestras de plantas al azar en las distintas parcelas por medio de una pala de punta, donde se hicieron cortes en una sección del suelo, a no menos de 15 cm alrededor de la planta y más o menos a 25 cm de profundidad para sacar las plantas completas con un buen pan de suelo que no alteran al sistema radical. Luego se observó tanto las raíces primarias como secundarias para ver la ubicación de esos nódulos formados. Posteriormente, se comprobó la coloración de los mismos determinando su efectividad por dentro a través del corte con bisturí y una lupa de mano. Sí éstas eran rojizas, la fijación de N estaba siendo efectiva (**Foto N°10**).



Foto N° 10: Nodulación de las raíces.

Con relación a la eficiencia simbiótica lo primero que se debe considerar es la ubicación de los nódulos de la raíz, ya que los nódulos implantados en la raíz primaria, cercanos al cuello de la planta, tienen actividad nitrogenasa varias veces superior a los de las raíces secundarias o terciarias, posiblemente como consecuencia de un mayor suministro de fotoasimilados (Racca y Collino, 2006). Lo que se logró en nuestro ensayo fue que los nódulos formados en Vicia estuvieron ubicados en su mayoría en las raíces secundarias. En cuanto a la efectividad de los mismos se vio la coloración típica rojiza, que nos dio una idea de que la fijación biológica del Nitrógeno estaba siendo efectiva sin senescencia de esos nódulos observados. Van de Velde et al. (2006) propuso que el retraso del proceso de senescencia de los nódulos podría tener un efecto benéfico sobre el rendimiento y la calidad de la semilla. Sin duda, esto tendría un impacto favorable en la actividad agrícola, debido a que disminuiría el uso de fertilizante nitrogenado, pero aún no se conoce bien el proceso de senescencia nodular (Fernández-Luqueño y Espinosa-Victoria, 2008).

La poca presencia de esos nódulos en las raíces primarias lo podríamos atribuir a que en ese periodo que duro el ensayo tuvimos un prolongado periodo de sequía en el perfil del suelo,



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

afectando la presencia en esas raíces. Una alternativa buena sería el mejoramiento de plantas y bacterias con mayor resistencia a estrés ambiental que servirá para incrementar el beneficio y la eficiencia en la fijación biológica de nitrógeno en sistemas agropecuarios (Zurbriggen et al., 2008).

5 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES:

Como comentario final, quiero resaltar que este trabajo me ayudo a revisar cuestiones conceptuales que me permitieron comprobar y llevar a la práctica todos los conocimientos previos relacionados con dicha temática, me sirvió para comprobar la adaptabilidad de la especie a la zona y condiciones agroecológicas.

Por ello concluyo, que es importante resaltar que la especie estudiada en este trabajo reúne unas condiciones sobresalientes para ser utilizada en los sistemas ganaderos de nuestra región y sobre todo en los periodos de déficit invernal por su ciclo otoño-invierno-primaveral y por considerarla como fuente proteica en la alimentación de los rumiantes, principal falencia en los pastizales naturales de nuestra zona.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

7 AGRADECIMIENTO:

Deseo mostrar mi sincero agradecimiento a todas las personas sin las cuales este trabajo no había sido posible.

Agradezco a todos aquellos que me acompañaron en estos años de carrera.

A mi familia mis padres por su apoyo integro, afectivo y económico, que fueron mi ejemplo a seguir por la paciencia en todos estos años, a mis hermanos, abuelos, tíos y amigos que estuvieron en este camino que recorrí.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, desde el personal docente al no docente que fue fundamental en la formación como profesional en estos años de estudios en dicha institución.

A mis amigos y compañeros que me dio esta carrera, por hacerme más agradable el pasar de los días.

A mi directora Ing. Agr. (Mgter) Miriam Porta, por guiarme, acompañarme, responder todas mis inquietudes, que me fueron surgiendo en todo este tiempo que duro mi trabajo y, por último, por la colaboración en dicho trabajo, a la Ing. Agr. Claudina Ma Hack y mi compañero y amigo, Fernando Arriola.



8 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

- [1]. Anugroho, F., Kitou, M., Nagumo, F., Kinjo, K. 2009. Effect of the sowing date on the growth of hairy vetch (*Vicia villosa*) as a cover crop influenced the weed biomass and soil chemical properties in a subtropical region. *Weed Biology and Management* 9: 129–136.
- [2]. Balbarrey, G. 2009. Fertilización nitroazufrada en verdeos invernales puros y consociados con vicias y efectos sobre el suelo. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. 166p.
- [3]. Bingol, N.T., Karsli, M.A., Yilmaz, H., Bolat, D. 2007. The Effects of Planting Time and Combination on the Nutrient Composition and Digestible Dry Matter Yield of Four Mixtures of Vetch Varieties Intercropped with Barley. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 31: 297-302.
- [4]. Brizuela, M. A., Tempote, S. y Cid, M.S. 2002. Rendimiento de materia seca y composición mineral de mezclas de verdeos invernales con *Vicia dasycarpa*. Resúmenes 25º Congreso de Producción Animal (AAPA): 225-226.
- [5]. Caballero, R., Rebolé, A., Barro, C., Alzueta, C., Treviño, J., García, C. 1996. Farming practices and chemical bases for a proposed quality standard of vetch-cereal hays. *Field Crops Research* 47: 181-189.
- [6]. Clark, A.J., Decker, A.M., Meisinger, J.J., Mulford, F.R., McIntosh, M.S. 1995. Hairy vetch kill date effects on soil water and corn production. *Agron. J.* 87:579-585.
- [7]. Charles, K.S., Ngouajio, M., Warncke, D.D., Poff, K.L., Hausbeck, M.K. 2003. Integration of cover crops and fertilizer rates for weed management in celery. *Weed Science*, 54:326–334.
- [8]. Duke, J.A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. Nueva York. Plenum Press.
- [9]. Escobar, E.H., Ligier, D.; Melgar, M; Matteio, H.; Vallejos, O. 1994. Mapa de suelos de los Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la Provincia de Corrientes.
- [10]. Fernández-Luqueño, F. y D. Espinosa-Victoria. 2008. Bioquímica, fisiología y morfología de la senescencia nodular: una revisión crítica. *Terra Latinoamericana* 26:133-144.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

- [11]. Fraser, J., Mccartney, D., Najda, H., Mir, Z. 2004. Yield potential and forage quality of annual forage legumes in southern Alberta and northeast Saskatchewan. *Can. J. Plant Sci.* 84: 143-155.
- [12]. Gigón, R., Lageyre, L.E., Vigna, M., López, R. 2011. Fitotoxicidad de herbicidas postemergentes en el cultivo de *Vicia villosa* Roth. *TopCiencia Basf* 177-181.
- [13]. Goering, H.K.; Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Pp. 1-20 in *Agricultural Handbook Number 397*, Washington, D.C., Agricultural Research Service, USDA, 1970.
- [14]. Guldán, S.J., Martin, C.A. 2003. Hairy vetch biomass yield as affected by fall planting date in the irrigated steppe of the Southern Rocky Mountains. *Journal of Sustainable Agriculture* 22:17-23.
- [15]. Heuzé V., Tran G., Baumont R., 2012. Common vetch (*Vicia sativa*). *Feedipedia.org*. A programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <http://www.feedipedia.org/node/239> Last updated on October 25, 2012,17:11.
- [16]. Iglesias, I., Lloveras, J. 1998. Annual cool-season legumes for forage production in mild winter areas. *Grass and Forage Science*, 53: 318-325.
- [17]. Kitis, Y.E., Koloren, O., Uygur, N. 2011. Evaluation of common vetch (*Vicia sativa* L.) as living mulch for ecological weed control in citrus orchards. *African Journal of Agricultural Research* 6:1257-1264.
- [18]. Labarthe, A., Pelta, H.1971. Informe de Vicias. Agencia Cooperativa de Extensión Rural-INTA Tornquist.
- [19]. Maddaloni, J. 1993. Las vicias. *Rev. de la Sociedad Rural de Jesús María*, 78:29-29. En: www.produccionanimal.com.
- [20]. Murungu, F.S., Chiduzza, C., Muchaonyerwa, P. 2010. Biomass accumulations weed dynamics and nitrogen uptake by winter cover crops in a warm-temperate region of South Africa. *African Journal of Agricultural*
- [21]. Mutch, L.A. y J.P.W. Young. 2004. Diversity and specificity of *Rhizobium leguminosarum* biovar *viciae* on wild and cultivated legumes. *Molecular Ecology* 13:2435–2444.
- [22]. Mohammadi, G.R. 2010. Weed control in irrigated corn by hairy vetch interseeded at different rates and times. *Weed Biology and Management* 10:25-32.

- [23]. Page A.L., Miller R.H. y Keeney 1982. Methods of soil analysis, Cap. 2, Chemical and microbiological properties, Second edition, Soil Sci. Soc. Am., Madison, Wisconsin, USA.
- [24]. Qamar, I.A., Keatinge, J.D.H., Mohammad, N., Ali, A., Khan, M.A. 1999. Introduction and management of vetch/barley forage mixtures in the rainfed areas of Pakistan. 1. Forage yield. Australian Journal of Agricultural Research 50:1-9.
- [25]. Racca, R.W. y D.J. Collino. 2006. Bases fisiológicas para el manejo de la fijación biológica del nitrógeno en soja. En: Curso internacional de producción de bio-fertilizantes desde el laboratorio hasta la aplicación en Campo. Memorias. Bogotá, Colombia, Univ. Nac. s.p.
- [26]. Renzi, J.P., Cantamutto, M.A. 2007. Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de forraje de Vicia sativa L. y Vicia villosa Roth. consociada con Avena sativa L. Revista Argentina de Producción Animal. 27(1): 153-154.
- [27]. Renzi, J.P., Cantamutto, M.A. 2008. Producción de forraje de Vicia villosa Roth. y Vicia sativa L. en siembras puras y en mezcla con Avena sativa L. Revista Argentina de Producción Animal 28:412-413. 31° Congreso Argentino de Producción Animal. Potrero de los Funes, San Luis.
- [28]. Renzi, J.P. 2008. Cobertura y producción de biomasa de cultivares y poblaciones de Vicia spp. Revista Argentina de Producción Animal 28:411-412.
- [29]. Rochester, I., Peoples, M. 2005. Growing vetches (Vicia villosa Roth) in irrigated cotton systems: inputs of fixed N, N fertilizer savings and cotton productivity. Plant and Soil 271:251-264.
- [30]. Sainju, U.M., Singh, B.P. 1997. Winter cover crops for sustainable agricultural systems: influence on soil properties, water quality and crop yields. HortScience, Vol. 32 (1)
- [31]. Sans Serra, F.X., Altieri, M.A. 2003. Efecto del tipo de cultivo y de fertilización sobre la abundancia y la diversidad de las malas hierbas y la invisibilidad. Comunicaciones del VI Congreso de SEAE 1633-1644.
- [32]. Semivay, C.s., Albayrak, S., Tongel, M.O. 2005. Effect of Rhizobium inoculation on seed and yield components of common vetch (Vicia sativa L.). Journal Central European Agriculture 3:389-396.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

- [33]. Seymour, M., Siddique, K., Pritchard, I., Brandon, N., Riethmuller, G., Latham, L. 2003. Common vetch production technology. Department of Agriculture, South Perth, Australia. Bulletin 4578 38p.
- [34]. Skerman Pj, Cameron DG, Riveros F. 1992. Leguminosas forrajeras tropicales, Prod & Protec Veget 2: 1-635.
- [35]. Sustainable Agriculture Network. 1998. Managing cover crops profitably. Third edition. Ed.A Clark.
- [36]. Steinmaus, S., Elmore, C.L., Smith, R.J., Donaldson, D., Weber, E.A., Roncoroni, J.A., Miller, P.M.R. 2008. Mulched cover crops as an alternative to conventional weed management systems in vineyards. Weed Research 48: 273-281.
- [37]. Teasdale, J.R., Brandsaeter, L.O., Calegari, A., Skora Neto, F. 2007. Cover crops and weed management. Non chemical weed management. Ed. Upadhyaya, M.K. y Blackshaw, R.E.
- [38]. Teasdale, J.R. 1993. Interaction of light, soil moisture, and temperature with weed suppression by hairy vetch residue. Weed science 41-46-51.
- [39]. Tomei, C.E. 1995. Manejo racional de los campos naturales para mejorar la producción ganadera en la región chaqueña. Ganadería Subtropical. Jornadas internacionales de actualización. 61-66 pp.
- [40]. TREVIÑO, Jesús; CABALLERO, Rafael. Estudio comparado de los rendimientos, composición químico-bromatológica y digestibilidad de las especies Vicia sativa L. y Vicia villosa Roth. Pastos, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 248-256, jun. 2011. ISSN 0210-1270. Disponible en:
<http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/520/523>
 Fecha de acceso: 24 nov. 2021.
- [41]. Van de Velde, W., J.C.P., Guerra, A. de Keyser, R. de Rycke, S. Rombauts, N.Maunoury, P. Mergaert, E. Kondorosi, M. Holsters, y S. Goormachtig. 2006. Aging in legume symbiosis. A molecular view on nodule senescence in Medicago truncatula. Plant Physiol. 141: 711-720.
- [42]. Vasiljević, S., D. Milić y A. Mikić. 2009. Chemical attributes and quality improvement of forage legumes. Biotech. Animal Husbandry, 25:493–504.



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

- [43]. Vanzolini, J.I., Renzi, J.P., Martínez, J.M., Reinoso, O. 2010. Efecto de la fecha de siembra sobre la producción de materia seca y la acumulación de N en *Vicia villosa* Roth. Como cultivo de cobertura. Actas del XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo., Rosario, Santa Fe.
- [44]. Vanzolini, J.I. y J. Galantini. 2013. Cultivos de Cobertura. En: Cap. 10, Vicias: Bases Agronómicas para el Manejo en la Región Pampeana. Ed. Renzi, J.P. pág. 233-250.
- [45]. White, P., Harries, M., Seymour, M., Burgess, P. 2005. Producing pulses in the Northern Agricultural Region. Department of Agriculture Government of Western Australia. Bulletin 4656 132p.
- [46]. Zurbriggen, M.D.; V.B. Tognetti; M.F. Fillat; M.R. Hajirezaei; E.M. Valle y N. Carrillo. 2008. Combating stress with flavodoxin: a promising route for crop improvement. Trends Biotechnol, 26:531-537.