

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA EN
CIENCIAS PECUARIAS**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS

MENCIÓN: PRODUCCIÓN ANIMAL

TESIS:

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN, RESIEMBRA Y FRECUENCIA DE
PASTOREO SOBRE EL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y
QUÍMICA DE LA ASOCIACIÓN RYE GRASS – TRÉBOL BLANCO, EN DOS
PISOS ALTITUDINALES DE CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de

DOCTOR EN CIENCIAS

Presentada por:

M.Cs. ROY ROGER FLORIÁN LESCANO

Asesor:

Dr. ÁNGEL DÁVILA ROJAS

Cajamarca – Perú

2019

COPYRIGHT © 2019 por
ROY ROGER FLORIÁN LESCANO
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS PECUARIAS**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS

MENCIÓN: PRODUCCIÓN ANIMAL

TESIS APROBADA:

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN, RESIEMBRA Y FRECUENCIA DE
PASTOREO SOBRE EL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y
QUÍMICA DE LA ASOCIACIÓN RYE GRASS – TRÉBOL BLANCO, EN DOS
PISOS ALTITUDINALES DE CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de

DOCTOR EN CIENCIAS

Presentada por:

M.Cs. ROY ROGER FLORIÁN LESCANO

JURADO EVALUADOR

Dr. Ángel Dávila Rojas
Asesor

Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal
Jurado Evaluador

Dr. Severino Torrel Pajares
Jurado Evaluador

Dr. Jorge Piedra Flores
Jurado Evaluador

Cajamarca - Perú

2019



Universidad Nacional de Cajamarca

Escuela de Pos Grado

CAJAMARCA - PERU

PROGRAMA DE DOCTORADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

DOCTORADO EN CIENCIAS

MENCIÓN: PRODUCCIÓN ANIMAL

Siendo las once de la mañana del día jueves veintisiete de abril del año dos mil diecisiete, reunido en el auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Comité Científico Evaluador presidido por el Dr. Juan Chávez Rabanal; Dr. Severino Torrel Pajares, Dr. Jorge Piedra Flores, como integrantes del jurado titular; y en calidad de Asesor, el Dr. Ángel Dávila Rojas. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado y el Reglamento del Programa de Doctorado de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la SUSTENTACIÓN de la tesis titulada: **EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN Y FRECUENCIA DE PASTOREO SOBRE EL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y QUÍMICA DE LA ASOCIACIÓN RYE GRASS - TRÉBOL BLANCO, EN DOS PISOS ALTITUDINALES DE CAJAMARCA;** presentada por el M.Cs. ROY ROGER FLORIÁN LESCANO con la finalidad de optar el Grado Académico de DOCTOR EN CIENCIAS, Mención PRODUCCIÓN ANIMAL.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Comité Científico Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó *Aprobación* con la calificación de *Magna Cum Laude (17)* la mencionada Tesis; en tal virtud, el M.Cs. ROY ROGER FLORIÁN LESCANO está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como DOCTOR EN CIENCIAS, Mención PRODUCCIÓN ANIMAL.

Siendo las *1:45 pm.* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Severino Torrel Pajares
Comité Científico Evaluador

.....
Dr. Jorge Piedra Flores
Comité Científico Evaluador

.....
Dr. Juan Chávez Rabanal
Presidente Comité Científico Evaluador

A: mi padre que desde el cielo sigue guiando mis pasos por la senda del bien y es mi ejemplo de vida mi madre, ejemplo de amor, perseverancia y sacrificio por sus hijos. Mi esposa Isabel por su apoyo en mi superación profesional. Mis hijos Roy, Erick y Frank, como muestra de superación, para que superen mis logros

CONTENIDO

Ítem	Página
I INTRODUCCIÓN	01
1.1. Planteamiento del Problema	01
1.2. Hipótesis de Investigación	02
1.3. Justificación	02
1.4. Objetivos	04
II. MARCO TEÓRICO	05
2.1. Antecedentes	05
2.2. Marco Conceptual	06
III. MATERIALES Y MÉTODO	38
3.1. Lugar de Ejecución	38
3.2. Materiales y Equipos	39
3.3. Metodología de Trabajo	39
3.4. Parámetros a Evaluar	42
3.5. Diseño del Experimento	45
3.6. Tratamiento	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1. Efecto de la Fertilización más Resiembra y Frecuencia de Pastoreo sobre el Rendimiento de Rye grass Trébol blanco	51
4.2. Efecto de la Fertilización más Resiembra y Frecuencia de Pastoreo sobre la Composición Florística de Rye grass Trébol blanco	57
4.3. Efecto de la Fertilización más Resiembra y Frecuencia de Pastoreo sobre la Composición Química de Rye grass Trébol blanco	62

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1. Conclusiones	63
5.2. Recomendaciones	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
APÉNDICE	72

ÍNDICE DE TABLAS EN EL TEXTO

	Página
01. Efecto de los Niveles de Fertilización sobre la Eficiencia Agronómica del uso de Fósforo Aplicado	18
02. Tasa de Rendimiento y Producción de Forraje Promedio de las Parcelas en Polloc	47
03. Tasa de Rendimiento y Producción de Forraje Promedio de las Parcelas en Cochán	48
04. Composición Florística de las Pasturas en Polloc	51
05. Composición Florística de las Pasturas en Cochán	52
06. Composición Química Promedio de las Pasturas en Polloc	57
07. Composición Química Promedio de las Pasturas en Cochán	58

ÍNDICE DE FIGURAS EN EL TEXTO

	Página
01. Ciclo del Nitrógeno	07
02. Principales Componentes y Vías de Ingreso y de Pérdida de Nutrientes en Sistemas Pastoriles	10
03. Distribución Estacional de las Tasas de Mineralización del Nitrógeno en Estaciones Marcadas	12
04. Ciclo del Fósforo	14

ÍNDICE DE FOTOS EN EL TEXTO

	Página
1. Parcela experimental y testigo en Polloc	40
2. Parcela experimental y testigo en Cochán	40
3. Jaula de crecimiento de pasto	43
4. Evaluación de la pastura	44

ÍNDICE DE GRÁFICAS EN EL TEXTO

	Página
01. Tasa de Rendimiento y Producción de Forraje Promedio de las Parcelas en Polloc	47
02. Tasa de Rendimiento y Producción de Forraje Promedio de las Parcelas en Cochán	48
03. Composición Florística de las Pasturas en Polloc	52
04. Composición Florística de las Pasturas en Cochán	53
05. Composición Química Promedio de las Pasturas en Polloc	58
06. Composición Química Promedio de las Pasturas en Cochán	59

ÍNDICE DE CUADROS EN APÉNDICE

	Página
01. Tasa de Rendimiento Promedio de las Parcelas en Polloc	73
1.1. ANAVA para la Tasa de Rendimiento en Polloc	73
1.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Tasa de Rendimiento en Polloc	73
02. Tasa de Rendimiento Promedio de las Parcelas en Cochán	74
2.1. ANAVA para la Tasa de Rendimiento en Cochán	74
2.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Tasa de Rendimiento en Cochán	74
03. Producción de Forraje de la Pastura en Polloc	75
3.1. ANAVA para la Tasa de Rendimiento en Polloc	75
3.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Tasa de Rendimiento en Polloc	75
04. Producción de Forraje de la Pastura en Cochán	76
4.1. ANAVA para la Producción de Forraje en Cochán	76
4.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Producción de Forraje Cochán	76
05. Porcentaje de Rye grass de la Pastura en Cochán	77
5.1. ANAVA para porcentaje de Rye grass en Cochán	77
5.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje Rye grass Cochán	77
06. Porcentaje de Rye grass de la Pastura en Polloc	78
6.1. ANAVA para porcentaje de Rye grass en Polloc	78
6.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje Rye grass Polloc	78
07. Porcentaje de Trébol blanco de la Pastura en Polloc	79

7.1. ANAVA para porcentaje de Trébol blanco en Polloc	79
7.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de Trébol en Polloc	79
08. Porcentaje de Trébol blanco de la Pastura en Cochán	80
8.1. ANAVA para porcentaje de Trébol blanco en Cochán	80
8.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de Trébol Cochán	80
09. Porcentaje de kikuyo de la Pastura en Polloc	81
9.1. ANAVA para porcentaje de kikuyo en Polloc	81
9.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de kikuyo Polloc	81
10. Porcentaje de kikuyo de la Pastura en Cochán	82
10.1. ANAVA para porcentaje de kikuyo en Cochán	82
10.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje kikuyo Cochán	82
11. Porcentaje de malezas de la Pastura en Polloc	83
11.1. ANAVA para porcentaje de malezas en Polloc	83
11.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de malezas Polloc	83
12. Porcentaje de malezas de la Pastura en Cochán	84
12.1. ANAVA para porcentaje de malezas en Cochán	84
12.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje malezas Cochán	84
13. Porcentaje de Materia Seca de la Pastura en Polloc	85
13.1. ANAVA para porcentaje de Materia Seca en Polloc	85
13.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de MS en Polloc	85
14. Porcentaje de Materia Seca de la Pastura en Cochán	86
14.1. ANAVA para porcentaje de Materia Seca en Cochán	86

14.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de MS en Cochán	86
15. Porcentaje de Proteína Cruda de la Pastura en Polloc	87
15.1. ANAVA para porcentaje de Proteína Cruda en Polloc	87
15.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de PC en Polloc	87
16. Porcentaje de Proteína Cruda de la Pastura en Cochán	88
16.1. ANAVA para porcentaje de Proteína Cruda en Cochán	88
16.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de PC en Cochán	88
17. Porcentaje de FDN de la Pastura en Polloc	89
17.1. ANAVA para porcentaje de FDN de la Pastura en Polloc	89
17.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de FDN en Polloc	89
18. Porcentaje de FDN de la Pastura en Cochán	90
18.1. ANAVA para porcentaje de FDN de la Pastura en Cochán	90
18.2. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para porcentaje de FDN en Cochán	90

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización más resiembra y la frecuencia de pastoreo sobre el rendimiento, composición florística y química de la asociación Rye grass – trébol blanco en dos pisos altitudinales de Cajamarca se realizó dos experimentos, uno en Polloc, La Encañada y el otro en Cochán, San Miguel, trabajando en parcelas de una hectárea para el testigo y experimento, realizando la resiembra con 10 kg de semilla de Rye grass y 1 kg de semilla de trébol blanco há^{-1} y fertilizando con 10 bolsas de fertiabono (22-10-02 de NPK). La parcela experimental se dividió en 3 sub parcelas de 50 x 66 m siendo pastoreada con períodos de descanso de 35, 50 y 65 días, y la parcela testigo de 70 a 80 días. La tasa de rendimiento promedio de las parcelas experimentales (63.44 kg de MS $\text{há}^{-1} \text{ día}^{-1}$ en Polloc y 67.55 en Cochán) son estadísticamente superiores a las parcelas testigo (9.1 kg de MS $\text{há}^{-1} \text{ día}^{-1}$ en Polloc y 11.1 en Cochán), así como la producción de forraje (11 421 kg de MS há^{-1} en Polloc y 12 152 en Cochán) frente a 1 638 y 1 998 kg de MS há^{-1} . El porcentaje de Rye grass del experimento fue superior (60.89 y 66.4%) al testigo (30 y 58.11%), así como el de trébol: 6.42 y 9.32% frente a 0.55 y 5.91%. El porcentaje de kikuyo del experimento fue inferior (22.89 y 15.7%) al testigo (45.63 y 25.5%), así como el de malezas: 9.79 y 8.53% frente a 23.8 y 10.5%. Los contenidos de MS testigo (25 y 24.3%) son superiores al experimental (20.79 y 21.19%), así como los de FDN: 51.46 y 54.82% frente a 49.61 y 50.56%. Los contenidos de PT experimental (11.13 y 12.35%) son superiores al testigo (9.11 y 10.12%). Se concluye que la fertilización incrementó significativamente el rendimiento y mejoró la composición florística de la pastura.

Palabras clave: fertilización, frecuencia de pastoreo, rendimiento, composición florística.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the effect of the most reseeding fertilization and the frequency of grazing on the yield, floristic and chemical composition of the Rye grass - white clover association on two altitudinal floors of Cajamarca, two experiments were carried out, one in Polloc, La Encañada And the other in Cochán, San Miguel, working on plots of one hectare for the witness and experiment, re-sowing with 10 kg of Rye grass seed and 1 kg of white clover seed há^{-1} and fertilizing with 10 bags of fertiabono (22-10-02 of NPK). The experimental plot was divided into 3 subplots of 50 x 66 m being grazed with rest periods of 35, 50 and 65 days, and the control plot of 70 to 80 days. The mean rate of yield of the experimental plots (63.44 kg of MS $\text{hay}^{-1} \text{day}^{-1}$ in Polloc and 67.55 in Cochán) are statistically higher than the control plots (9.1 kg of MS $\text{hay}^{-1} \text{day}^{-1}$ in Polloc and 11.1 in Cochán), as well as forage production (11,421 kg MS hay^{-1} in Polloc and 12 152 in Cochán) versus 1 638 and 1 998 kg DM hay^{-1} . The Rye grass percentage of the experiment was higher (60.89 and 66.4%) than the control (30 and 58.11%), as well as the clover: 6.42 and 9.32% versus 0.55 and 5.91%. The Kikuyo percentage of the experiment was lower (22.89 and 15.7%) to the control (45.63 and 25.5%), as well as weeds: 9.79 and 8.53% versus 23.8 and 10.5%. The contents of MS control (25 and 24.3%) were superior to the experimental ones (20.79 and 21.19%), as well as those of NDF: 51.46 and 54.82% versus 49.61 and 50.56%. The contents of experimental PT (11.13 and 12.35%) are higher than the control (9.11 and 10.12%). It was concluded that fertilization significantly increased yield and improved floristic composition of pasture.

Key words: fertilization, grazing frequency, yield, floristic composition.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

La base de la alimentación del ganado bovino en Cajamarca lo constituye la asociación Rye grass (*Lolium multiflorum*) ecotipo cajamarquino – Trébol blanco (*Trifolium repens*), cuya producción y composición química, en la mayoría de los casos, no cubre las necesidades nutritivas de los animales, debido fundamentalmente a las malas prácticas de manejo y a las inclemencias del tiempo.

Esta asociación forrajera instalada hace aproximadamente 70 años, no viene siendo manejada adecuadamente, debido al sobrepastoreo, escasa fertilización y resiembra, entre otros, lo que ha ocasionado una notable reducción en la producción, en la proporción de especies deseables y valor nutritivo de las mismas. Aproximadamente, solo el 1% de los productores agropecuarios fertilizan sus pasturas (Vallejos, 2009), pero se desconoce en qué medida éstas prácticas de mantenimiento mejoran su comportamiento productivo el mismo que se expresa en rendimiento de materia seca, composición florística y composición química.

Así mismo se desconoce cuál debería ser la frecuencia de pastoreo más adecuada para alcanzar el óptimo aprovechamiento de las pasturas en el transcurso del año, considerando la época de lluvias y la época de sequía, ya que se ha podido apreciar que las pasturas se utilizan según la necesidad del ganadero, unas veces a una edad muy temprana y otras muy avanzada, por desconocimiento de la variación del valor nutritivo de la pastura, desaprovechando los principios nutritivos importantes como proteína, energía y minerales que se encuentran disponibles en ésta asociación forrajera a una temprana edad; ésta

situación podría explicar la baja productividad de leche (promedio $6.0 \text{ l vaca}^{-1}\text{día}^{-1}$) que se registra en toda la cuenca lechera de Cajamarca (NESTLÉ – PERÚ S.A. 2 009).

1.2. Hipótesis de Investigación

La fertilización, la resiembra y la adecuada frecuencia de pastoreo influyen positivamente en el rendimiento, composición florística y composición química de la asociación Rye grass - Trébol blanco.

1.3. Justificación

Las pasturas cultivadas en general tienen alto rendimiento, buena palatabilidad y considerable valor nutritivo, características suficientes para mantener animales en condiciones óptimas de salud y producción. En Cajamarca, la asociación Rye grass – Trébol blanco, constituye la base de la alimentación del ganado vacuno al pastoreo durante todo el año, pese a ello se conoce que el consumo de esta asociación no satisface los requerimientos nutricionales para producción de las vacas lecheras, debido probablemente a un bajo rendimiento cuantitativo y cualitativo de las pasturas consecuencia de un deficiente manejo de los suelos, fertilizaciones esporádicas y prolongadas frecuencias de pastoreo (Vallejos 2 009).

La fertilización de los suelos con elementos mayores como nitrógeno, fósforo y potasio en los cultivos forrajeros es de vital importancia porque les permite expresar su máximo rendimiento. En una asociación de pasturas con gramíneas y leguminosas como el caso de Rye grass- Trébol blanco, son indispensables el nitrógeno y el fósforo, el nitrógeno por su importancia para el crecimiento y multiplicación de las plantas, es constituyente de la clorofila y las proteínas (Flores y Malpartida 1 988) ; durante el establecimiento de la asociación forrajera se debe aplicar una dosis baja de nitrógeno para ayudar al

crecimiento inicial de las plantas hasta que la leguminosa tenga la suficiente colonización de bacterias del género *Rhizobium* en sus raíces para la fijación del nitrógeno presente en el aire de los poros del suelo y su incorporación a la planta; y para el mantenimiento se puede prescindir del nitrógeno siempre y cuando la leguminosa represente más del 30% de la mezcla (Bernal 1 986), en cambio el fósforo es el macroelemento más importante y limitante en los suelos de la sierra peruana dado que su contenido promedio es bajo y se debe aplicar al suelo en cantidades relativamente altas (Flores y Malpartida 1 988).

El presente trabajo de investigación nos permitirá conocer en qué medida se mejora el rendimiento productivo de la asociación Rye grass – Trébol blanco cuando se realiza labores de fertilización y resiembra y establecer una frecuencia de pastoreo que permita el mejor aprovechamiento de los principios nutritivos contenidos en las pasturas. Con éste conocimiento será posible establecer programas de manejo de pasturas eficientes que conlleven a mejorar el rendimiento productivo de las mismas. Estos resultados podrán ser utilizados en beneficio de los productores agropecuarios de la región mediante actividades de extensión, proyección y responsabilidad social universitaria, con lo cual se estará ejecutando otro de los propósitos institucionales.

La importancia del trabajo de investigación radica en que, conociendo el efecto de la fertilización y la adecuada frecuencia de pastoreo sobre el rendimiento y composición química de esta asociación forrajera, dispondremos de valiosa información, útil y aplicable por los investigadores forrajeros y productores agropecuarios de la región con el fin de incrementar la productividad animal.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Determinar el efecto de la fertilización más resiembra y la frecuencia de pastoreo, sobre el rendimiento, composición florística y composición química de la asociación Rye grass – Trébol blanco en dos pisos altitudinales de Cajamarca.

Objetivos Específicos

1. Evaluar la tasa de rendimiento y producción de forraje de la asociación Rye grass – Trébol blanco, con y sin fertilización más resiembra y a diferentes frecuencias de pastoreo, en dos pisos altitudinales.
2. Evaluar la composición florística de la asociación Rye grass – Trébol blanco, con y sin fertilización más resiembra y a diferentes frecuencias de pastoreo, en dos pisos altitudinales.
3. Determinar la composición química de la asociación Rye grass - Trébol blanco, con y sin fertilización más resiembra y a diferentes frecuencias de pastoreo, en dos pisos altitudinales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Cajamarca, es una cuenca ganadera productora de leche desde hace 70 años, período en el cual se ha incrementado la población ganadera así como la producción y productividad, sin embargo no ha mejorado la soportabilidad de las pasturas ni el manejo de las mismas, solo algunos productores, alrededor del 1%, fertilizan sus suelos (Vallejos, 2 009). Podría ser esta una de las razones de la baja productividad de leche por vaca ($6.0 \text{ l vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$) en toda la cuenca lechera (NESTLÉ – PERÚ S.A.

2 009), sin embargo, existe un buen potencial forrajero en la asociación Rye grass – Trébol blanco, que constituye la base de la alimentación del ganado vacuno productor de leche; pero el mal manejo de las pasturas como frecuencias de pastoreo prolongadas, excesiva intensidad de uso, entre otros, merman su rendimiento y fomentan la invasión de especies vegetales no deseables (Vallejos, 2 009). Por otro lado diversos estudios en Cajamarca, han demostrado que cuando a esta asociación de pasturas se le ha brindado los nutrientes necesarios para su crecimiento, a través del suelo, su repuesta ha sido significativamente favorable tanto en biomasa como en valor nutritivo (Morales 1 985).

Desde 1,970 se han realizado trabajos de investigación en pastos y forrajes, tanto en la Universidad Nacional de Cajamarca como en la Estación Experimental Baños del Inca, del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Cajamarca, con diferentes especies y variedades forrajeras, determinándose que existe un buen potencial forrajero en la asociación Rye grass – Trébol blanco, base de la alimentación del ganado productor de leche (Florián 2 006)

En una investigación, al evaluar el efecto de la fertilización fosforada (0 Kg P há⁻¹) y 80 Kg P há⁻¹) y la frecuencia de pastoreo (30, 50 y 70 días) sobre la tasa de crecimiento (Kg MS há⁻¹día⁻¹), composición florística y valor nutritivo de la dieta en pasturas de Rye grass italiano ecotipo cajamarquino – Trébol blanco durante la época de lluvia, en el valle de Cajamarca, se obtuvo tasas de crecimiento de las pasturas fertilizadas significativamente mayores (73.7 Kg MS há⁻¹día⁻¹) que las no fertilizadas (61.7 Kg MS há⁻¹día⁻¹), así como producción promedio de forraje verde de las pasturas fertilizadas significativamente mayor (13 309 Kg MS há⁻¹) que las no fertilizadas (11 140 Kg MS há⁻¹). Con relación a la composición florística, la fertilización fosforada no tuvo diferencia significativa, sin embargo el porcentaje de trébol se incrementó de 12.1% a 15.1%, el porcentaje de Rye grass disminuyó ligeramente de 68.1% a 66.9% y el porcentaje de kikuyo disminuyó de 19.9% a 18%; mientras que la frecuencia de pastoreo la afectó de manera significativa, el porcentaje de Rye grass fue mayor en las parcelas pastoreadas cada 30 días (76.4%) que en las parcelas pastoreadas cada 70 días (59.9%), pero el trébol incrementa su porcentaje conforme se prolongan las frecuencias de pastoreo, de 6.2 % en parcelas pastoreadas cada 30 días a 20.1% en parcelas pastoreadas cada 70 días. Respecto al efecto de la frecuencia de pastoreo sobre el rendimiento forrajero, sus resultados no muestran efecto estadístico significativo ($p>0.05$), pero la frecuencia de pastoreo de 30 días muestra el valor más alto con 12 649 Kg MS há⁻¹ con respecto a la frecuencia de pastoreo de 50 días con 12 083 Kg MS há⁻¹ y la de 70 días con 11 941 Kg MS há⁻¹ (Vallejos 2 009).

En un experimento realizado en pasturas establecidas de Rye grass – Trébol blanco en el Centro Experimental “Tar Tar”, Cajamarca, se obtuvo rendimientos de 5 360 Kg de MS há⁻¹ fertilizando con 146.5 kg de urea ha⁻¹, 217 kg há⁻¹ de superfosfato triple de calcio y 82 kg há⁻¹ de cloruro de potasio, mientras que fertilizando con 755 kg há⁻¹ de guano de isla, 80.5 kg há⁻¹ de superfosfato triple de calcio y 50.5 kg há⁻¹ de cloruro de potasio

obtuvo 4 140 kg de MS há⁻¹, y cuando no uso ningún fertilizante obtuvo un rendimiento de 3 960 kg de MS há⁻¹. La composición florística al final del experimento fue de 65% de Rye grass, 8% de Trébol blanco, 15% de kikuyo y 12% de malezas; y referente a la composición química de la pastura reporta 8.6% de proteína cruda (Bazán 2 013).

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. Fertilización

2.2.1.1. Nitrógeno y su Concentración en los Suelos

El ciclo del nitrógeno se compone principalmente de las reacciones químicas en el aire, plantas y los microorganismos en el suelo (oxidación y reducción)

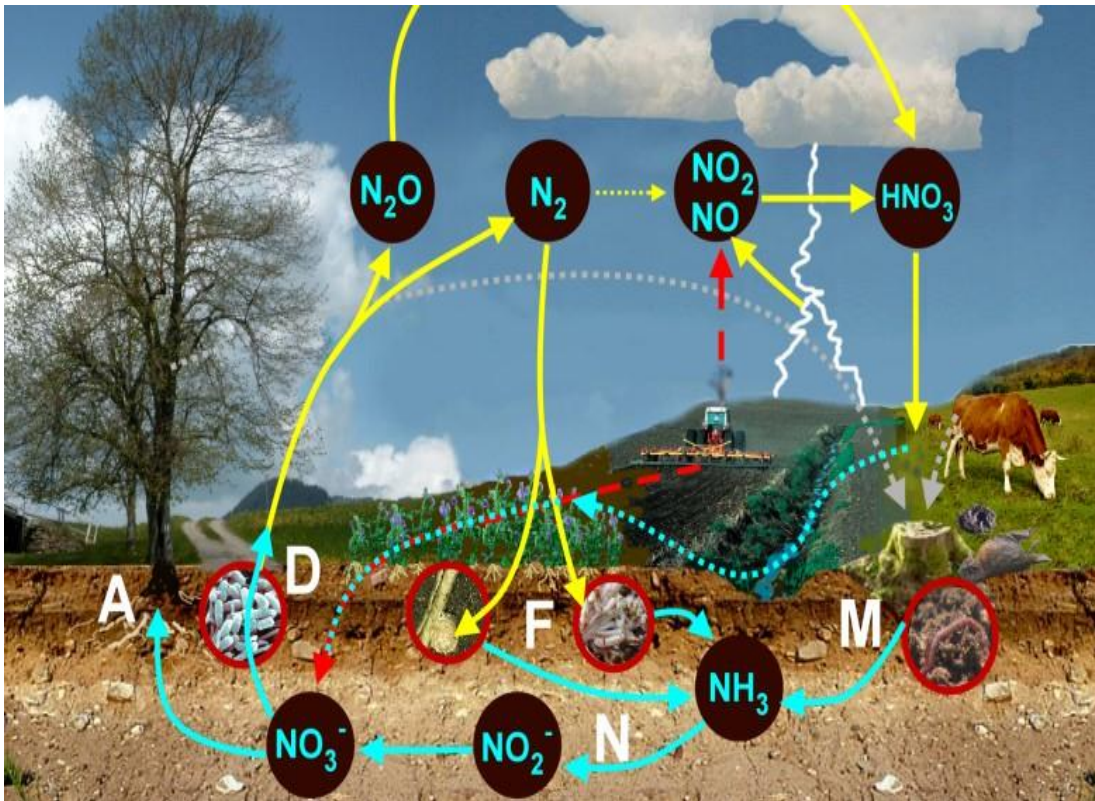


Figura 1. Ciclo del nitrógeno: A = asimilación, F = fijación, N = nitrificación, D=desnitrificación, M = mineralización. (Fuente: Uherek, 2 006).

Fijación de nitrógeno

En la naturaleza, el nitrógeno puede ser registrado como “disponibles” (nitratos o compuestos de amonio) o “no disponibles” (nitrógeno molecular u óxidos de nitrógeno) para las plantas. La conversión entre las dos formas se lleva a cabo a través de los procesos de fijación de nitrógeno y desnitrificación. La fijación de nitrógeno es el proceso que hace que los compuestos en el aire sean disponibles para las plantas (especialmente el nitrógeno molecular, N_2). Es posible gracias a la labor de las cianobacterias que se encuentran en el suelo y muchas bacterias que viven en simbiosis en las raíces de algunas plantas como las leguminosas, pertenecientes al género *Rhizobium*. Los principales productos de la fijación de nitrógeno incluyen el amoníaco, nitritos y nitratos, (Uherek 2 006).

Nitrificación

Es la segunda fase del proceso de fijación de nitrógeno que consiste en la conversión de amoníaco en nitritos y nitratos por las bacterias nitrificantes. (Uherek 2 006).

Desnitrificación

Es el proceso de reducción de los nitratos por microorganismos (Bacillus, Pseudomonas y otras bacterias) a través de la respiración aerobia, liberando nitrógeno molecular, especialmente en el caso de los suelos de poca aireación. El proceso de desnitrificación puede producir intermedios de la reacción de varios entre los que destaca en importancia el óxido nitroso, un gas de efecto invernadero de forma permanente. Los gases producidos por lo tanto regresan a la atmósfera manteniéndose un importante depósito de nitrógeno en el aire (78% en volumen). La fijación de nitrógeno es el proceso contrario de la desnitrificación. (Uherek 2 006).

Asimilación

Es el proceso de conversión del nitrógeno inorgánico (por ejemplo, los nitratos) en nitrógeno orgánico (por ejemplo, un aminoácido), mediante el cual se absorben los compuestos del suelo y se incorporan en las moléculas de las plantas. El nitrato es reducido primero a nitrito por la enzima nitrato reductasa y después a amoníaco con nitrito reductasa. (Uherek 2 006).

Mineralización (Amonificación)

Es un proceso en el que los descomponedores, tales como las lombrices de tierra, las termitas, las babosas, caracoles, bacterias y los hongos convierten el nitrógeno orgánico presente en nitrógeno inorgánico en las plantas muertas. La primera fase es la formación de amoníaco y sus sales (NH_4^+X), (Uherek 2 006).

Dinámica del nitrógeno en el suelo

El nitrógeno es un nutriente altamente móvil e inestable en el ambiente pudiendo hallarse en estado sólido, líquido o gaseoso, y pasar de uno a otro estado rápidamente. Las plantas pueden utilizar el nitrógeno disponible (bajo la forma de NO_3^- y/o NH_4^+) provenientes de diversas fuentes: la solución del suelo, la fijación simbiótica por las leguminosas, las deyecciones animales, el suplemento ofrecido a los animales y los fertilizantes (figura 2), (Marino y Agnusdei 2 004).

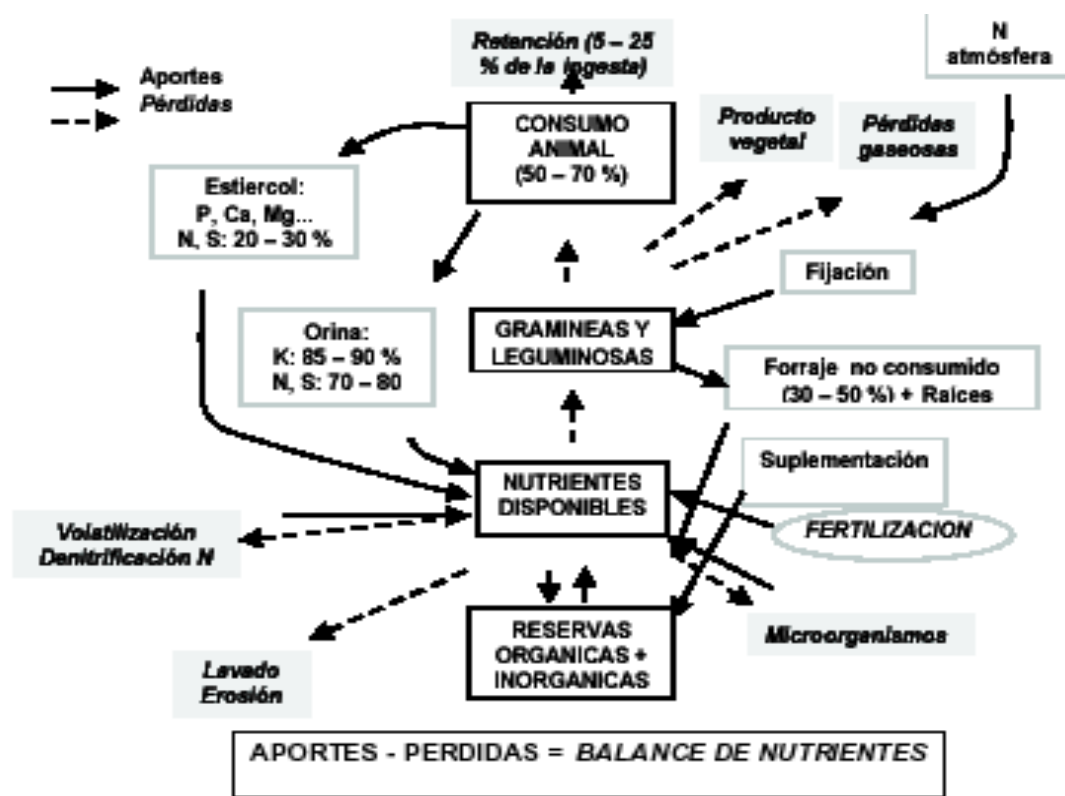


Figura 2: Principales componentes y vías de ingreso (líneas llenas) y de pérdida (líneas punteadas) de nutrientes en sistemas pastoriles. (Fuente: Marino y Agnusdei 2 004).

La temperatura, la luz solar y el agua actúan sobre la fijación de nitrógeno por las leguminosas, siendo mayor durante el período primavero-estival. Además, en pasturas asociadas la cantidad de nitrógeno fijado simbióticamente depende de la tasa de crecimiento de las leguminosas, de su proporción en la pastura y de la eficiencia de fijación de los nódulos. Esta cantidad puede ser muy reducida (5 kg N há^{-1}) en pastizales naturales no disturbados y puede alcanzar hasta 400 kg N há^{-1} en pasturas de alta producción, aunque las últimas tienen elevadas pérdidas de nitrógeno, hasta 200 kg N há^{-1} (West y Mallarino 1 996 citados por Marino y Agnusdei 2 007).

En alfalfas con una producción variable entre $6\,000$ y $18\,000 \text{ kg MS há}^{-1}$, se ha encontrado una variación en la fijación simbiótica entre 120 y $450 \text{ kg N há}^{-1} \text{ año}^{-1}$ aproximadamente, con un promedio de $200\text{-}220 \text{ kg N há}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Este aporte representa un 25 a 80 % del N consumido por el cultivo (Racca et al. 2 001).

La mayor parte del nitrógeno fijado por las leguminosas permanece en las plantas hasta que ellas cumplen su ciclo y pasan a integrar la materia orgánica del suelo.

Posteriormente, estará sometido a los procesos anteriormente mencionados (mineralización, inmovilización, etc.) siendo la cantidad de nitrógeno transferido desde las leguminosas a las gramíneas relativamente baja y variable. Distintos trabajos mencionan valores de 10 a 35 kg N há⁻¹, que representa el 10 a 20 % del nitrógeno fijado anualmente por las leguminosas, y el 10 a 50% del nitrógeno absorbido por las gramíneas. La mayor proporción de la transferencia suele ocurrir durante y después de la senescencia de las leguminosas. Por lo tanto, la transferencia de nitrógeno por esta vía no resulta suficiente en el momento en que las pasturas manifiestan altos requerimientos de nitrógeno para alcanzar niveles de rendimiento cercanos al óptimo. Para cubrir estas deficiencias generalmente es necesario aplicar fertilizantes nitrogenados. (Marino y Agnusdei 2 007).

Una parte del nitrógeno contenido en el forraje consumido por el ganado retorna al suelo a través de las deyecciones de los animales. Sin embargo, este retorno tiene ciertas limitaciones. En primer lugar, la superficie cubierta por las deyecciones representa 20% o menos del área pastoreada (principalmente cerca de lugares de descanso de la hacienda como aguadas o montes). Por otra parte, si bien aproximadamente el 70 % de la orina de los bovinos es urea, su recuperación por las plantas en crecimiento es relativamente escasa debido a las pérdidas (principalmente volatilización de amonio y desnitrificación), a la inmovilización por los microorganismos y al desfasaje entre el aporte y la demanda por las plantas.

Por otra parte, las vías de egreso o pérdidas de nitrógeno son varias, algunas deseables (como la carne, leche o lana producidas a partir del consumo de la pastura) y otras indeseables (lavado de nitratos, escurrimiento del nitrógeno disuelto en la solución del

suelo, pérdidas gaseosas a partir de la desnitrificación o volatilización, etc.) (Figura 2). Estas últimas pérdidas pueden reducir la cantidad de nitrógeno disponible y dificultar su captura por las plantas. (Marino y Agnusdei 2 007).

Disponibilidad de nutrientes en el suelo

La disponibilidad de nutrientes en el suelo varía a lo largo del año dado que es afectada por los factores climáticos (fundamentalmente la temperatura y la disponibilidad de agua) que controlan las reacciones químicas y la actividad microbiana del suelo. Durante los períodos de bajas temperaturas y baja tasa de mineralización, las gramíneas están limitadas en el aporte de nitrógeno, y la presencia de leguminosas en la mezcla no es suficiente para compensar las deficiencias estacionales en la disponibilidad de formas asimilables de nitrógeno en el suelo (Figura 3). (Echeverría y Bergonzi 1 995, citados por Marino y Agnusdei 2 007).

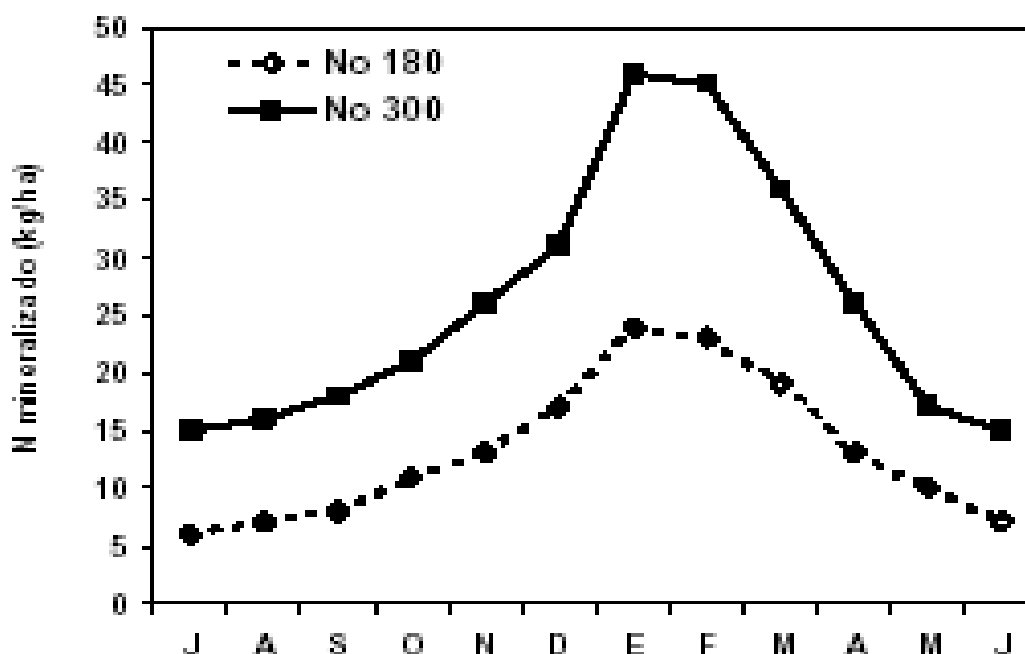


Figura 3: Distribución estacional de las tasas de mineralización de nitrógeno en estaciones marcadas (Echeverría y Bergonzi, 1995, citados por Marino y Agnusdei 2 007).

En verano, se registran altas tasas de mineralización de la materia orgánica y se registra la mayor disponibilidad de nitrógeno en la solución del suelo, contrariamente en invierno la disponibilidad es mínima (Figura 3) (Echeverría y Bergonzi 1995 citados por Marino y Agnusdei 2007). Así mismo estos autores indican que las características edáficas y/o el tipo de laboreo realizado (labranza convencional o siembra directa) influyen sobre la cantidad de nitrógeno disponible. Esto debe considerarse al momento de definir la estrategia de fertilización. En cuanto al fósforo, su disponibilidad es dependiente principalmente de las características del suelo y, si bien se modifica entre estaciones (con valores máximos en verano y mínimos en invierno) estas variaciones son de menor magnitud que las mencionadas para el caso del nitrógeno.

2.2.1.2. El fósforo en los Suelos

El fósforo es un elemento que en la naturaleza no se encuentra en estado puro, sino en forma de fosfatos. Se encuentra normalmente disponible en los suelos; las plantas lo asimilan de allí y los animales herbívoros de las plantas; el retorno se produce por las excreciones y por la descomposición de la materia orgánica muerta. La disponibilidad de fósforo en el sistema suelo-planta-animal juega un papel fundamental en su productividad, dado que la deficiencia de este elemento en el suelo provoca una marcada reducción en el crecimiento y la calidad del forraje lo que repercute en la fisiología animal. El fósforo juega un papel sumamente importante en la conversión de la energía contenida en el pasto a energía utilizable por los animales. El fósforo es uno de los minerales más importantes, pero es también uno de los que tienen mayores probabilidades de escasear. En los buenos suelos agrícolas el fósforo está disponible en forma de iones de fosfato (P_2O_5). La falta de fósforo produce una disminución de la productividad de los vegetales y esto afecta, a su vez, a la vida animal. El fósforo proviene de las rocas fosfatadas que se desintegran y desgastan lentamente por la acción de las gotas de agua,

los cristales de hielo, el viento, los rayos solares y las raíces de las plantas dejando en libertad el mineral que se convierte en una sal en solución, sea en el agua del suelo, sea en las extensiones de agua (Ponce, 2 012).



Figura 4. Ciclo del fósforo

(Fuente: [http://www.ipni.net/ppiweb/mexnca.nsf/\\$webindex/0D2745E9793640FD06256AAE00136ECB?opendocument&navigator=home+page](http://www.ipni.net/ppiweb/mexnca.nsf/$webindex/0D2745E9793640FD06256AAE00136ECB?opendocument&navigator=home+page))

El fósforo es incorporado al suelo (Fig. 4) a través de tres vías: residuos de plantas, estiércol y orina de los animales durante el pastoreo, y aplicación de fertilizantes fosforados. La pérdida de fósforo se realiza por la cosecha (siega o pastoreo), escorrentía y erosión, y lavado por las precipitaciones pluviales. (International Plant Nutrition Institute 1 999).

Funciones del fósforo en las plantas

El fósforo es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente y se requiere un adecuado

suplemento de fósforo para que la planta crezca y se reproduzca en forma óptima. Se clasifica como un nutriente primario, razón por la cual es comúnmente deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes, los pastos requieren entre 25 y 60 partes por millón (ppm) para optimizar su rendimiento y calidad. Dentro de la planta el fósforo desempeña funciones vitales como transferencia de energía, realización de la fotosíntesis, transformación de azúcares y almidones, transporte de nutrientes y transferencia de las características genéticas de una generación a la siguiente. El fósforo es necesario para todos los procesos del crecimiento y nodulación de las bacterias *Rhizobium*. El fósforo es un elemento móvil, que se transloca de hojas viejas a tejido con crecimiento nuevo; por lo que los síntomas visuales de deficiencia se presentan en las hojas maduras (International Plant Nutrition Institute 1999).

El fósforo se encuentra tanto en la forma orgánica como inorgánica en el suelo. La forma orgánica se encuentra asociada a la materia orgánica, como el humus, estiércol y residuos de cosecha, y como parte de los microorganismos, las cuales son más solubles y móviles en la solución del suelo. Los microorganismos degradan la materia orgánica en un proceso llamado mineralización, convirtiendo las formas orgánicas de fósforo en inorgánicas, disponibles para las plantas. Las formas iónicas inorgánicas, $H_2PO_4^-$ y HPO_4^{2-} conocidos como ortofosfatos que están libres en la solución del suelo y fijadas al complejo arcillo-húmico, son las formas primarias de fósforo que son tomadas por las raíces de las plantas. En general las formas inorgánicas de fósforo contenidos en los minerales del suelo son relativamente insolubles y son disponibles lentamente para las plantas. Desde el punto de vista agronómico el fósforo puede estar presente en el suelo en cuatro formas: en la solución del suelo, es decir, directamente asimilable; fijado en el complejo arcillo húmico, por tanto cambiabile o lábil; como componente de la materia orgánica,

precipitado o adsorbido en los geles de hierro y aluminio, en suelos ácidos, y precipitado como fosfato cálcico en suelos básicos, muy lentamente asimilable y; formando parte de la roca madre, no asimilable.

Un suelo con fuerte acidez es pobre en bases (calcio, magnesio, potasio), la actividad de los microorganismos se reduce y el fósforo disponible disminuye, al precipitarse con el hierro y el aluminio. Los micronutrientes, excepto el molibdeno, se absorben mejor en este tipo de suelos. Un suelo con fuerte alcalinidad presenta un alto contenido de bases de cambio, pero la presencia de un elevado contenido de carbonato de calcio bloquea la posible absorción de fósforo y de la mayor parte de los micronutrientes. La neutralidad en su sentido más amplio ($6,6 \leq \text{pH} \leq 7,5$) es una condición adecuada para la asimilación de los nutrientes y para el desarrollo de las plantas. Algunos cultivos como la avena, las pratenses y el centeno prefieren una ligera acidez, mientras que otras como las leguminosas prefieren suelos con pH ligeramente elevado. El poder tampón de un suelo refleja la mayor o menor facilidad que tiene un suelo para modificar su pH, y en gran parte depende de la textura. Los suelos arcillosos presentan una elevada resistencia, es decir, tienen un fuerte poder tampón. Los niveles de fósforo en el suelo, según la textura van de 4 a 32 ppm en suelos arenosos, de 6 a 48 ppm en suelos francos y de 8 a 64 en suelos arcillosos. El fósforo es más disponible para la planta cuando el pH del suelo está entre 6.5 y 7.5 (neutro). Cuando el pH es alto (alcalino) el fósforo puede precipitar con el calcio y cuando el pH es bajo (ácido), tiende a juntarse y precipitarse con el fierro y aluminio en el suelo (García-Serrano et al. 2 009).

Cuando el fertilizante fosforado se aplica al suelo, este elemento se incorpora al ciclo del fósforo, por lo que puede moverse alrededor del sistema tan bien, como perderse del sistema de muchas diversas maneras. Los suelos altos en contenido de materia orgánica o de arcilla tienen una capacidad de fijación de fósforo mayor que los suelos arenosos.

Algunos tipos del suelo arcillosos fijan más fósforo por adsorción que otros debido al tipo de mineral de la arcilla en la tierra vegetal. La mayor parte de este fósforo fijado por adsorción no está disponible para la planta, aunque algo puede convertirse en un cierto plazo en disponible (http://www.dpi.vic.gov.au/web-root-Domino-Target10-T10Manuals_nsf).

Niveles de uso del fósforo

La fertilidad de un suelo en lo que al fósforo se refiere, se definiría como la capacidad del suelo de suministrar a los cultivos las cantidades que precisa, y en los momentos puntuales en los que es necesaria su absorción. Las características físicas y químicas del suelo determinan la capacidad y ritmo al que el suelo es capaz de reponer el fósforo que las plantas van tomando de la solución. En este proceso influyen, fundamentalmente, la textura, el potencial de hidrógeno (pH), la caliza activa y la materia orgánica. La fertilidad del suelo en fósforo es la cantidad de fósforo asimilable presente y, entendemos por asimilable, la fracción extraíble con ácidos débiles a una concentración definida. En los laboratorios agronómicos se utilizan el método Olsen, que emplea como extractante el bicarbonato sódico, muy adecuado para suelos básicos, y el método Bray, válido para condiciones ácidas. Además de la determinación analítica del fósforo en el laboratorio, para el cálculo de la fertilización fosfatada se deben de tener en cuenta los factores que van a influir en la asimilabilidad de este elemento (García-Serrano et al. 2 009).

Considerando que en una asociación Rye grass – Trébol la leguminosa realiza la fijación del nitrógeno atmosférico por las bacterias *Rhizobium* que viven en sus raíces mediante una simbiosis, nitrógeno que en parte lo comparte con la gramínea, algunos autores han evaluado niveles de fósforo en los suelos de la Sociedad Agrícola de Interés Social (SAIS) “Túpac Amaru” concluyendo que el nivel más eficiente de abonamiento con fósforo es

80 kg há⁻¹, seguido por 160 y 240 kg há⁻¹, como se puede apreciar en el cuadro 1 (Rivera 2 004). Estos resultados son respaldados por Moreno (2 001), quienes evaluando el efecto de la fertilización sobre parámetros productivos de los forrajes, determinaron que el fósforo en la dosis de 80 kg há⁻¹, mostró mejores resultados que otros niveles evaluados (Vallejos 2 009). Los suelos de praderas de la sierra del Perú contienen en general niveles de fósforo que varían de 7 a 22 ppm, considerándose que una adecuada provisión de fósforo (no limitante para el crecimiento) debiera situarse entre 15 y 20 ppm (Rivera 2 004; Moreno 2 001; Fernández 1 984; Vigo 1 973).

Cuadro 1. Efecto de los niveles de fertilización sobre la eficiencia agronómica del uso del fósforo aplicado.

Parámetros	Niveles de fósforo utilizado (I)		
	80 (Kg/ha)	160 (Kg/ha)	240 (Kg/ha)
Producción forraje (Kg MS/ha)	9 440	11 040	8 850
Eficiencia (MS/I)	118.0	69.0	36.9

Fuente: (Rivera 2 004)

2.2.1.3. Factores que influyen la Disponibilidad de Fósforo

Factores del suelo

Cualquier cambio en las propiedades del suelo se encuentra relacionado con la concentración de fósforo en solución (intensidad); la magnitud de fósforo en la fase sólida del suelo susceptible de pasar a la solución o fósforo lábil (cantidad); la capacidad del suelo de restablecer el fósforo de la solución (capacidad o poder tampón del fósforo) y las características del suelo que permiten el paso de iones fosfato desde las zonas de alta concentración a la superficie de las raíces (difusión) (Rojas 1 995).

La textura del suelo también influye en la disponibilidad de fósforo, así, en suelos arenosos, con menor poder de retención de agua, a igual contenido en fósforo asimilable, mayor concentración en la solución del suelo (García-Serrano et al. 2 009).

Factores de la planta

Todas las especies exhiben característicos sistemas radiculares, atendiendo a la longitud y densidad de los pelos radiculares, así como a la morfología de su sistema radicular, lo que afecta sensiblemente la capacidad de extracción de fósforo por las raíces de las plantas. Se puede afirmar que menos de 1% de volumen total de suelo está ocupado por las raíces. Además cada especie vegetal tiene su capacidad de absorber fósforo por cm² de raíz o poder de absorción de fósforo. Por otro lado, ciertas condiciones ambientales afectan la capacidad específica de absorción de fósforo por las raíces, tales como la infección por micorrizas activas (ciertos hongos del suelo), uso de altas densidades de siembra, etc. ((Rojas 1 995).

Factores Ambientales

Acidez del suelo. El óptimo rango de pH del suelo dentro del cual se observa la máxima disponibilidad de fósforo se encuentra entre 6,5 y 7,5. Las causas de éste comportamiento

se asocian fundamentalmente a que en éste rango ocurre la máxima solubilidad de las formas de fósforo inorgánico del suelo. Así, en rangos de pH ácido hasta 6,5 se reduce la solubilidad de fosfatos de fierro y aluminio y aumenta la solubilidad de las formas ligadas al calcio. Pasado cierto nivel de pH alcalino (>7,5) comienzan a precipitar ciertas formas de calcio y nuevamente se reduce la disponibilidad de fósforo ((Rojas 1 995).

En suelos calizos se fomentan los procesos de retrogradación o insolubilización por formación de fosfatos insolubles. Por el contrario, los suelos ácidos favorecen los procesos de mineralización y solubilización (García-Serrano et al. 2 009).

Materia orgánica. La materia orgánica del suelo se encuentra predominantemente cargada en forma negativa, por lo que los ácidos orgánicos forman con cationes hidroxilados tales como $\text{Fe}(\text{OH})_2$ y $\text{Al}(\text{OH})_{21}$ combinaciones complejas que inmovilizan éstos iones dejando en libertad los iones fosfato. Por ésta razón, la incorporación de estiércol y otros compuestos orgánicos favorecen la asimilación de fósforo e incrementan el contenido de fósforo disponible de los suelos. (Rojas 1 995).

Humedad del suelo. El incremento del contenido de agua en el suelo induce necesariamente a un incremento de iones fosfato en solución, fenómeno observado después de las lluvias en suelos de secano o por el efecto mismo del riego. Este hecho está estrechamente ligado a las características de las formas inorgánicas del fósforo presentes en el suelo (fósforo, calcio, fósforo-fierro y fósforo-aluminio) cuya naturaleza cristalina relativamente insoluble, tiene en realidad variables constantes de productos de solubilidad. Así, solo una cierta cantidad del compuesto se disuelve alrededor de las partículas cristalinas, sin embargo, aunque la concentración se mantiene relativamente constante, la cantidad de iones fosfato solubles se amplifica si se incrementa la cantidad de agua en la solución. La cantidad de fósforo absorbido por especies desarrolladas en

condiciones de secano es menor en años de mayor sequía y mayor en años lluviosos (Rojas 1 995).

Aplicación del fósforo. En la fertilización con fósforo se pueden considerar los siguientes principios básicos:

- En suelos con contenidos en fósforo, normales o altos, la fertilización debe tener por objetivo mantener la fertilidad del suelo, es decir, realizar un abonamiento de mantenimiento. El abonamiento debe coincidir con las extracciones de los cultivos siempre que el pH se aproxime a la neutralidad. Si el pH es muy básico se abonará con cantidades adicionales, mayores cuanto más arcillosa sea la estructura del suelo.

- En suelos pobres en fósforo el abonamiento debe cubrir las necesidades del cultivo, abonamiento de mantenimiento, y las necesidades para enriquecer el suelo. Se aportarán cantidades mayores cuanto mayor sea el pH del suelo y mayor su contenido en arcilla.

(García-Serrano et al. 2 009).

- En suelos ricos y muy ricos en fósforo se deberán reducir las dosis de mantenimiento e incluso suprimirlas, en mayor medida cuando se trate de suelos básicos, con gran contenido en arcilla. (García-Serrano et al. 2 009).

Las aplicaciones de fósforo pueden ser en pre siembra o coincidiendo con la siembra. El fósforo se aplica normalmente junto con la primera aportación de nitrógeno y potasio. El abonamiento fosfatado se hará con mayor anticipación cuanto menor sea la solubilidad del abono que se emplee. (García-Serrano et al. 2 009).

Se recomiendan aportaciones en cobertera en el caso de suelos pobres en fósforo, con caliza activa y por tanto con riesgo de retrogradación, y tras períodos de heladas, inundaciones, etc. (García-Serrano et al. 2 009).

La textura y las propiedades hídricas de un suelo están estrechamente relacionadas, cuanto mayor es el tamaño de las partículas más rápida es la infiltración y menor es el agua retenida por los suelos, así los suelos arenosos son más permeables y retienen menos agua que los arcillosos; los suelos con buena estructura tienen mayor velocidad de infiltración que los compactados; el mayor contenido en materia orgánica aumenta el agua retenida por el suelo y como es lógico, a mayor espesor del suelo mayor capacidad de retener agua. (Ibañez 2 006).

Los suelos de la sierra central se caracterizan por ser franco arenosos con una capacidad de campo (capacidad para retener agua) de 29%, en cambio los suelos del valle de Cajamarca, en su mayoría arcillosos, tienen una capacidad para retener agua de 38%, aunque en estos suelos una gran parte de ella es retenida con mucha fuerza y es menos disponible para las plantas (Vallejos 2 009).

2.2.1.4. Fósforo, Producción de Forraje y Composición Florística

Teniendo en cuenta que el fósforo cumple un rol importante en el rendimiento de las pasturas, se debe esperar una respuesta positiva cuando se fertilizan con este mineral los suelos deficitarios de nuestra sierra. Es importante considerar en los suelos la persistencia de los niveles de fósforo para mantener estable las características agronómicas de las pasturas. Se ha señalado que la incorporación del abonamiento fosforado tiene efecto sobre la tasa de crecimiento de las pasturas asociadas, debido a que el fósforo promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces ayudando a las plantas a desarrollarse rápidamente y mejorando así su crecimiento. (Moreno 2 001).

Al evaluar el efecto de la fertilización fosforada en la tasa de rendimiento y producción de forraje de la asociación Rye grass - Trébol en la sierra central, se encontró que la tasa de rendimiento mensual tuvo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos,

siendo el mayor valor para el tratamiento con 80 Kg P_2O_5 $há^{-1}$, 28.05 kg MS $há^{-1}día^{-1}$ en comparación al resultado obtenido con el tratamiento control (0kg. P_2O_5 $há^{-1}$), que fue de 24.13 kg de materia seca (MS) $há^{-1}día^{-1}$ (Moreno 2 001).

La fertilización fosforada incrementa la tasa de rendimiento mensual de la asociación leguminosa- gramínea, debido a que el fósforo es requerido por las leguminosas para su óptimo desarrollo, influencia sobre la fijación simbiótica del nitrógeno, al estimular el crecimiento radicular de las plantas favoreciendo la nodulación bacterial del *Rhizobium*. Beneficia indirectamente a la gramínea ya que el nitrógeno fijado por las leguminosas puede ser usado por ella misma al pasar al suelo, para ser aprovechado por las gramíneas asociadas con leguminosas, incrementando su crecimiento y desarrollo. Las diferencias de las tasas de crecimiento entre tratamientos son más notorios en los meses lluviosos (de octubre a diciembre y de enero a abril) estos valores se dan probablemente debido a que el fertilizante fosforado, superfosfato triple es hidrosoluble, y sus gránulos requieren el vapor de agua para entrar rápidamente y formar una solución saturada con fosfato mono cálcico y fosfato dicálcico dihidratado y un residuo de fosfato dicálcico permanente en el lugar de la partícula original (Moreno 2 001), y es el fosfato dicálcico la única forma como las plantas fácilmente pueden aprovecharlas (Paredes 1 987, citado por Moreno 2 001). Por tanto, en la época seca, existe menos fósforo en forma de fosfato dicálcico disponible para las plantas y de ahí el efecto escaso de la fertilización fosforada (Moreno 2 001).

La producción de forraje fue mayor significativamente ($p<0.05$) con el tratamiento de 80 kg P_2O_5 $há^{-1}$ que fue de 9, 916.7 kg $há^{-1}año^{-1}$, comparado con la producción del tratamiento testigo, de 0 kg P_2O_5 $há^{-1}$, que fue de 8 548.4 kg MS $há^{-1}año^{-1}$. Esto significó un incremento del 16% en la producción de forraje por efecto de la fertilización fosforada, la misma que incrementó significativamente la producción de forraje, coincidiendo estos resultados con los obtenidos en investigaciones realizadas por el proyecto de Cooperación

Técnica Peruano Neozelandés en el Departamento de Puno, donde se evaluó dos tratamientos, 20 y 40 kg P₂O₅ há⁻¹ y un testigo, los tratamientos rindieron de 14 a 23 % más producción forrajera que el testigo (Moreno 2 001).

El incremento significativo de la producción forrajera que genera la fertilización fosforada se debe probablemente a que el fósforo es el elemento principal para la asociación gramínea-leguminosa y es el elemento más escaso en los suelos alto andinos. Las leguminosas requieren relativamente grandes cantidades de fósforo para su óptimo desarrollo, a su vez este elemento tiene una influencia sobre la fijación simbiótica del nitrógeno, ya que al estimular el crecimiento radicular de las plantas favorece la nodulación e incrementa el número y peso de nódulos, lo que genera que la planta fije más nutrientes e incremente su producción forrajera (Silvia et al. 1 998, en Rivera 2 004). Además a la aplicación de fósforo como fertilizante solo se recupera en la primera cosecha del 10 al 20% del fósforo total aplicado (Moreno 2 001).

Al evaluar el efecto de la fertilización fosforada y variación estacional sobre el valor nutritivo de pasturas asociadas de Rye Grass (*Lolium perenne L.*) y tréboles (*Trifolium pratense L.*; *Trifolium repens L.*) en Pachacayo- Junín, en la época seca de nuestra serranía, las pasturas de gramíneas-leguminosas asociadas muestran una reducción de la población de leguminosas debido a su menor tolerancia a las bajas temperaturas. Si bien es cierto, estos forrajes se adaptan a diversas condiciones climáticas y crecen durante la estación fría, sus órganos muestran gran sensibilidad a las fuertes heladas, quemándose los tallos, las puntas de las hojas, ocasionándoles una detención de su crecimiento. Esto explicaría que durante la época seca existe menor proporción de tréboles en la asociación, mayor producción de material senescente, una materia seca de bajo valor nutritivo (alto contenido de fibra bruta) por ende una mayor proporción de gramíneas en la mezcla que disminuyen la calidad nutritiva de la pastura (Díaz 2 001).

Al evaluar el efecto de los diferentes niveles de fertilización fosforada en la producción forrajera de la asociación de Rye grass – Trébol en la SAIS “Túpac Amaru” de Junín, se obtuvo mayores tasas de rendimiento para el nivel de 160 kg P₂O₅ há⁻¹ con un rendimiento de 31.5 kg MS há⁻¹día⁻¹, de 26.2 kg MS há⁻¹día⁻¹ para el nivel de 80 kg P₂O₅ há⁻¹, de 24.6 kg MS há⁻¹día⁻¹ para el nivel de 240 kg P₂O₅ há⁻¹, en comparación con el control que fue de 21.7 kg MS há⁻¹día⁻¹, concluyendo que el abonamiento fosforado tuvo efecto sobre la tasa de rendimiento de las pasturas asociadas de Rye grass – trébol, en sus diferentes niveles, debido a que el fósforo promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces, ayudando a las plantas a desarrollarse rápidamente y mejorando así su crecimiento. Así mismo obtuvo mayores tasas de crecimiento durante los meses de lluvia (enero a abril) con 30.7, 37.3, 35.1 y 37.8 kg MS há⁻¹día⁻¹ respectivamente y siendo menores en los meses secos variando entre un mínimo de 13.9 en octubre y un máximo de 25.9 en agosto, debido posiblemente a la mayor temperatura y humedad del suelo durante la época de lluvias. La masa vegetal, el área foliar y la intercepción de la luz son factores asociados positivamente con el crecimiento y que generalmente son mayores en la época lluviosa. El crecimiento de forraje es limitado cuando existe bajos niveles de masa vegetal o material verde y cuando el área foliar es pequeña afecta la capacidad de intercepción de la luz afectando el proceso de la fotosíntesis y desarrollo del tejido vegetal nuevo. Además obtuvo mayor producción de forraje con el tratamiento de 160 kg P₂O₅ há⁻¹, con 11 043 kg MS há⁻¹año⁻¹, luego 9 442 kg MS há⁻¹año⁻¹ con 80 kg P₂O₅ há⁻¹, 8 869 kg MS há⁻¹año⁻¹ con 240 kg P₂O₅ há⁻¹ y 7 801 kg MS há⁻¹año⁻¹ para el tratamiento control. Los tratamientos de los niveles de fertilizante fosforado generaron un incremento en la producción de 41.6% para el nivel de 160 kg P₂O₅ há⁻¹, de 21% y 13,8% para los niveles de 80 kg P₂O₅ há⁻¹ y 240 kg P₂O₅ há⁻¹, respectivamente. Estos incrementos en la producción forrajera que genera la fertilización fosforada es debido probablemente a que

el fósforo es el elemento principal para la asociación gramínea – leguminosa y es el elemento más escaso en los suelos altoandinos. Las leguminosas requieren grandes cantidades de fósforo para su óptimo desarrollo, además influye en la fijación simbiótica del nitrógeno. La eficiencia de uso de niveles de fertilizante fosforado disminuye a medida que se incrementa la dosis de aplicación por la ley de rendimiento decreciente, siendo el más eficiente el nivel de 80 kg P₂O₅ há⁻¹ con 118 kg de MS kg⁻¹ de fósforo aplicado, seguido de 160 kg P₂O₅ há⁻¹ con una eficiencia de 69 kg de MS kg⁻¹ de fósforo aplicado y finalmente el nivel de 240 P₂O₅kg há⁻¹ con una eficiencia de 36.9 kg de MS kg⁻¹ de fósforo aplicado (Rivera 2 004).

Al evaluar el efecto de la fertilización fosforada (0 Kg P₂O₅ há⁻¹ y 80 Kg P₂O₅ há⁻¹) y la frecuencia de pastoreo (30, 50 y 70 días) sobre la tasa de crecimiento (Kg MS há⁻¹día⁻¹), composición florística y valor nutritivo de la dieta en pasturas de Rye grass italiano “Ecotipo cajamarquino” – Trébol blanco durante la época de lluvia, en el valle de Cajamarca, se obtuvo tasas de rendimiento de las pasturas fertilizadas significativamente mayores (73.7 Kg MS há⁻¹día⁻¹) que las no fertilizadas (61.7 Kg MS há⁻¹día⁻¹), así como producción promedio de forraje verde de las pasturas fertilizadas significativamente mayor (13 309 Kg MS há⁻¹) que las no fertilizadas (11 140 Kg MS há⁻¹). Con relación a la composición florística, la fertilización fosforada no tuvo diferencia significativa, sin embargo el porcentaje de trébol se incrementó de 12.1% a 15.1%, el porcentaje de Rye grass disminuyó ligeramente de 68.1% a 66.9% y el porcentaje de kikuyo disminuyó de 19.9% a 18% (Vallejos 2 009).

En el fundo Huayrapongo de Cajamarca, en una pastura que contenía 45% de Rye grass, 10% de trébol y 45% de malezas después del abonamiento con 850 kg há⁻¹ de superguano: 13-12-4 de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) se obtuvo 65% de Rye grass, 10 % de trébol y 25 % de malezas (Horna 2 012).

2.2.2. Frecuencia de Pastoreo: Tasa de Rendimiento y Composición Florística

En la sierra central se obtuvo mayor rendimiento anual (tasa de rendimiento) con la mayor frecuencia de pastoreo (cada 30 días), debido a la mejor capacidad de rebrote a los 30 días como consecuencia de la mayor cantidad de luz que reciben las hojas (estratos bajos) con mayor frecuencia de pastoreo, que permite una mejor utilización de la luz haciéndolas fotosintéticamente más activas y mejorando su eficiencia fotosintética (proporción de la energía solar recibida que es convertida en material vegetal), comparada con pasturas de periodos de descanso mayores (estratos altos). Manifiesta que el bajo contenido nutritivo que se presenta en los forrajes en la sierra central durante la época seca, se debe a que la población de leguminosas decrece y la de gramíneas aumenta. Los tallos y peciolo de los tréboles se necrosan, marchitan y maduran más rápido. Estos fenómenos propician que los estatus de los principios nutritivos cambien rápidamente, lo cual, también explicarían el menor contenido de fósforo, existiendo por tal razón una relación directa entre el nivel de fósforo en la asociación y la mayor producción de tréboles, cuya proporción decrece durante la época seca (Bojórquez 1998).

En Cajamarca, la mayoría de productores rotan sus pasturas alrededor de los 55 a 65 días, cuando los tallos tienen la mitad de la concentración de macronutrientes que las hojas, con el fin de disponer de una mayor biomasa forrajera que les permita satisfacer el apetito de sus animales, esto estaría generando un cambio en la composición florística de sus pasturas, disminución de leguminosas e invasión de otras plantas, menor tasa de crecimiento y producción de forraje (Kg MS há^{-1}) (Vallejos y Aguirre 2009, citados por Vallejos 2009).

En un trabajo realizado durante dos años en tres comunidades campesinas del valle del Mantaro ubicadas a 3 300 msnm (Huanchar), 3 700 msnm (Chaquicocha) y a 4 050 msnm

(San José de Quero), con el objeto de evaluar la productividad, composición y calidad de las pasturas en diferentes períodos de descanso de la asociación de pastos compuesta por Rye grass inglés, Rye grass italiano, pasto ovinillo, trébol blanco y trébol rojo, se obtuvo mayores rendimientos en la localidad de Chaquicocha (26 840 kg MS há⁻¹ año⁻¹). El período de descanso de 30 días en las tres localidades produjo mayor rendimiento anual que los períodos de descansos de 40 y 50 días. La producción de MS en la época lluviosa fue 6 a 15 veces mayor que en la época seca; teniendo una mayor fluctuación en la zona más alta (San José de Quero). La calidad proteica y la población de leguminosas fue mayor en la zona más baja del valle. Los requerimientos por año de una vaca lechera en Chaquicocha es de 4 408.9 kg. MS, en Huanchar de 4 516 kg. MS y en San José de Quero 4 144.9 kg. MS. La carga animal calculada para las tres localidades, fueron de 4.2, 3.4 y 1.6 vacas há⁻¹ año⁻¹, respectivamente (Bojórquez 1 998).

En otra investigación en el valle de Cajamarca, no se encontró interacción entre fertilización fosforada y frecuencia de pastoreo sobre la tasa de crecimiento y producción de forraje, lo que indica que las tendencias de los efectos principales se mantienen. Sin embargo, se obtuvo mejores tasas de rendimiento (80 kg MS há⁻¹día⁻¹) y producción de forraje (14 400 kg MS há⁻¹) con el aporte de la fertilización fosforada (80 Kg P₂O₅ há⁻¹) y la frecuencia de pastoreo de 30 días (Vallejos 2 009).

2.2.3. Características de la Asociación Rye grass – Trébol blanco

Las pasturas de Rye grass - Trébol blanco, representan el potencial alimenticio más importante de la alimentación en las vacas productoras de leche de Cajamarca (Vallejos 2 009).

El Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*) es una gramínea bianual con gran capacidad de macollamiento, pudiendo persistir bajo condiciones de buen manejo hasta 3 años.

Tiene buena palatabilidad y valor nutritivo. Se desarrolla bien en suelos de textura media a pesada con buen drenaje, con buen contenido de materia orgánica y pH entre 6 y 7. Se adapta a diferentes climas, pero no tolera periodos prolongados de sequía debido a que posee un sistema radicular superficial. La densidad de siembra recomendada es de 20 a 30 kg de semilla há⁻¹. Es de fácil establecimiento gracias al vigor de sus plántulas y a su agresividad y tolerancia a la competencia. Se asocia principalmente con Rye grass perenne, dactylis, trébol rojo y blanco (HORTUS 2 013).

Las plantas de Rye grass anual o bianual crecen en matos aislados, con numerosos macollos, tallos erectos con nudos largos y oscuros, la inflorescencia en espiga. Debe evitarse el sobrepastoreo y hacer rotaciones: el pasto debe utilizarse hasta una altura de 10 a 15 cm y luego retirar los animales. El pastoreo debe iniciarse al aparecer las primeras espigas, debido a que cuando los pastos avanzan en madurez su valor nutritivo se reduce, ya que el contenido de proteína se hace menor y la fibra y la lignina aumentan considerablemente, siendo menos apetecidos por el ganado y menos ricos en nutrientes. En condiciones naturales podrían hacerse rotaciones con períodos de descanso de 5 a 6 semanas y períodos de ocupación de 6 días (Bernal 1 986).

El Rye grass- Ecotipo cajamarquino es una gramínea bianual, pero se comporta como perenne debido a que el periodo de descanso de 50 días en promedio posibilita la maduración de semillas, las cuales caen al suelo y en el momento del pastoreo del ganado se introducen en el suelo y se produce el establecimiento de nuevas plantas, y que en este caso podemos denominarlo "Resiembra Natural" y logra establecerse muy rápido y se asocia muy bien con el Trébol blanco (*Trifolium repens*). El Rye grass Ecotipo Cajamarquino tiene una relativa tolerancia a la sequía, heladas, plagas, enfermedades y al pisoteo del ganado, bondad que lo ha ido adquiriendo a lo largo de los 60 años desde

que fue introducido junto con el Rye grass Inglés (*Lolium perenne*), Rye grass Italiano (*Lolium multiflorum*) y Trébol blanco (*Trifolium repens*) (Florián 2 013).

El Trébol blanco (*Trifolium repens*) es una leguminosa perenne de tallos rastreros con hábito estolonífero lo que la convierte en la leguminosa de mayor adaptación para fines de pastoreo. Su sistema radicular es superficial, pero según las condiciones del suelo, pueden profundizar hasta 60 cm. Sus raíces son colonizadas por bacterias del género *Rhizobium* que forman nódulos que les permiten fijar el nitrógeno atmosférico. Se adapta a una gran gama de suelos de textura liviana a pesada y de poca a gran profundidad. Se desarrolla mal en suelos pobres, salinos, muy ácidos o arenosos y requiere niveles adecuados de fósforo y calcio. El clima óptimo es templado a frío y húmedo. Muy exigente en luz y muy sensible a la sequía. No se recomienda su siembra como cultivo único pues es un forraje altamente meteorizante para rumiantes, por lo que, normalmente se le utiliza en asociación con Rye grass, dactylis o festuca. La dosis de siembra utilizada es de 2 a 4 kg de semilla há⁻¹. Se adapta principalmente para pastoreo. No posee órganos específicos para la acumulación de reservas y más bien puede movilizar rápidamente carbohidratos después de una defoliación. Esto trae como consecuencia una gran capacidad de recuperación al pastoreo y una gran calidad del forraje ya que los carbohidratos son los componentes más digestibles de las plantas. Su producción es en general baja incluyéndose en las asociaciones por su fijación de nitrógeno y su alto valor nutritivo (HORTUS 2 013). Las plántulas producen hojas en una especie de rosetas y una corona pequeña de la que nacen tallos estoloníferos. En estos tallos se forman raíces en los nudos, y como resultado de éste hábito de crecimiento se puede formar en poco tiempo una vegetación densa a partir de una población rala de plántulas. Las hojas producidas en la corona o en los nudos de los estolones, están formadas por tres folíolos sentados; su forma y tamaño son muy variables; pueden presentar o no una mancha clara en forma de

media luna, en el haz del limbo. No presenta pubescencia en las hojas, ni en los pedúnculos. Es una de las leguminosas más apetecibles y nutritivas, pues las únicas partes de las plantas accesibles a los animales al pastoreo son las hojas. La importancia de su uso estriba en que además de ser una de las leguminosas con alto valor nutritivo y apetecibles por los animales de todo tipo proporciona nitrógeno a las gramíneas asociadas, con notable aumento en el rendimiento por hectárea y de la calidad de hierba. Las principales variedades son Ladino S-100 de Italia y Huía de Nueva Zelanda (Flores y Malpartida 1 986).

En muchas regiones crece espontáneamente en suelos ricos en fósforo; requiere suelos fértiles, pero crece bien en gran diversidad de tipos de suelo, cuando la humedad es adecuada. Las plantas son persistentes y perennes, estoloníferas, emite raíces en los nudos; las hojas trifoliadas con folíolos ovales, generalmente con manchas blanquecinas en forma de V. Las flores en cabezuelas axilares sobre pedúnculos largos, flores blancas o rosadas. Se usa para pastoreo, en mezcla con gramíneas; reacciona como perenne con humedad adecuada del suelo, sin embargo muchas plantas desaparecen durante el verano, debido a enfermedades de los estolones. La densidad de siembra recomendada es de 4 a 7 kg há⁻¹. Puede ser pastoreado más intensamente que el trébol rojo por sus estolones y soporta altas capacidades de carga con pastoreos intensos ya que los lugares de almacenamiento de reservas, normalmente no pueden ser consumidos por los animales (Bernal 1 986).

Está naturalizado en toda la cuenca ganadera de Cajamarca y para establecer esta asociación (gramínea-leguminosa), no hay necesidad de sembrar el trébol, por cuanto el ganado que come las semillas lo distribuye en lugares donde elimina el estiércol o también el agua de riego y el viento pueden trasladar la semilla a los potreros. Es importante señalar que en el suelo hay suficientes colonias activas de bacterias *Rhizobium Trifolii*

capaces de establecer una simbiosis con las raíces del trébol y, por consiguiente mejorar la fertilidad del suelo (Florián 2 013).

2.2.4. Composición química de la asociación Rye grass – Trébol blanco

Al evaluar el efecto de la fertilización fosforada y variación estacional sobre el valor nutritivo de pasturas asociadas de Rye grass (*Lolium perenne L.*) y tréboles (*Trifolium pratense L.*; *Trifolium repens L.*) en Pachacayo- Junín no se encontró diferencias significativas sobre el contenido de materia seca (24.1% y 24.7%, con y sin fertilización), materia orgánica (88.3% y 87.6%, con y sin fertilización) y proteína cruda (17.3% y 16.3% con y sin fertilización), indicando que la dosis de mantenimiento de 80 kg de P₂O₅ há⁻¹, no resultó suficiente como para mostrar un incremento significativo sobre los nutrientes señalados, debido a que las leguminosas requieren de grandes cantidades de fósforo para estimular el desarrollo radicular de las plantas, incrementar los procesos de nodulación en número y peso y lograr un óptimo rendimiento; sin embargo cuando se evalúan parámetros agronómicos (tasa de crecimiento y producción de forraje), el efecto de la fertilización fosforada resulta altamente significativo (Díaz 2 001).

En Cajamarca, Vallejos (2 008) evaluando la asociación Rye grass-Trébol blanco durante la época de lluvia (marzo, abril) con periodos de descanso de 50 días, reporta 12.01% de proteína cruda; Figueroa y Perinango (2 000) durante la época de sequía (Junio) y con periodos de descanso de 55 días obtuvieron 11.68% de proteína. Mondragón (1 977), evaluó tres estados de crecimiento de la asociación Rye grass - Trébol obteniendo resultados de 13.8%, 12.46% y 11.11% de proteína correspondiente a 30, 45 y 60 días de crecimiento, respectivamente, y señala que por cada día de edad de la pastura, la proteína disminuye 0.08%; y Vigo (1 973), a los 35 días de crecimiento de la asociación Rye grass

- Trébol durante la época de lluvia (Marzo) e inicios de lluvia (Octubre) obtuvo un promedio de 11.2 % de proteína cruda.

2.2.5. Fertilizante utilizado

2.2.5.1. Definición

Se ha utilizado Fertiabono, que es un abono balanceado producto de más de 25 años de investigaciones, elaborado en base a las características físico-químicas y bioquímicas de cada uno de los suelos donde será utilizado. Está compuesto entre 65 a 75 % por productos naturales y los nutrientes que contiene están físico-química y químicamente equilibrados para no producir alteraciones negativas en los suelos y obtener de los cultivos los más altos rendimientos.

Es un mejorador personalizado de suelos. Su innovadora tecnología se base en fabricar un abono para cada tipo de suelo a partir del análisis de su comportamiento bioquímico; por lo tanto, al conocer no solo el nivel de deficiencia o exceso de los macro y micro nutrientes del suelo, sino además, cómo estos interactúan entre sí; es que nuestros científicos son capaces de formular un abono específico o personalizado que permita corregir los desequilibrios bioquímicos que pueda tener el suelo logrando la recuperación de su fertilidad natural, teniendo como resultado final altos rendimientos de los cultivos a menor costo.

Fertiabono es ambientalmente más responsable. A diferencia de los fertilizantes tradicionales con formulaciones estándar N, P, K que son aplicados muchas veces de forma excesiva e indiscriminada por el agricultor creyendo, de forma errónea, que mientras más fertilizantes aplique a su suelo mejor será su producción agrícola; Fertiabono cuenta con una formulación que contiene exactamente todos los nutrientes que el suelo y cultivo necesitan disminuyendo significativamente la contaminación del agua,

suelo y aire por exceso de agro-químicos, permitiendo que el suelo mejore y que las plantas se desarrollen óptimamente.

2.2.5.2. Ficha Técnica

Composición

- 21 - 23 % de Nitrógeno amoniacal (N)
- 9 - 11 % de Fósforo (P_2O_5)
- 0.6 - 1.6 % de Potasio (K_2O)
- 0 - 20 % de Calcio (CaO)
- 250 - 750 ppm de Micronutrientes

(Entre el 60 % y 70 % de los nutrientes provienen de fuentes naturales orgánicas y minerales)

Presentación

Fertiabono rojo. Para suelos de pH inferior a 5.5 de reacción ultra ácida, muy fuertemente ácida y fuertemente ácida.

Presentado en bolsas de 50 kg de color rojo.

(Según las características del suelo, se elaboran 10 tipos de fertiabono rojo).

Fertiabono marrón. Para suelos de pH entre 5.5 y 6.5 de reacción moderadamente ácida y ligeramente ácida.

Presentado en bolsas de 50 kg de color marrón.

(Según las características del suelo, se elaboran 5 tipos de fertiabono marrón).

Fertiabono verde. Para suelos de pH entre 6.5 y 7.5 de reacción neutra.

Presentado en bolsas de 50 kg de color verde.

(Según las características del suelo, se elaboran 5 tipos de fertiabono verde).

Fertiabono azul. Para suelos de pH entre 7.5 y 8.4 de reacción ligeramente alcalina.

Presentado en bolsas de 50 kg de color azul.

(Según las características del suelo, se elaboran 5 tipos de fertiabono azul).

Fertiabono violeta. Para suelos de pH 8.5 de reacción moderadamente alcalina.

Presentado en bolsas de 50 kg de color violeta.

Fertiabono naranja. Para suelos de pH entre 8.5 y 9.4 de reacción fuertemente alcalina.

Presentado en bolsas de 50 kg de color naranja.

(Según las características del suelo, se elaboran hasta 5 tipos de fertiabono naranja).

Todos los tipos de fertiabono se presentan en forma de polvo fino (malla 1/16”).

Toxicidad

No tóxico en contacto con la piel. Sin embargo, para realizar aplicaciones manuales de grandes cantidades se recomienda utilizar guantes, lentes y máscara (no ingerir).

Solubilidad

Por estar constituido de fuentes orgánicas, minerales naturales y abonos químicos, los nutrientes en el suelo son aproximadamente 60 % de solubilidad (disponibilidad) inmediata y 40 % de solubilidad (disponibilidad) lenta.

Condiciones de elaboración

Contar con una muestra de la capa superficial del suelo a abonar. El análisis de la muestra permite determinar el tipo de fertiabono a utilizar.

Recomendaciones para su uso

- No adecuado para aplicaciones foliares mediante riego presurizado.
- Aplicar en época de lluvias o en suelos adecuadamente regados.

- Indicado para instalación (siembra) y mantenimiento de todo tipo de cultivo siempre que el clima permita su desarrollo.
- En el caso de mantenimiento de pasturas, puede utilizarse en aplicaciones sobre la superficie después del pastoreo o corte.
- Almacenar en lugares ventilados lejos de los dormitorios u otros ambientes donde permanecen las personas.

(Fuente: fertiabono.com/pdf/Fertiabono%20-%20Ficha%20Técnica.pdf)

2.2.5.3. Mejoramiento del Rendimiento de Pastos mediante la Utilización de Fertiabono en Cajamarca

Entre los años 2 011 y 2 012, en las áreas rurales de influencia de la compañía Minera Yanacocha, el Fondo de Crédito para el Desarrollo Agroforestal (FONCREAGRO) realizó trabajos de mejora de la fertilidad de suelos y rendimiento de pastos utilizando la tecnología fertiabono. Los resultados que se presentan corresponden a 5 051 parcelas cuyos suelos fueron analizados el 2 011 (antes del abonamiento) y que, un año después del abonamiento, fueron evaluadas en 12 comunidades y verificados en 540 parcelas adicionales.

En el caso del Centro Las Lagunas, ubicado a 3 900 msnm, donde en años anteriores sólo se había alcanzado rendimientos de materia verde de Rye grass de aproximadamente 3 Kg/m² utilizando abonamiento tradicional y encalado, con el abonamiento personalizado se ha alcanzado un rendimiento a 8 Kg/m².

Así mismo, en la comunidad de Hierba Buena (a 4 000 msnm) se ha registrado rendimientos de Rye grass de 11 Kg/m² con mayor densidad de siembra que en Las Lagunas.

El abonamiento personalizado en el cultivos de avena realizado en época de estiaje en el distrito de La Encañada, ha permitido incrementar el rendimiento de 1.12 Kg/m² a 5.42 Kg/m² de pastos verde. (fertiabono.com/experiencia_pastos_cajamarca_1.html)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODO

3.1. Lugar de Ejecución

La investigación se realizó en dos pisos altitudinales de la región quechua, elegidos por que la actividad principal de los productores es la crianza de ganado vacuno productor de leche, cuyas referencias meteorológicas y geográficas son:

- Centro poblado Polloc, ubicado en el Distrito La Encañada, Provincia de Cajamarca, a 2,800 msnm (en la región quechua baja), con temperatura promedio anual de 12° C, humedad relativa de 60% y precipitación pluvial anual de 800 mm. Las coordenadas referenciales de las parcelas son:

Experimental : 795 341,18 m E y 9 210 696,82 m S.

Testigo : 795 345,08 m E y 9 210 650,90 m S.

- Centro poblado Santa Aurelia, ubicado en el Distrito Cochán, Provincia de San Miguel, a una altitud 3,300 msnm (en la región quechua alta), con temperatura promedio anual de 10° C, humedad relativa de 70% y precipitación pluvial anual de 900 mm. Las coordenadas referenciales de las parcelas son:

Experimental : 747 359,12 m E y 9 230 177,05 m S.

Testigo : 747 367,52 m E y 9 230 269,25 m S.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología (SENAMHI) Cajamarca 2 011.

3.2. Materiales y Equipo

3.2.1. Material Experimental

- Semilla de Rye grass *ecotipo Cajamarquino*, procedente del Centro poblado Piobamba, distrito de Oxamarca, provincia de Celendín, y Trébol blanco variedad Huía, procedente de Nueva Zelanda.
- Fertilizante: Fertiabono (22 – 10 – 02 de NPK) procedente del Fondo de Crédito para el Desarrollo Agroforestal (FONCREAGRO).

3.2.2. Herramientas

Tiller, acoplado a un tractor, arado de palo con punta cortadora (aleta), hoces.

3.2.3. Equipos y materiales de campo

Balanza tipo reloj, wincha, jaulas de crecimiento de pastos, cuadrante de fierro, estacas, cordeles, bolsas de plástico y papel, rafia, libreta de campo.

3.3. Metodología de Trabajo

3.3.1. Pasturas (Rye grass – Trébol blanco)

Para el desarrollo de la investigación se consideró formar parcelas cuyo tamaño muestral fue de una hectárea tanto para la parcela experimental como para la parcela testigo.



Foto 1: Parcelas experimental y testigo, en Polloc



Foto 2: Parcelas experimental y testigo, en Cochán

Se realizó un corte de homogenización de las pasturas para luego realizar una resiembra con 10 kg de semilla de Rye grass y 1 kg de semilla de Trébol blanco mediante la roturación del terreno con tiller acoplado a un tractor en la localidad de Polloc y con arado de “punta – aleta” en la localidad de Cochán, para mejorar la aireación y luego se incorporó 10 bolsas de Fertiabono (22-10-02 de NPK), 5 bolsas al inicio del experimento y 5 bolsas después de 6 meses.

La parcela experimental se dividió en tres sub parcelas de 50 x 66 m. las cuales tuvieron un periodo de descanso de 35, 50 y 65 días y la parcela testigo tuvo un periodo de descanso variable, entre 70 y 80 días, considerando la costumbre de los productores de la región.

3.3.2. Animales Utilizados

Se seleccionaron 12 vacas Holstein en producción, entre finales del primer tercio y mitad del segundo tercio de lactación, distribuyéndolas al azar (06 para cada tratamiento experimental y testigo). Los animales fueron sometidos a un pastoreo rotativo, con cerco eléctrico en las parcelas experimentales y pastoreo a estaca en las parcelas testigo, asignándoles aproximadamente 45 kg de forraje verde por animal por día, esto les permitió ocupar los potreros entre 7 a 8 días en cada parcela.

El grupo de vacas ingresó a las parcelas experimentales a los 35, 50 y 65 días de crecimiento de la asociación Rye grass – Trébol mientras que el grupo destinado a la parcela testigo ingresó entre los 70 y 80 días de crecimiento de la pastura.

3.4. Parámetros a Evaluar

3.4.1. Tasa de Rendimiento de la pastura

La tasa de rendimiento de la pastura es el incremento en tamaño y peso del nuevo tejido de hojas y tallos por unidad de tiempo, generalmente por día ($\text{kg MS há}^{-1} \text{ día}^{-1}$). El procedimiento para determinar la tasa de rendimiento consiste en cortar a ras de suelo las pasturas contenidas en cada jaula de crecimiento de 76cm. x 76 cm, de una área limitada a un cuadrante de 0.25 m^2 , colocado al interior de las jaulas para evitar el efecto del borde (Ñaupari 2 000). El pasto cortado cada 28 días fue depositado en una bolsa y transportado al Laboratorio de Análisis y Control de Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, para obtener el peso fresco y luego se secó en una estufa a 60°C por un tiempo de 48 horas, según la Association Of Official Agricultural Chemist (AOC

1 980) con el fin de obtener el porcentaje de materia seca. La tasa de rendimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) se determinó multiplicando el peso promedio (MS) obtenido de las jaulas de crecimiento de cada parcela por cuatro, teniendo en cuenta que se cortó una área de 0.25 m^2 de cada jaula de crecimiento, luego se llevó a hectárea ($10\,000 \text{ m}^2$) para finalmente dividir este valor entre el número de días transcurridos entre corte y corte y llevarlo a $\text{kg MS há}^{-1} \text{ día}^{-1}$ (Mercado 2 004).

Las jaulas fueron cambiadas de posición después de cada periodo de crecimiento (28 días), para evitar el probable efecto de corte sucesivo en la misma parcela pudiendo afectar la verdadera expresión de la tasa de rendimiento del forraje (Ñaupari 2 000).



Foto 3: Jaula de crecimiento de pasto

3.4.2. Producción y Composición Florística de la Pastura

Para determinar la producción total de forraje (en fresco y seco) para cada periodo de crecimiento, con y sin fertilización se multiplicó la tasa de rendimiento ($\text{kg MS há}^{-1} \text{ día}^{-1}$) por el número de días correspondientes a dichos periodos (35, 50 y 65 días para las parcelas experimentales y 70 a 80 días para las parcelas testigo), para luego sumar los subtotales correspondientes al tiempo que durará el estudio. El resultado obtenido será la producción de forraje para ese periodo ($\text{kg MS há}^{-1} \text{ periodo}^{-1}$), (Mercado 2 004).

Para determinar la composición florística de las áreas de cada tratamiento, se obtuvieron muestras al inicio del estudio utilizando cuadrantes rectangulares de 0.25 m^2 , haciendo cortes al ras del suelo, separando las pasturas por especies. El forraje obtenido fue llevado al Laboratorio de Control de Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias

de la Universidad Nacional de Cajamarca para ser pesados en fresco y luego ser secados en una estufa a 60 °C por 48 horas, de esta manera se determinó la producción por especie y la composición florística expresada en porcentaje.



Foto 4: Evaluación de la pastura

3.4.3. Composición Química de la Pastura

La colección de muestras para la evaluación del aporte nutritivo del forraje se realizó empleando la técnica de simulación manual que consiste en la imitación del consumo de forraje por los animales, para lo cual se localizó 12 jaulas de crecimiento en la parcela experimental y se cosechó manualmente en el área comprendida dentro de las jaulas de crecimiento. Obtenidas las muestras de la composición botánica de la pastura, se trasladaron al Laboratorio de Análisis y Control de Alimentos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca para determinar el contenido de Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC) y Fibra Detergente Neutro (FDN). Para determinar la MS se empleó el método de Van Soest, para la PC se empleó el método

Semi-Micro Kjeldahl de acuerdo a las normas (AOC 1 980). La Fibra Detergente Neutro (FDN) se determinó por el método de Van Soest (1 985).

3.5. Diseño del Experimento

Los datos obtenidos de las variables evaluadas fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA) en un Diseño de Bloques Completos al Azar con 4 tratamientos y 12 repeticiones, en cada piso altitudinal.

Modelo lineal:

$$y_{ijkl} = \mu + T_i + B_j + E_{ijkl}$$

Donde:

y_{ijkl} = Medición de la observación

μ = Media poblacional

T_i = Efecto del tratamiento

B_j = Efecto de la frecuencia de pastoreo

E_{ijkl} = Error experimental

3.6. Tratamientos

En la localidad de Polloc: A 2,800 msnm.

T0 : Sin fertilización y frecuencia de pastoreo de 70 a 80 días.

T1 : Con fertilización, resiembra y frecuencia de pastoreo de 35 días.

T2 : Con fertilización, resiembra y frecuencia de pastoreo de 50 días.

T3 : Con fertilización, resiembra y frecuencia de pastoreo de 65 días.

En la localidad de Cochán: A 3,300 msnm.

T0 : Sin fertilización y frecuencia de pastoreo de 70 a 80 días.

T1 : Con fertilización, resiembra y frecuencia de pastoreo de 35 días.

T2 : Con fertilización, resiembra y frecuencia de pastoreo de 50 días.

T3 : Con fertilización, resiembra y frecuencia de pastoreo de 65 días.

La prueba de diferencia de medias de Duncan se empleó a un nivel de probabilidad de $\alpha=0.05$ a fin de detectar las diferencias estadísticas entre las variables motivo del estudio.

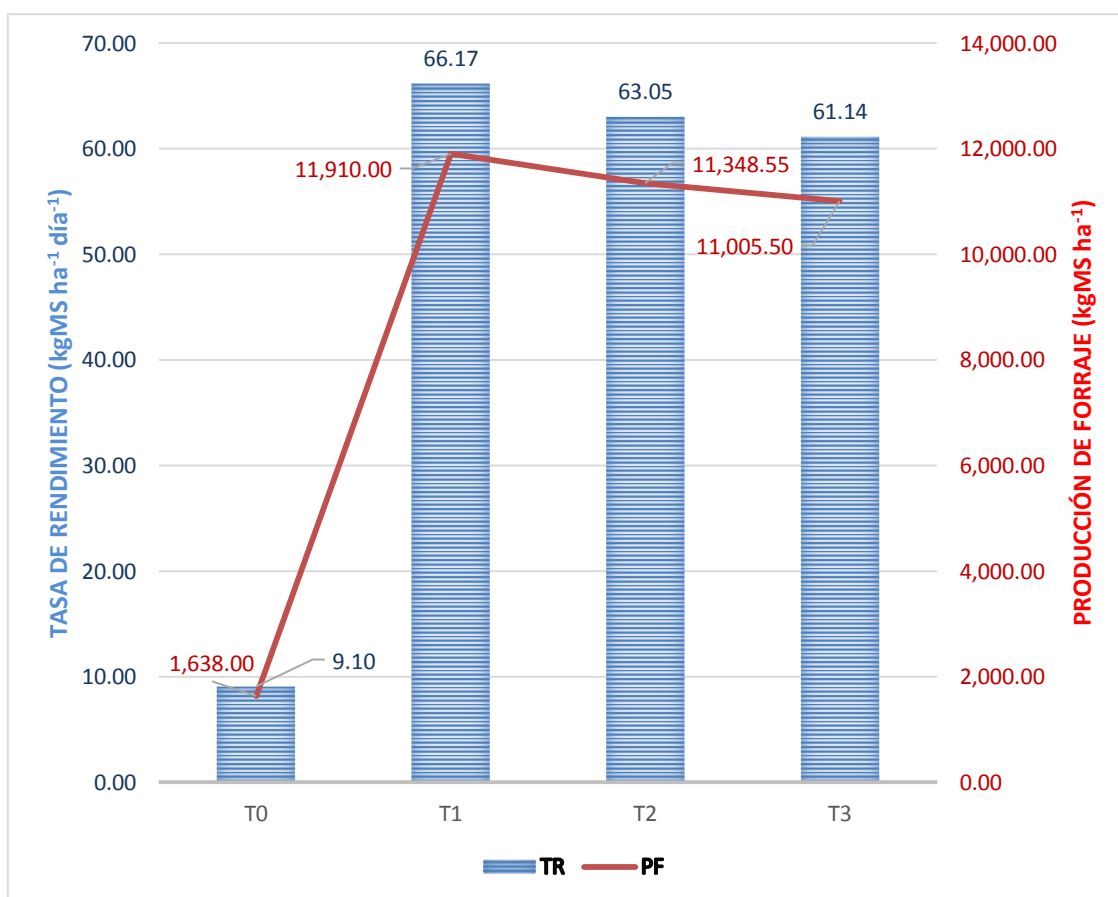
CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la Fertilización más Resiembra y la Frecuencia de Pastoreo sobre el Rendimiento de la Asociación Rye grass - Trébol blanco

Tabla 1. Tasa de Rendimiento y Producción de Forraje Promedio de las Pasturas en Polloc

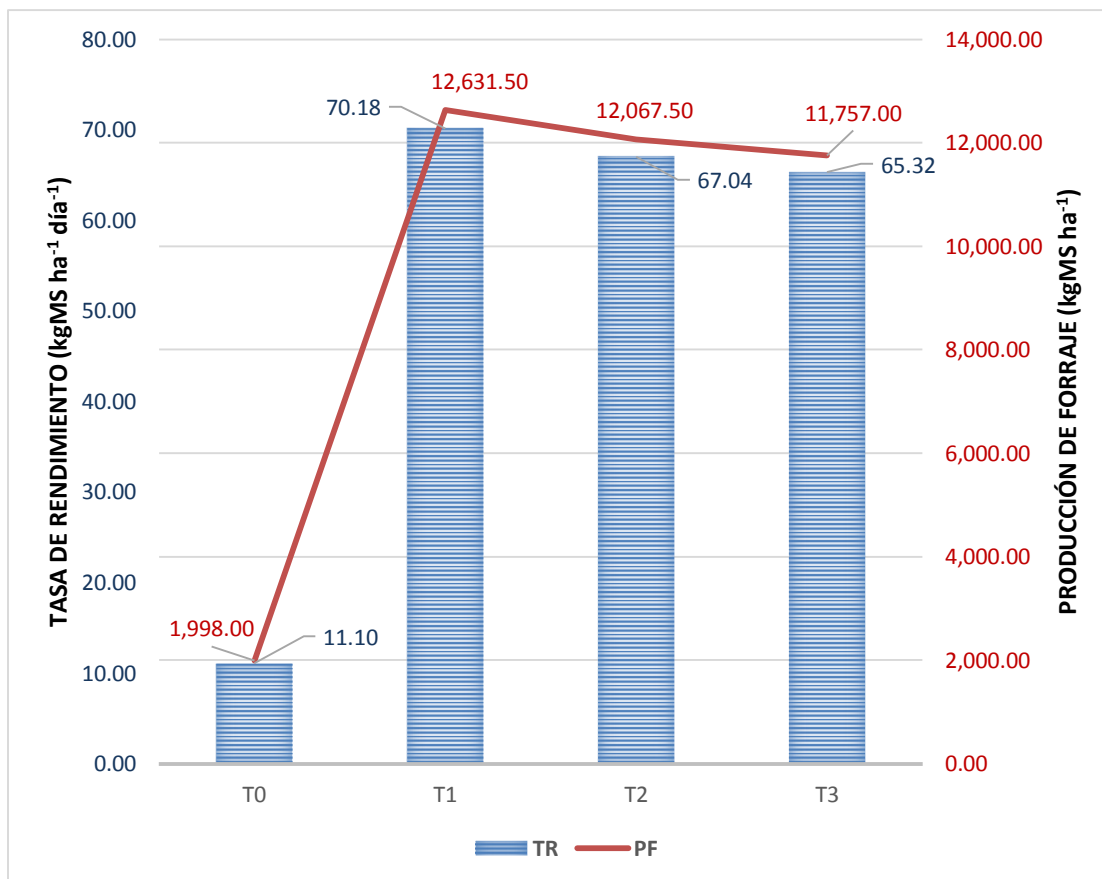
Tratamientos Parámetros	T0	T1	T2	T3
Tasa de Rendimiento (kg MS há ⁻¹ día ⁻¹)	9.10 ^b	66.17 ^a	63.05 ^a	61.14 ^a
Producción de Forraje (kg MS há ⁻¹)	1 638.00 ^b	11 910.00 ^a	11 348.55 ^a	11 005.50 ^a



Gráfica 1. Tasa de Rendimiento y Producción de Forraje Promedio de las Pasturas en Polloc

Tabla 2. Tasa de Rendimiento y Producción de Forraje Promedio de las Pasturas en Cochán

Tratamientos Parámetros	T0	T1	T2	T3
Tasa de Rendimiento (kg MS há ⁻¹ día ⁻¹)	11.10 ^b	70.18 ^a	67.04 ^a	65.32 ^a
Producción de Forraje (kg MS há ⁻¹)	1 998.00 ^b	12 631.50 ^a	12 067.50 ^a	11 757.00 ^a



Gráfica 2. Tasa de Rendimiento y Producción de Forraje Promedio de las Pasturas en Cochán

En las tablas 1 y 2, gráficas 1 y 2 se aprecia que la resiembra y fertilización con 22 N-10 P-02 K tuvo efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la tasa de rendimiento y producción de forraje de las pasturas en Polloc y Cochán.

La tasa de rendimiento promedio de las parcelas fertilizadas y resembradas (63.44 Kg MS há⁻¹día⁻¹ en Polloc y 67.55 Kg MS há⁻¹día⁻¹ en Cochán) son superiores a las parcelas no

fertilizadas ni resembradas (9.1 Kg MS há⁻¹día⁻¹ en Polloc y 11.1 Kg MS há⁻¹día⁻¹ en Cochán). Consecuentemente la producción de forraje promedio de las parcelas fertilizadas y resembradas (11 421 Kg MS há⁻¹ en Polloc y 12 152 Kg MS há⁻¹ en Cochán) son superiores a las no fertilizadas ni resembradas (1 638 Kg MS há⁻¹ en Polloc y 1 998 Kg MS há⁻¹ en Cochán).

Esto se puede atribuir por un lado al efecto de la roturación del suelo para la resiembra con semillas de Rye grass y Trébol blanco, y por otro lado a la fertilización con nitrógeno y fósforo que permite mayor crecimiento de las raíces generando un incremento en la utilización de carbohidratos y consecuentemente en el tamaño y número de los nódulos de las bacterias *Rhizobium* en las raíces del trébol blanco, aumentando la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico en el suelo. Adicionalmente las buenas condiciones de aireación, humedad, pH de los suelos: 6.95 en Polloc y 4.93 en Cochán, así como contenido de materia orgánica: 7.1% en Polloc y 5.2% en Cochán (según análisis de suelos, páginas 97 y 98 en apéndice) contribuyen a estimular la actividad microbiana y reacciones químicas, la descomposición de la materia orgánica y mineralización de las formas orgánicas del nitrógeno, así como la absorción de nutrientes.

Coincidimos con Moreno (2 001) y Rivera (2 004), quienes sostienen que la fertilización fosforada incrementa la tasa de rendimiento mensual de la asociación leguminosa-gramínea, debido a que el fósforo es probablemente el elemento principal requerido por las leguminosas en grandes cantidades para su óptimo desarrollo, así mismo tiene influencia sobre la fijación simbiótica del nitrógeno, al estimular el crecimiento radicular de las plantas favoreciendo la nodulación bacterial del *Rhizobium*. Beneficia indirectamente a la gramínea ya que el nitrógeno fijado por las leguminosas puede ser usado por ella misma al pasar al suelo, para ser aprovechado por las gramíneas asociadas con leguminosas, incrementando su crecimiento y desarrollo.

Las tasas de rendimiento promedio obtenidas en nuestro experimento, de 63.44 y 67.51 Kg MS há⁻¹día⁻¹ en Polloc y Cochán respectivamente, así como la producción de forraje promedio, de 11 421 y 12 152 Kg MS há⁻¹ son inferiores a las obtenidas por Vallejos (2 009) con tasa de rendimiento de 73.7 Kg MS há⁻¹día⁻¹ y producción de forraje de 13 309 Kg MS há⁻¹, debido posiblemente a la fertilización usada con 80 Kg de P₂O₅ há⁻¹, así como son inferiores a las obtenidas por Velásquez (2 011) con tasa de rendimiento de 70.21 Kg MS há⁻¹día⁻¹ y producción de forraje de 12 637.8 Kg MS há⁻¹, pero son superiores a las encontradas en la sierra central por Rivera (2 004) con tasas de rendimiento de 31.5, 26.2 y 24.6 Kg MS há⁻¹día⁻¹ y producciones de forraje de 11 043; 9 442 y 8 869 Kg MS há⁻¹, a pesar de haber utilizado dosis de fertilización de 160, 80 y 240 Kg de P₂O₅ há⁻¹; nuestros resultados también son superiores a los resultados obtenidos por Moreno (2 001) con tasa de rendimiento de 28.06 Kg MS há⁻¹día con producción de forraje de 9 916 Kg MS há⁻¹, cuando utilizó dosis de fertilización de 80 Kg de P₂O₅ há⁻¹, y 24.13 Kg MS há⁻¹día⁻¹ con producción de forraje de 8 548 Kg MS há⁻¹, cuando no utilizó fertilización fosforada; de igual manera la producción de forraje obtenida en nuestro experimento es superior a lo reportado por Bazán (2 013) en un experimento realizado en pasturas de Rye grass – Trébol blanco en el Centro Experimental Tar Tar del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) Cajamarca, con rendimientos de 5 360 Kg de MS há⁻¹ fertilizando con 146.5 kg de urea há⁻¹, 217 kg há⁻¹ de superfosfato triple de calcio y 82 kg há⁻¹ de cloruro de potasio, mientras que fertilizando con 755 kg há⁻¹ de guano de isla, 80.5 kg há⁻¹ de superfosfato triple de calcio y 50.5 kg há⁻¹ de cloruro de potasio obtuvo 4 140 kg de MS há⁻¹, y cuando no utilizó ningún fertilizante obtuvo un rendimiento de 3 960 kg de MS há⁻¹.

Estas diferencias se pueden atribuir en parte a la resiembra con semillas de Rye grass y Trébol blanco, luego de la roturación del terreno y al mayor contenido de nutrientes,

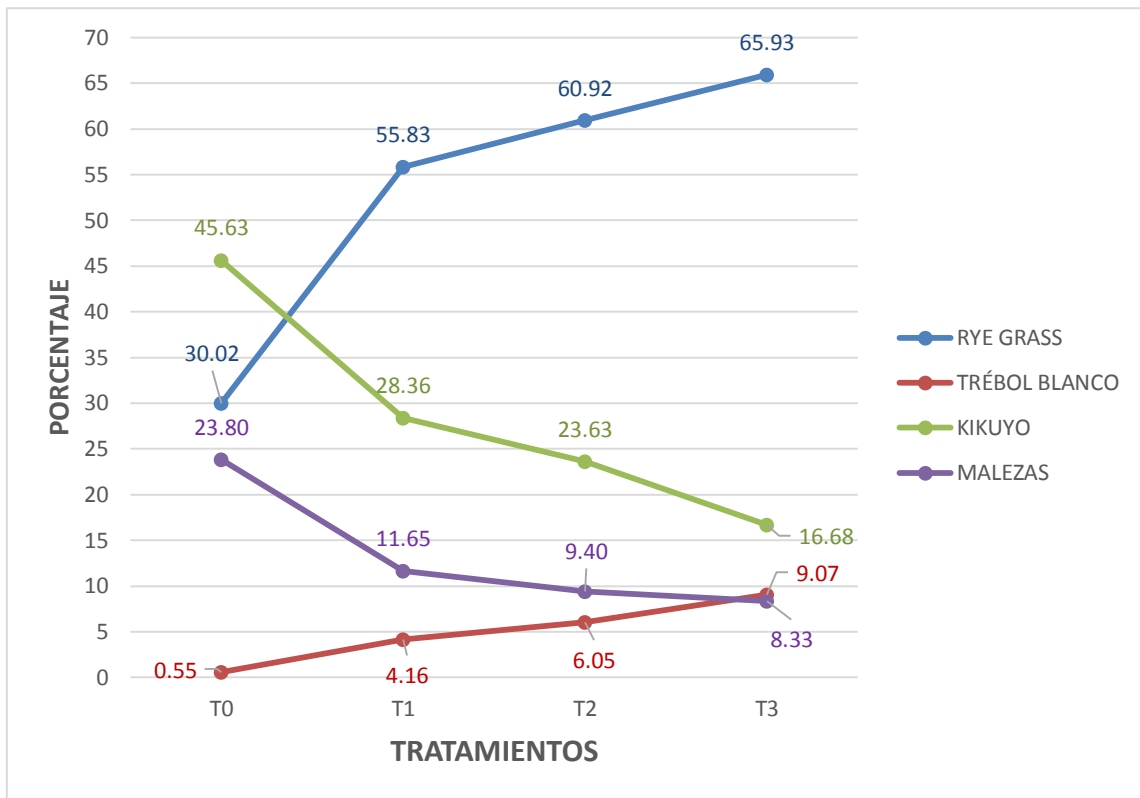
específicamente de fósforo en los suelos: 12.08 ppm en Polloc y 5.67 ppm en Cochán (según análisis de suelos, páginas 97 y 98 en apéndice), así como a la diferencia de condiciones del suelo (textura, materia orgánica, pH, humedad), de las condiciones climáticas (precipitación pluvial, humedad relativa, temperatura), y de la altitud sobre el nivel del mar en que se desarrollaron estos estudios.

Sin embargo, al expresar los incrementos obtenidos en porcentaje, nuestros valores de 84.58% a favor de las parcelas fertilizadas (65.48 Kg MS há⁻¹día⁻¹ frente a 10.1 Kg MS há⁻¹día⁻¹) son semejantes a los de Velásquez (2 011) de 84.24%, pero superiores a los reportados por Vallejos (2 009) de 16.3%, así como superiores a los reportados por Moreno (2 001) de 16% y por Rivera (2 004) de 13%, probablemente debido al efecto de la resiembra con Rye grass y Trébol blanco, previa roturación del terreno para favorecer la aireación y retención de humedad del suelo, mejorando consecuentemente la actividad microbiana, la fijación del nitrógeno atmosférico por las bacterias *Rhizobium*, la tasa de descomposición de la materia orgánica, la tasa de mineralización de las formas orgánicas del nitrógeno y carbono, y la absorción de nutrientes por las raíces.

4.2. Efecto de la Fertilización más Resiembra y la Frecuencia de Pastoreo sobre la Composición Florística de la Asociación Rye grass - Trébol blanco

Tabla 3. Composición Florística Promedio de las Pasturas en Polloc (%)

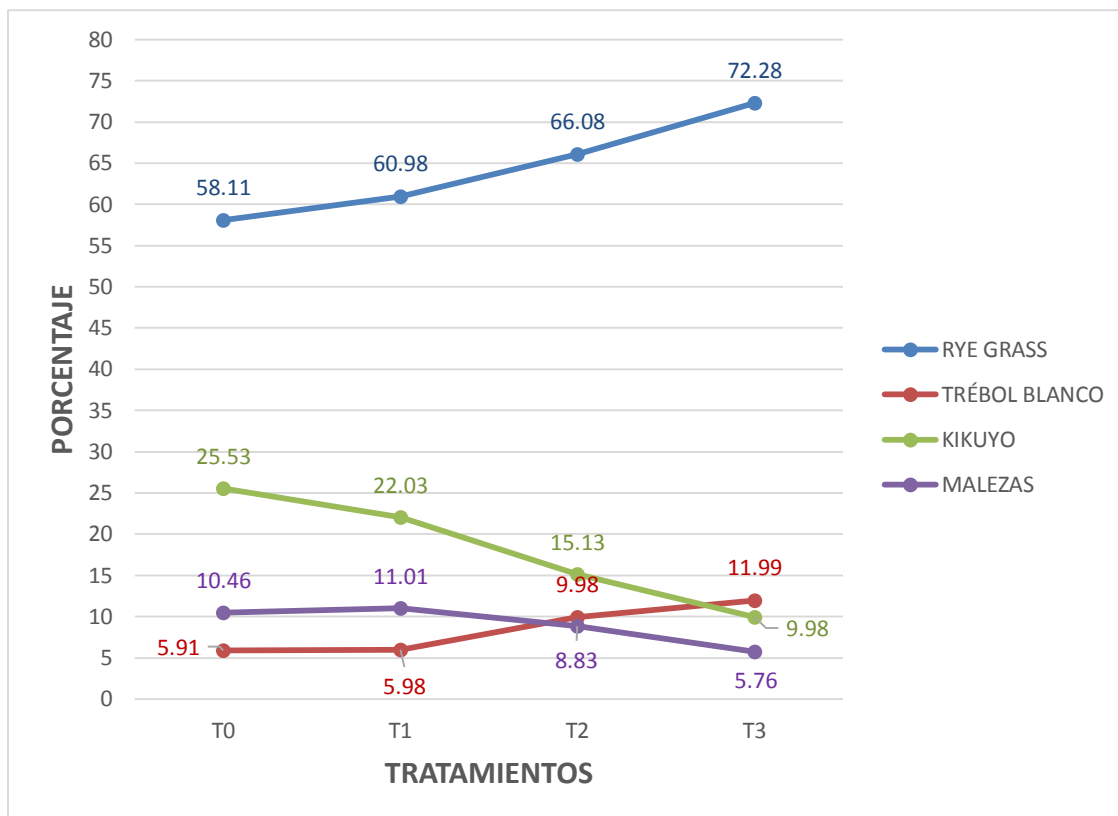
Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Especie				
Rye grass	30.02c	55.83bc	60.92ab	65.93a
Trébol blanco	0.55d	4.16c	6.05b	9.06a
Kikuyo	45.63a	28.36b	23.63b	16.68b
Malezas	23.80a	11.65b	9.40b	8.33b



Gráfica 3. Composición Florística Promedio de las Pasturas en Polloc (%)

Tabla 4. Composición Florística Promedio de las Pasturas en Cochán (%)

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Especie				
Rye grass	58.11c	60.98c	66.08b	72.27a
Trébol blanco	5.91d	5.98c	9.97b	11.99a
Kikuyo	25.53a	22.03ab	15.12bc	9.98c
Malezas	10.45a	11.01a	8.83a	5.76a



Gráfica 4. Composición Florística Promedio de las Pasturas en Cochán (%)

En las tablas 3 y 4 y gráficas 3 y 4 se puede observar el efecto favorable de la resiembra con semilla de Rye grass y Trébol blanco, así como de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre la composición florística de las pasturas instaladas. El porcentaje de Rye grass (*Lolium multiflorum*) promedio de las parcelas fertilizadas fue superior (60.89% en Polloc y 66.4% en Cochán) a las parcelas no fertilizadas (30.02% en Polloc y 58.11% en Cochán) lográndose un incremento de 30.87% y 8.3% en las parcelas fertilizadas de Polloc y Cochán respectivamente, debido probablemente al efecto de la resiembra con semilla de Rye grass, así como al efecto del nitrógeno y fósforo sobre el macollamiento y el crecimiento de las plantas, como consecuencia de la aireación del suelo y la resiembra con semilla de Rye grass y Trébol blanco; además las gramíneas responden mejor a la fertilización nitrogenada. La aireación mejora la capacidad de retención de humedad del suelo favoreciendo probablemente más a las especies cultivadas que a las malezas.

A medida que se prolonga la frecuencia de pastoreo (de 35, 50 y 65 días), el porcentaje de Rye grass también se incrementa significativamente, probablemente por el hábito de crecimiento erecto del Rye grass que le permite exponer sus hojas a la radiación solar para realizar ventajosamente la fotosíntesis y produciendo sombra a las otras especies de crecimiento menor, las que son afectadas negativamente.

Nuestros resultados son similares a los obtenidos por Horna (2 002) quien utilizando superguano (14-12-4 de NPK) en pasturas del valle de Cajamarca incrementó el Rye grass en 20%, así como son semejantes a los resultados de Rivera (2 004) en pasturas de Rye grass – Trébol en la Sociedad Agrícola de Interés Social (SAIS) “Túpac Amaru”, Junín reportando 12% a favor del Rye grass fertilizado con 80 kg P há⁻¹, pero son superiores a los resultados de Vallejos (2 009) quien incrementó el porcentaje de Rye grass en 1.2% en parcelas de Rye grass – Trébol en el valle de Cajamarca, fertilizadas con 80 kg P há⁻¹; y son inferiores a los resultados de Velásquez (2 011), quién incrementó el Rye grass en 58.71% en parcelas de Rye grass – Trébol en La Encañada, posiblemente debido a las mejores condiciones físico químicas del suelo y a mayor densidad de semilla de Rye grass utilizada para la resiembra.

El porcentaje de trébol blanco (*Trifolium repens*) promedio de las parcelas fertilizadas fue superior (6.42% en Polloc y 9.32% en Cochán) que las parcelas no fertilizadas (0.55% en Polloc y 5.91% en Cochán), lográndose un incremento de 5.87% y 3.41% en las parcelas fertilizadas de Polloc y Cochán respectivamente, debido probablemente a la resiembra con semilla de trébol blanco inoculada con *Rhizobium trifolii*, así como al efecto del fósforo sobre el incremento en número y peso de los nódulos y el crecimiento de las raíces del trébol, lo que repercute en la mayor ramificación de los estolones y aumento del follaje; además, las leguminosas responden mejor a la fertilización fosforada.

A medida que se prolonga la frecuencia de pastoreo, el porcentaje de trébol también se incrementa significativamente, probablemente por el mayor crecimiento de los rizomas y estolones y la formación de nuevos tallos aéreos y hojas.

Nuestros resultados son similares a los obtenidos por Rivera (2 004) en pasturas de Rye grass – Trébol en la SAIS “Túpac Amaru” Junín, reportando 4.1% a favor del trébol fertilizado con 80 kg P há⁻¹, así como similares a los resultados de Vallejos

(2 009) quien incrementó el porcentaje de trébol en 3% en parcelas de Rye grass – Trébol en el valle de Cajamarca, fertilizadas con 80 kg P há⁻¹; pero son inferiores a los resultados de Velásquez (2 011), quién incrementó el trébol blanco en 13.16% en parcelas de Rye grass – Trébol en La Encañada, posiblemente debido a las mejores condiciones del suelo y a la mayor densidad de semilla de trébol utilizada para la resiembra.

Se puede observar además el efecto desfavorable de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), cuyo promedio en las parcelas fertilizadas fue menor (22.89% en Polloc y 15.7% en Cochán) que en las parcelas no fertilizadas (45.63% en Polloc y 25.5% en Cochán), obteniéndose una reducción del kikuyo del orden del 22.74% y 9.8% en las parcelas fertilizadas de Polloc y Cochán respectivamente, debido probablemente al efecto favorable del nitrógeno y fósforo sobre el macollamiento y el crecimiento en las especies cultivadas, como consecuencia de la aireación del suelo y la resiembra, pero de efecto desfavorable para las especies naturalizadas como el kikuyo, además por la competencia de espacio, luz, humedad y nutrientes del suelo. La aireación mejora la capacidad de retención de humedad del suelo favoreciendo probablemente más a las especies cultivadas que a las especies naturalizadas como el kikuyo.

A medida que se prolonga la frecuencia de pastoreo, el porcentaje de kikuyo disminuye, probablemente porque el Rye grass que tiene un crecimiento más alto produce sombra al kikuyo, impidiéndole realizar ventajosamente la fotosíntesis y retrasándose en su crecimiento a pesar de ser una especie C4 fotosintéticamente eficiente.

Finalmente se puede observar el efecto desfavorable de la fertilización con nitrógeno y fósforo sobre las malezas, cuyo promedio en las parcelas fertilizadas fue menor (9.79% en Polloc y 8.53% en Cochán) que en las parcelas no fertilizadas (23.8% en Polloc y 10.5% en Cochán), obteniéndose una reducción de 14.01% y 1.97% de malezas en las parcelas sembradas y fertilizadas en Polloc y Cochán respectivamente, debido probablemente al efecto favorable del nitrógeno y fósforo sobre el macollamiento y el crecimiento en las especies cultivadas, como consecuencia de la aireación del suelo y la resiembra con especies deseables, pero ejerciendo un efecto desfavorable en las especies no cultivadas e invasoras como las malezas. La aireación mejora la capacidad de retención de humedad del suelo favoreciendo más a las especies cultivadas que a las malezas como lengua de vaca (*Rumex sp.*), llantén (*Plantago lanceolata*), amargón (*Taraxacum officinale*) y junquillo (*Cyperus sp.*); adicionalmente el mayor crecimiento del Rye grass provoca sombra la que perjudica a las malezas como llantén y amargón, además por la competencia de espacio, luz, humedad y nutrientes del suelo.

A medida que se prolonga la frecuencia de pastoreo, el porcentaje de malezas disminuye, probablemente porque el Rye grass que tiene un crecimiento más alto produce sombra a las malezas que tienen dificultad para realizar ventajosamente la fotosíntesis.

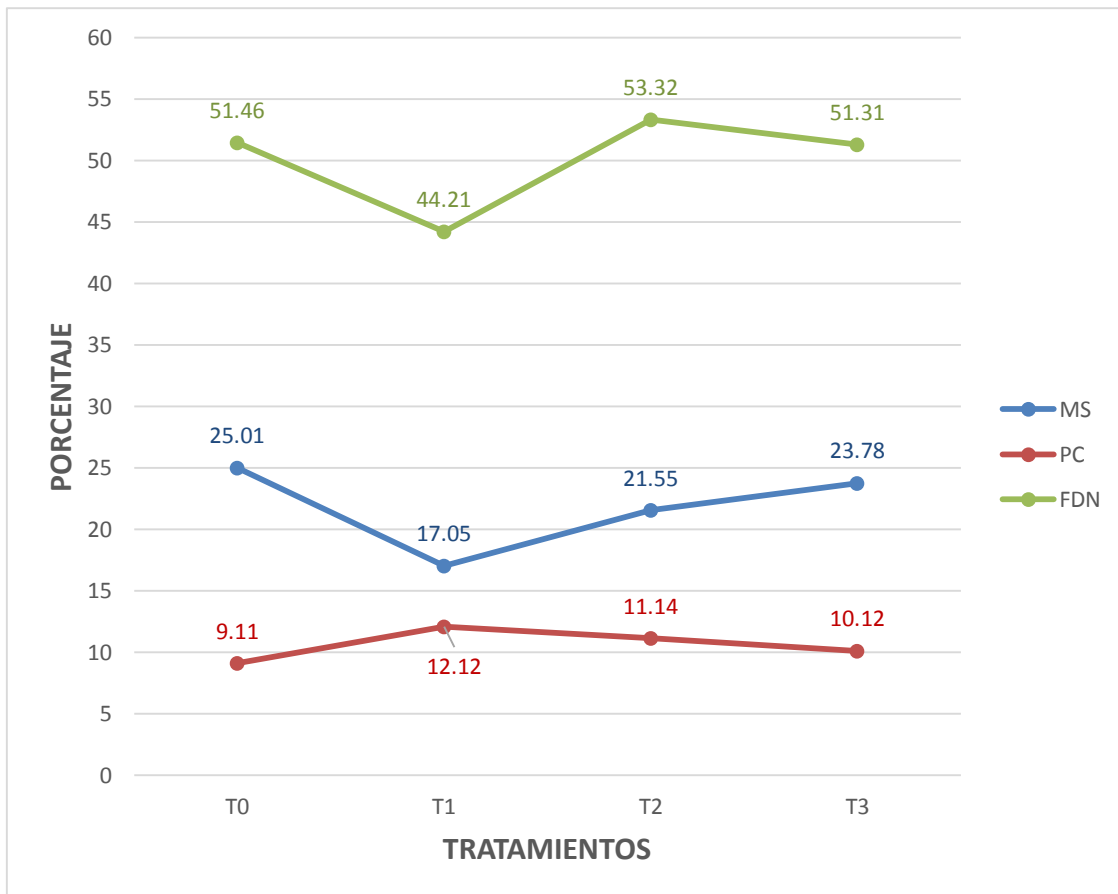
Nuestros resultados obtenidos en Polloc son superiores y los obtenidos en Cochán son semejantes a los reportados por Vallejos (2 009) quien reporta una reducción de malezas de 1.9% en pasturas del valle de Cajamarca; pero son inferiores a los reportados por Horna

(2 002) con una reducción de malezas del 20%, así como son inferiores a los resultados de Velásquez (2 011), con una reducción de malezas del 71,87%, debido probablemente al efecto de la resiembra con Rye grass y Trébol blanco, y al efecto de la fertilización con nitrógeno y fósforo; así como probablemente debido a las diferentes condiciones del suelo, condiciones climatológicas y densidades de semilla de Rye grass y Trébol blanco utilizadas para la resiembra.

4.3. Efecto de la Fertilización más Resiembra y la Frecuencia de Pastoreo sobre la Composición Química de la asociación Rye grass - Trébol blanco

Tabla 5. Composición Química Promedio de las Pasturas en Polloc (%)

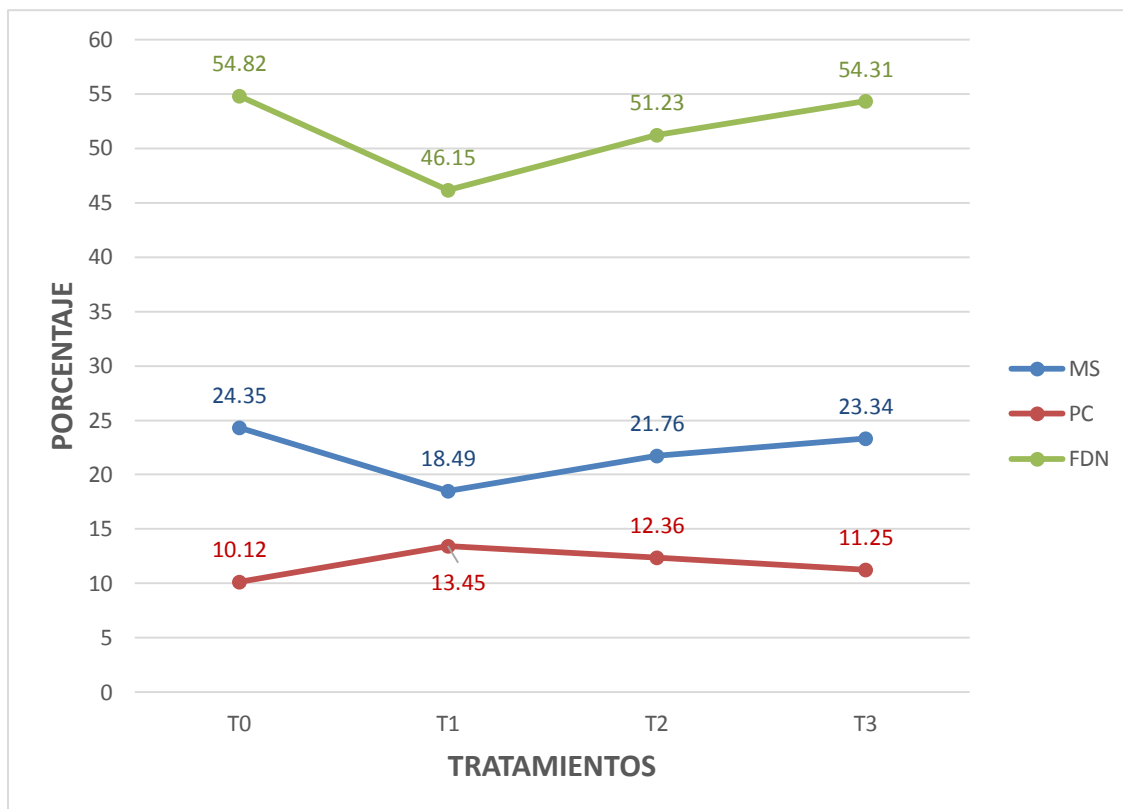
Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Componentes				
MS	25.01 a	17.05 c	21.55 c	23.78 ab
PC	9.11 c	12.12 a	11.14 ab	10.12 bc
FDN	51.46 a	44.21 b	53.32 a	51.31 a



Gráfica 5. Composición Química Promedio de las Pasturas en Polloc (%)

Tabla 6. Composición Química Promedio de las Pasturas en Cochán (%)

Tratamientos	T0	T1	T2	T3
Componentes				
MS	24.35a	18.49c	21.76c	23.34ab
PC	10.12c	13.45a	12.36ab	11.25bc
FDN	54.82 ^a	46.15c	51.23b	54.31a



Gráfica 6. Composición Química Promedio de las Pasturas en Cochán (%)

En las tablas 5 y 6 y gráficas 5 y 6 se aprecia la composición química promedio de las parcelas experimentales y testigo en Polloc y Cochán respectivamente, donde las parcelas testigo tienen contenidos de materia seca estadísticamente superiores (25% y 24.3% en Polloc y Cochán) que el promedio de las parcelas experimentales (20.79% y 21.19% en Polloc y Cochán), debido probablemente a que las parcelas experimentales fueron utilizadas a edades más tempranas (35, 50 y 65 días) que las parcelas testigo (de 70 a 80 días aproximadamente, según la costumbre de los productores de la zona).

A medida que se prolongan los días de utilización de las pasturas en las parcelas experimentales, el porcentaje de materia seca aumenta, porque a medida que aumenta la edad de la planta, aumentan también algunos componentes que conforman la materia seca, como la fibra, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y cenizas; disminuyendo la proteína y el contenido de agua.

Nuestros resultados en las parcelas testigo son superiores y en las parcelas experimentales son similares, a los reportados por Vallejos (2 009) en pasturas del valle de Cajamarca: 21.49% y 21.73% de materia seca en promedio para las parcelas testigo y experimental respectivamente, debido posiblemente a la similitud en las edades de aprovechamiento de las pasturas (30, 50 y 70 días). Del mismo modo son semejantes a los resultados reportados por Díaz (2 001) en pasturas asociadas de Rye grass, Trébol rojo y Trébol blanco, evaluadas cada 3 meses en Pachacayo, Junín: 24.1% y 24.7% de MS para las parcelas con y sin fertilización fosforada, atribuyendo a la similitud en los estados fenológicos de las pasturas evaluadas.

Referente a proteína cruda, las parcelas testigo tienen contenidos numéricamente inferiores (9.11% y 10.12% en Polloc y Cochán, respectivamente) a las parcelas experimentales (11.13% y 12.35% en Polloc y Cochán, respectivamente), debido probablemente a que las parcelas experimentales fueron utilizadas a edades más tempranas (35, 50 y 65 días) que las parcelas testigo (de 70 a 80 días aproximadamente, utilizadas según la costumbre de los productores de la zona). Por otro lado el fósforo también tendría un efecto indirecto sobre el incremento de proteína de las pasturas a través del aumento en número y peso de los nódulos de las leguminosas y de la masa microbiana del suelo, lo cual mejoraría la fijación de nitrógeno, necesario para la síntesis de proteína de la planta.

A medida que se prolongan los días de utilización de las pasturas en las parcelas experimentales, el porcentaje de proteína cruda disminuye ligeramente, porque a medida que aumenta la edad de la planta, aumentan también algunos nutrientes que conforman la materia seca, como la fibra, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y cenizas; disminuyendo la proteína y el contenido de agua.

Nuestros resultados son similares a los reportados por Vallejos (2 009) en pasturas del valle de Cajamarca: 12.64% y 11.99% de proteína cruda en promedio para las parcelas testigo y experimental, respectivamente, debido posiblemente a la similitud en las edades de aprovechamiento de las pasturas (30, 50 y 70 días). Así como son menores a los resultados reportados por Díaz (2 001) en pasturas asociadas de Rye grass, Trébol rojo y Trébol blanco, evaluadas cada 3 meses en Pachacayo, Junín: 17.3% y 16.3% de PC para las parcelas con y sin fertilización fosforada (80 kg P₂O₅ há⁻¹), atribuyendo a que las leguminosas requieren de grandes cantidades de fósforo para estimular el desarrollo de las raíces de las plantas, incrementar los procesos de nodulación y lograr un óptimo rendimiento; la diferencia con nuestros resultados se debe posiblemente a que él evaluó triple asociación, con Trébol rojo y blanco, cuya proporción de leguminosas era de 15% y las nuestras de 10% y 3.2% en las parcelas experimentales y testigo respectivamente.

Del mismo modo, nuestros resultados son semejantes a los reportados por Vallejos (2 008): 12.01%, a los de Figueroa y Perinango (2 000): 11.68%, Mondragón (1 977): 13.8%, 12.46% y 11.11%, y a los de Vigo (1 973): 11.2%, debido posiblemente a la similitud en las edades de aprovechamiento de las pasturas (35, 50 y 60 días).

En lo que se refiere a fibra detergente neutro (FDN), las parcelas testigo tienen contenidos numéricamente superiores (51.46% y 54.82% en Polloc y Cochán, respectivamente) al promedio de las parcelas experimentales (49.61% y 50.56% en Polloc y Cochán, respectivamente), debido probablemente a que las parcelas experimentales fueron utilizadas a edades más tempranas (35, 50 y 65 días) que las parcelas testigo (de 70 a 80 días aproximadamente, utilizadas según la costumbre de los productores de la zona).

A medida que se prolongan los días de utilización de las pasturas en las parcelas experimentales, el porcentaje de FDN aumenta, porque a medida que aumenta la edad de

la planta, aumentan también algunos nutrientes que conforman la materia seca, como la fibra bruta (FB); disminuyendo la proteína y el contenido de agua.

Nuestros resultados son similares a los reportados por Vallejos (2 009) en pasturas del valle de Cajamarca: 52.64% y 50.49% en promedio para las parcelas testigo y experimental, respectivamente, debido posiblemente a la similitud en las edades de aprovechamiento de las pasturas (30, 50 y 70 días).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. La fertilización más resiembra incrementó 54.34 kg MS há⁻¹ día⁻¹ y 56.45 kg MS há⁻¹ día⁻¹ la tasa de rendimiento en Polloc y Cochán respectivamente, así como la producción de forraje (9 783 kg MS há⁻¹ y 10 154 kg MS há⁻¹) y mejoró la composición florística de la pastura: el Rye grass subió 30.87% y 8.3%, el trébol blanco subió 5.87% y 3.41%, el kikuyo bajó 22.74% y 9.8% y las malezas bajaron 14.01% y 1.97%, considerando las bajas concentraciones de fósforo (12.08 ppm en Polloc y 5.67 ppm en Cochán) en el suelo.
2. La tasa de rendimiento y producción de forraje fueron incrementadas significativamente cuando la frecuencia de pastoreo fue 35 días.
3. La composición florística fue mejorada considerablemente cuando la frecuencia de pastoreo fue 65 días.
4. El contenido de proteína cruda de las pasturas (12.12% en Polloc y 13.45% en Cochán) fue estadísticamente superior cuando la frecuencia de pastoreo fue 35 días.

5.2. Recomendaciones

1. La fertilización nitrogenada y fosforada más resiembra, así como la frecuencia de pastoreo de 35 días, deben constituirse en prácticas permanentes y formar parte de un programa de manejo de pasturas por parte de los productores agropecuarios de la región Cajamarca con el objetivo de incrementar el rendimiento y la producción de sus pastos para mejorar la alimentación del ganado vacuno, así como mejorar la producción de leche.
2. Repetir el experimento en diferentes pisos altitudinales de la región durante tres años continuos a fin de determinar el nivel de frecuencia de pastoreo óptima para una eficiente utilización de las pasturas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Association Of Official Agricultural Chemist (AOC).1 980. Oficial Methods of Analysis (13th. Ed.) Association of Official Agricultural Chemist. Washington D.C.125 p.

Bernal, J. 1 986. Manual Pastos y Forrajes. Confederación Andina de Ganaderos, Federación Antioqueña de ganaderos y Junta del Acuerdo de Cartagena. 236 p.

Bojórquez, C. 1 994. Alimentación del ganado lechero en base a pasturas permanentes. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. IVITA. Huancayo.

Bojórquez, C. 1 998. Producción de pastos cultivados en tres zonas agroecológicas de la sierra central. Revista de Investigaciones Pecuarias; 9 (2):20-1

Díaz, M. 2 001. Efecto de la fertilización fosforada y variación estacional sobre el valor nutritivo de pasturas asociadas de Rye Grass (*Lolium perenne L.*) y tréboles (*Trifolium pratense L;* *Trifolium repens L.*) en Pachacayo - Junín. Tesis para optar el grado de Magíster Science en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina.65 p.

Fernández, A. 1 984. Estudio del establecimiento de Rye grass (*Lolium multiflorum, Lam.* Ecotipo cajamarquino), con diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, en el valle de Cajamarca. Tesis facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Universidad Nacional de Cajamarca. 102 p.

Figuroa, I. y Perinango, J. 2 000. Influencia de la mastitis y la alimentación en los sólidos totales de la leche fresca en dos establos de la campiña de Cajamarca. Tesis para optar el Título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de Cajamarca. 80 p.

Florián, R. 2 005. Evaluación del Rendimiento y Valor Nutritivo de la asociación Avena-Vicia forrajeras en Cajamarca. Tesis de Maestría Escuela de Post Grado Universidad Nacional de Cajamarca. 56 p.

Florián, R. 2 013. Pastos y Forrajes. Texto Editorial Universitaria. Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca. 107 p.

Flores, A. y Malpartida, E. 1 988. Manejo de Praderas y Pasturas Altoandinas. Fondo del Libro, Banco Agrario del Perú. Lima.

Horna, M. 2 002. Fertilización en pasturas en el Fundo Huayrapongo y control de calidad de leche en la planta Nestlé-Cajamarca. Informe de Practicas Pre-profesionales. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional de Cajamarca. 46 p.

HORTUS S.A. 2 013. Semillas forrajeras. PGG Wrightson Seeds, DLF International Seeds. 12 p.

Mercado, R.; Flores, E. 2 004. Efecto residual de la fertilización nitrogenada de una pradera de *Dactylis glomerata - Trifolium pratense*, en secano, en la zona altoandina de la sierra central. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. 68 p.

Mondragón, T. 1 977. Interrelación entre edad y valor nutritivo en pasturas en la campiña de Cajamarca. Revista Ciencias, Artes y Humanidades. VII (1): 35-40. Morales, F. 1 985. Establecimiento del Rye grass (*Lolium multiflorum Lam.* Ecotipo cajamarquino) con diferentes niveles de NPK, en inoculación con *Azospirillum sp.* Tesis Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca. 115 p.

Moreno, J. 2 001. Efecto de la fertilización fosforada en la tasa de crecimiento y producción de forraje de la asociación Rye grass - Trébol en la zona alto andina. Tesis para optar el grado de Magister Science en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. 81 p.

NESTLÉ – PERÚ S.A. Cajamarca. 2 009. Resumen productivo de la región.

Ñaupari, J. 2 000. Comportamiento nutricional y perfil alimentario de vacas lecheras en pastos cultivados Rye grass – Trébol de la U.P. Consac. Tesis Magister Science en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. 65 p.

Rivera, I. 2 004. Efecto de los diferentes niveles de fertilización fosforada en la producción forrajera de la asociación de Rye grass – Trébol en la SAIS Túpac Amaru – Junín. Tesis para optar el grado de Magister Science en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. 67 p.

Tirado, C. 1 979. Comparativo de nueve variedades de Lolium multiflorum. Universidad Nacional de Cajamarca - SIA - PRODESCA. Memoria anual. 85 p.

Vallejos, R. 2 008. Comportamiento ingestivo de las vacas Holstein en dos sistemas de producción lechera en la campiña de Cajamarca. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. Universidad Nacional de Cajamarca. 83 p.

Vallejos, L. 2 009. Efecto de la fertilización fosforada y frecuencia de pastoreo sobre el valor nutritivo de la dieta y el comportamiento ingestivo de vacas Holstein en pasturas de Rye grass – Trébol en Cajamarca. Tesis Doctoral Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú. 114 p.

Velásquez, M. 2 011. Tasa de crecimiento y composición florística de la asociación Rye grass – Trébol fertilizadas y no fertilizadas en Cajamarca. Tesis Facultad de Zootecnia Universidad Nacional de Cajamarca. 47 p.

Vigo, J. 1 973. Valor nutritivo del Rye grass (Género *Lolium*) – Trébol blanco (*Trifolium repens*) en pasturas asociadas en Cajamarca. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. 169 p.

Bazán, J. 2 013. Producción de leche bajo un sistema de pastoreo intensivo de una asociación de Rye grass - Trébol en vacas Holstein.

Consultado 05 mar. 2 013

Disponible en:

www.engormix.com/mbr-284726/jose-luis-bazan-arce.

Bojórquez R.C. y J. Ordoñez 2 004. Establecimiento de *Lolium multiflorum* con cinco densidades sobre pasturas degradadas como una alternativa a la siembra de cultivos agrícolas. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. V.15 n.2 Lima Perú.

Consultado: 25 oct. 2 011

Disponible en: rivep@unmsm.edu.pe.

Fertiabono 2 012. Mejoramiento del rendimiento de pastos mediante la utilización de Fertiabono en Cajamarca. . FONCREAGRO.

Consultado 25 set. 2 013

Disponible en:

Fertiabono.com/experienciaduccions_pastos_cajamarca.1.html

García, F. 2 006. El rol del fósforo en la producción de pasturas de la región pampeana. INPOFOS. Cono Sur.

Consultado 12 nov. 2 011

Disponible en: www.pro-animal.com.ar.

García-Serrano, P.; Lucena, J.; Ruano, S. y M. Nogales. 2 009. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica y Centro de Publicaciones. España. 119 p.

Consultado 25 set. 2 011

Disponible en:

[www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_fertilizacion\(baja\)-TCM7-207769.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/01_fertilizacion(baja)-TCM7-207769.pdf)

Ibañez, J. 2 006. Textura del suelo y propiedades hídricas.

Consultado 25 ag. 2 011

Disponible en:

<http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2006/07/05/33887.aspx>

International Plant Nutrition Institute. 1997. Functions of Phosphorus in plants. Better crops 83(1)6-7.

Consultado 12 nov. 2 010

Disponible en:

[http://www.inpofos.org/ppiweb/mexnca.nsf/\\$webindex/EE5947FA97212F6206256B1E005FB289](http://www.inpofos.org/ppiweb/mexnca.nsf/$webindex/EE5947FA97212F6206256B1E005FB289).

International Plant Nutrition Institute. 1 999.

Consultado 12 nov. 2 010

Disponible en: ipni.net/ppiweb/bettercrops.../99-1p06.pdf.

Marino, M. y Agnusdei, M. 2004. Conceptos Básicos para el manejo de la nutrición nitrogenada y fosfatada de las pasturas. 2ª Jornada de Actualización Ganadera, Balcarce. Unidad Integrada Balcarce (FCA UNMdP-INTA).

Consultado 01 oct. 2011

Disponible en:

www.infogranjas.com.ar/pasturas.../conceptos-basicos-para-el-manejo-de-la-nutricion...

Marino, M. y Agnusdei, M. 2007. Abastecimiento de fósforo y nitrógeno en pasturas para una ganadería productiva y sustentable. FCA – UNMdP - INTA. 12ª Jornada Ganadera de Benito Juárez-12-7-07.

Consultado 01 oct. 2011

Disponible en:

http://www.produccion_animal.com.ar/produccion_ymanejo_pasturas/pasturas-fertilizacion/30-marinofertilizacion.pdf

Ponce, K. 2012. Ciclo del fósforo. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Ingeniería Ambiental. Planificación y Control de la Contaminación Ambiental (IMA 1000). La Paz-Bolivia. 17 p.

Consultado 26 set. 2013

Disponible en: <https://ima1000.wikispaces.com/file/view/ciclo+fosforo.docx>

Racca, R; Collino, D; Dardanelli, J; Basigalup, D; Gonzáles, N; Brenzoni, E; Hein, N. Y M. Balzarini. 2001. Contribución de la fijación biológica de nitrógeno a la nutrición nitrogenada de alfalfa en la región pampeana. Ediciones INTA 56 p.

Consultado 20 jun. 2011

Disponible en:

www.ipcva.com.ar/.../Pasturas%20de%20alfalfa%20-20importancia%20...

Rojas, C. 1 995. Interpretación de la disponibilidad de fósforo en los suelos de Chile. Centro Regional de Investigación. INIA La Platina, Chile.43 p.

Consultado 26 set. 2 013

Disponible en: www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR33852.pdf

Uherek, E. 2006. Instituto Max Planck de Química, Mainz.

Consultado 01 oct. 2 011

Disponible en:

atmosphere.mpg.de/enid/ACCENTmagazine/No_8_April_2006_Ozono_andnitrogencycle.

Van Soest 1,985. Análisis de Forrajes.

Consultado 05 oct. 2 011

Disponible en:

[datateca, unad.edu.co/.../62_análisis_de_forrajes_de_Van Soest.html/](http://datateca.unad.edu.co/.../62_análisis_de_forrajes_de_Van%20Soest.html/)

West, CP. and A.P. Mallarino. 1 996. Nitrogen transfer from legumes to grasses. In: Proceeding of Symposium «Nutrient cycling in forage systems». Ed. Joost, R.E: and Roberts, C.A. Columbia, Missouri, p. 167-176. PPI-FAR.

Consultado 13 jun. 2 009

Disponible en:

infogranjas.com.ar/.../conceptos-basicos-para-el-manejo-de-la-nutricion-nitroge...

APÉNDICE

CUADRO 01. TASA DE RENDIMIENTO DE LA PASTURA EN POLLOC

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	8.8	84.2	81.3	75.2	249.5
BII	10.5	86.1	75.2	73.2	245
BIII	20.6	116.6	113	110	360.2
BIV	13.7	107.7	105	102	328.4
BV	8.5	74.2	73.24	72.2	228.14
BVI	6.6	43.9	41.9	46.4	138.8
BVII	5.9	41.1	35.1	36	118.1
BVIII	5.5	31.1	30.73	30.8	98.13
BIX	6.5	34.2	32.2	36.2	109.1
BX	8.2	39.9	37.9	36.8	122.8
BXI	6.9	61.3	59.3	56.5	184
BXII	7.5	73.7	71.7	58.4	211.3
SUMATORIA	109.2	794	756.57	733.7	2393.47
PROMEDIO	9.1	66.16666667	63.0475	61.1416667	92.0565385

CUADRO 1.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA TASA DE RENDIMIENTO DE LA PASTURA EN POLLOC

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	26741.65289	8913.884297	58.7109444	3.86	6.99
BLOQUES	11	20712.76077	1882.978252	12.4021614	3.1	5.18
ERROR	33	5010.278485	151.8266208			
TOTAL	47	52464.69215				

**

**

CUADRO 1.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA LA TASA DE RENDIMIENTO DE LA PASTURA EN POLLOC

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	3.56	3.56	3.56
ALS (D)	11.38	11.88	12.13

			ALS			
T1-T0	57.07	12.13	SIG.	T1	66.17	
T1-T3	5.03	11.88	NO SIG.	T2	63.05	
T1-T2	3.12	11.38	NO SIG.	T3	61.14	
				T0	9.10	
T2-T0	53.95	11.88	SIG.			
T2-T3	1.91	11.38	NO SIG.			
T3-T0	52.04	11.38	SIG.			

CUADRO 02. TASA DE RENDIMIENTO DE LA PASTURA EN COCHÁN

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	13.5	88.2	86.3	90.2	278.2
BII	11.2	90.1	85.1	87.1	273.5
BIII	16.1	120.6	116.1	113.4	366.2
BIV	13.8	111.6	108.1	104.2	337.7
BV	12.5	78.2	76.2	74.3	241.2
BVI	10.1	47.9	43.7	45.4	147.1
BVII	9.8	45.1	41.5	42.1	138.5
BVIII	6.1	35.1	32.7	33.8	107.7
BIX	8.2	38.2	35.2	37.2	118.8
BX	9.6	44.1	41.2	38.2	133.1
BXI	10.9	65.3	62.2	57.5	195.9
BXII	11.4	77.7	76.2	60.4	225.7
SUMATORIA	133.2	842.1	804.5	783.8	2563.6
PROMEDIO	11.1	70.175	67.0416667	65.3166667	98.6

CUADRO 2.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA TASA DE RENDIMIENTO DE LA PASTURA EN COCHÁN

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	28785.5083	9595.16944	55.2106926	3.86	6.99
BLOQUES	11	21103.6367	1918.51242	11.039138	3.1	5.18
ERROR	33	5735.13167	173.791869			
TOTAL	47	55624.2767				

**
**

CUADRO 2.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA LA TASA DE RENDIMIENTO DE LA PASTURA EN COCHÁN

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	3.81	3.81	3.81
ALS (D)	12.18	12.71	12.98

ALS					
T1-T0	59.08	12.98	SIG.	T1	70.18
T1-T3	4.86	12.71	NO SIG.	T2	67.04
T1-T2	3.13	12.18	NO SIG.	T3	65.32
				T0	11.10
T2-T0	55.94	12.71	SIG.		
T2-T3	1.73	12.18	NO SIG.		
T3-T0	54.22	12.18	SIG.		

CUADRO 03. PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE LA PASTURA EN POLLOC

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	1584	15156	14634	13536	44910
BII	1890	15498	13536	13176	44100
BIII	3708	20988	20340	19800	64836
BIV	2466	19386	18900	18360	59112
BV	1530	13356	13183.2	12996	41065.2
BVI	1188	7902	7542	8352	24984
BVII	1062	7398	6318	6480	21258
BVIII	990	5598	5531.4	5544	17663.4
BIX	1170	6156	5796	6516	19638
BX	1476	7182	6822	6624	22104
BXI	1242	11034	10674	10170	33120
BXII	1350	13266	12906	10512	38034
SUMATORIA	19656	142920	136182.6	132066	430824.6
PROMEDIO	1638	11910	11348.55	11005.5	16570.1769

CUADRO 3.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN POLLOC

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	866429554	288809851	58.7109444	3.86	6.99
BLOQUES	11	671093449	61008495.4	12.4021614	3.1	5.18
ERROR	33	162333023	4919182.51			
TOTAL	47	1699856026				

**

**

CUADRO 3.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN POLLOC

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	640.26	640.26	640.26
ALS (D)	2048.83	2138.47	2183.28

ALS					
T1-T0	10272.00	2183.28	SIG.	T1	11910.00
T1-T3	904.50	2138.47	NO SIG.	T2	11348.55
T1-T2	561.45	2048.83	NO SIG.	T3	11005.50
				T0	1638.00
T2-T0	9710.55	2138.47	SIG.		
T2-T3	343.05	2048.83	NO SIG.		
T3-T0	9367.50	2048.83	SIG.		

CUADRO 04. PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE LA PASTURA EN COCHÁN

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	2430	15876	15534	16236	50076
BII	2016	16218	15318	15678	49230
BIII	2898	21708	20898	20412	65916
BIV	2484	20088	19458	18756	60786
BV	2250	14076	13716	13374	43416
BVI	1818	8622	7866	8172	26478
BVII	1764	8118	7470	7578	24930
BVIII	1098	6318	5886	6084	19386
BIX	1476	6876	6336	6696	21384
BX	1728	7938	7416	6876	23958
BXI	1962	11754	11196	10350	35262
BXII	2052	13986	13716	10872	40626
SUMATORIA	23976	151578	144810	141084	461448
PROMEDIO	1998	12631.5	12067.5	11757	17748

CUADRO 4.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN COCHÁN

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	932650470	310883490	55.2106926	3.86	6.99
BLOQUES	11	683757828	62159802.5	11.039138	3.1	5.18
ERROR	33	185818266	5630856.55			
TOTAL	47	1802226564				

**

**

CUADRO 4.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN COCHÁN

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	685.01	685.01	685.01
ALS (D)	2192.03	2287.93	2335.88

				ALS		
T1-T0	10633.50	2335.88	SIG.	T1	12631.50	
T1-T3	874.50	2287.93	NO SIG.	T2	12067.50	
T1-T2	564.00	2192.03	NO SIG.	T3	11757.00	
				T0	1998.00	
T2-T0	10069.50	2287.93	SIG.			
T2-T3	310.50	2192.03	NO SIG.			
T3-T0	9759.00	2192.03	SIG.			

CUADRO 05. PORCENTAJE DE RYE GRASS DE LA PASTURA EN COCHÁN

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	57	51.9	58.3	67.6	234.8
BII	56	53.8	60.2	66.8	236.8
BIII	58.2	54.9	61.4	66.7	241.2
BIV	57.1	55.8	65.6	68.1	246.6
BV	55	57.7	67.7	69.2	249.6
BVI	57.8	59.6	64.6	69.1	251.1
BVII	57	61.8	65.8	72.1	256.7
BVIII	59.2	64.8	67.8	75.6	267.4
BIX	61.1	66.6	68.6	75.4	271.7
BX	60.9	66.2	70.2	76.2	273.5
BXI	58.2	67.8	69.8	78.7	274.5
BXII	59.8	70.9	72.9	81.8	285.4
SUMATORIA	697.3	731.8	792.9	867.3	3089.3
PROMEDIO	58.10833333	60.98333333	66.075	72.275	118.819231

CUADRO 5.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE RYE GRASS EN COCHÁN

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	1392.883958	464.2946528	76.2109711	3.86	6.99
BLOQUES	11	763.8272917	69.4388447	11.3979383	3.1	5.18
ERROR	33	201.0435417	6.092228535			
TOTAL	47	2357.754792				

**
**

CUADRO 5.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE RYE GRASS EN COCHÁN

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	0.71	0.71	0.71
ALS (D)	2.28	2.38	2.43

		ALS			
T3-T0	14.17	2.43	SIG.	T3	72.28
T3-T1	11.29	2.38	SIG.	T2	66.08
T3-T2	6.20	2.28	SIG.	T1	60.98
				T0	58.11
T2-T0	7.97	2.38	SIG.		
T2-T1	5.09	2.28	SIG.		
T1-T0	2.88	2.28	NO SIG		

CUADRO 06. PORCENTAJE DE RYE GRASS DE LA PASTURA EN POLLOC

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	28.4	41.3	50.6	61.6	181.9
BII	27.2	44.2	53	60.8	185.2
BIII	29.3	45.4	54	60.7	189.4
BIV	30.1	48.5	56.5	60.8	195.9
BV	30.2	45.7	55.7	61.7	193.3
BVI	28.8	52.6	58.6	60.8	200.8
BVII	31.2	58.5	62.5	66.8	219
BVIII	30.8	62.2	66.2	69.8	229
BIX	32.3	64.5	66.8	69.4	233
BX	31.9	67.2	67.2	70.2	236.5
BXI	29.2	69.6	69.6	72.8	241.2
BXII	30.8	70.3	70.3	75.8	247.2
SUMATORIA	360.2	670	731	791.2	2552.4
PROMEDIO	30.01666667	55.83333333	60.91666667	65.93333333	98.1692308

CUADRO 6.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE RYE GRASS EN POLLOC

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	9193.003333	3064.334444	172.952527	3.86	6.99
BLOQUES	11	1583.6	143.9636364	8.1253777	3.1	5.18
ERROR	33	584.6866667	17.71777778			
TOTAL	47	11361.29				

**
**

CUADRO 6.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE RYE GRASS EN POLLOC

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	1.22	1.22	1.22
ALS (D)	3.89	4.06	4.14

				ALS			
T3-T0	35.92	4.14	SIG.	T3	65.93		
T3-T1	10.10	4.06	SIG.	T2	60.92		
T3-T2	5.02	3.89	NO SIG.	T1	55.83		
				T0	30.02		
T2-T0	30.90	4.06	SIG.				
T2-T1	5.08	3.89	SIG.				
T1-T0	25.82	3.89	SIG				

CUADRO 07. PORCENTAJE DE TRÉBOL BLANCO DE LA PASTURA EN POLLOC

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	0.3	2.9	3.7	6.7	13.6
BII	0.5	2.9	3.9	7.2	14.5
BIII	0.8	2.6	4.7	7.7	15.8
BIV	0.5	3.3	5.3	8.3	17.4
BV	0.5	5.5	5.5	10.4	21.9
BVI	0.4	3.8	6.8	9.7	20.7
BVII	0.5	4.3	6.3	9.3	20.4
BVIII	0.6	3.5	6.5	9.5	20.1
BIX	0.7	4.8	6.8	9.8	22.1
BX	0.6	4.9	7.1	10.1	22.7
BXI	0.3	5.3	7.2	10	22.8
BXII	0.9	6.1	8.8	10.1	25.9
SUMATORIA	6.6	49.9	72.6	108.8	237.9
PROMEDIO	0.55	4.158333333	6.05	9.06666667	9.15

CUADRO 7.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE TRÉBOL BLANCO EN POLLOC

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	457.7222917	152.5740972	274.082096	3.86	6.99
BLOQUES	11	38.465625	3.496875	6.28174014	3.1	5.18
ERROR	33	18.37020833	0.55667298			
TOTAL	47	514.558125				

**
**

CUADRO 7.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE TRÉBOL BLANCO EN POLLOC

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	0.22	0.22	0.22
ALS (D)	0.69	0.72	0.73

		ALS			
T3-T0	8.52	0.73	SIG.	T3	9.07
T3-T1	4.91	0.72	SIG.	T2	6.05
T3-T2	3.02	0.69	SIG.	T1	4.16
				T0	0.55
T2-T0	5.50	0.72	SIG.		
T2-T1	1.89	0.69	SIG.		
T1-T0	3.61	0.69	SIG.		

CUADRO 08. PORCENTAJE DE TRÉBOL BLANCO DE LA PASTURA EN COCHÁN

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	5	3.1	7.1	9.1	24.3
BII	5	4.1	8.1	10.2	27.4
BIII	5.8	4.7	8.7	10.7	29.9
BIV	5.9	5.2	9.2	11.2	31.5
BV	5.7	5.5	9.5	11.5	32.2
BVI	5.9	7.4	11.4	13.4	38.1
BVII	5.5	6.3	10.3	12.4	34.5
BVIII	6.6	6.5	10.5	12.5	36.1
BIX	5.7	6.8	10.8	13.8	37.1
BX	6.6	6.9	10.9	11.9	36.3
BXI	6.3	7.3	10.3	12.3	36.2
BXII	6.9	7.9	12.9	14.9	42.6
SUMATORIA	70.9	71.7	119.7	143.9	406.2
PROMEDIO	5.908	5.975	9.975	11.992	15.6230769

CUADRO 8.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE TRÉBOL BLANCO EN COCHÁN

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	329.4491667	109.8163889	275.987117	3.86	6.99
BLOQUES	11	69.7125	6.3375	15.927207	3.1	5.18
ERROR	33	13.13083333	0.39790404			
TOTAL	47	412.2925				

**
**

CUADRO 8.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE TRÉBOL BLANCO EN COCHÁN

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	0.18	0.18	0.18
ALS (D)	0.58	0.61	0.62

ALS					
T3-T0	6.08	0.62	SIG.	T3	11.99
T3-T1	6.02	0.61	SIG.	T2	9.98
T3-T2	2.02	0.58	SIG.	T1	5.98
				T0	5.91
T2-T0	4.07	0.61	SIG.		
T2-T1	4.00	0.58	SIG.		
T1-T0	0.07	0.58	NO SIG.		

CUADRO 09. PORCENTAJE DE KIKUYO DE LA PASTURA EN POLLOC

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	39.2	34.9	30.2	24.2	128.5
BII	40.1	33.1	29	25.1	127.3
BIII	41.3	36.7	29.2	25.5	132.7
BIV	39.3	33.7	27.1	19.8	119.9
BV	38.2	35.4	27.3	16.3	117.2
BVI	37.2	35.5	26.5	19.1	118.3
BVII	38.1	26.6	22.1	14.8	101.6
BVIII	53.5	22.8	20.2	13.1	109.6
BIX	55.3	21.6	20.1	12.1	109.1
BX	51.7	20.5	17.4	9.6	99.2
BXI	56.9	19	18.1	11.1	105.1
BXII	56.8	20.5	16.4	9.4	103.1
SUMATORIA	547.6	340.3	283.6	200.1	1371.6
PROMEDIO	45.63333333	28.35833333	23.63333333	16.675	52.7538462

CUADRO 9.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE KIKUYO EN POLLOC

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	5484.765	1828.255	36.8618941	3.86	6.99
BLOQUES	11	353.37	32.12454545	0.64770592	3.1	5.18
ERROR	33	1636.715	49.59742424			
TOTAL	47	7474.85				

**
N.S.

CUADRO 9.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE KIKUYO EN POLLOC

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	2.03	2.03	2.03
ALS (D)	6.51	6.79	6.93

ALS					
T0-T3	28.96	6.93	SIG.	T0	45.63
T0-T2	22.00	6.79	SIG.	T1	28.36
T0-T1	17.28	6.51	SIG.	T2	23.63
				T3	16.68
T1-T3	11.68	6.79	SIG.		
T1-T2	4.73	6.51	NO SIG.		
T2-T3	6.96	6.51	SIG.		

CUADRO 10. PORCENTAJE DE KIKUYO DE LA PASTURA EN COCHÁN

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	24	25	18.2	12	79.2
BII	29	26.1	19.2	14	88.3
BIII	21	27	20.5	14.2	82.7
BIV	25	23	14	11.4	73.4
BV	22.2	25	14	13.5	74.7
BVI	26.2	24	19	13.5	82.7
BVII	13	24.1	18.1	10.7	65.9
BVIII	28.2	18.7	14.7	5.7	67.3
BIX	29.3	19.8	12.8	7.8	69.7
BX	24.7	18.9	10.9	6.9	61.4
BXI	30.9	18.8	13.1	8	70.8
BXII	32.8	14	7	2	55.8
SUMATORIA	306.3	264.4	181.5	119.7	871.9
PROMEDIO	25.525	22.03333333	15.125	9.975	33.5346154

CUADRO 10.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE KIKUYO EN COCHÁN

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	1745.415625	581.8052083	33.7541136	3.86	6.99
BLOQUES	11	247.8472917	22.53157197	1.30719565	3.1	5.18
ERROR	33	568.806875	17.23657197			
TOTAL	47	2562.069792				

**
N.S.

CUADRO 10.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE KIKUYO EN COCHÁN

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	1.20	1.20	1.20
ALS (D)	3.84	4.00	4.09

ALS					
T0-T3	15.55	4.09	SIG.	T0	25.53
T0-T2	10.40	4.00	SIG.	T1	22.03
T0-T1	3.49	3.84	NO SIG.	T2	15.13
				T3	9.98
T1-T3	12.06	4.00	SIG.		
T1-T2	6.91	3.84	SIG.		
T2-T3	5.15	3.84	SIG.		

CUADRO 11. PORCENTAJE DE MALEZAS DE LA PASTURA EN POLLOC

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	32.1	20.9	15.5	7.5	76
BII	32.2	19.8	14.1	6.9	73
BIII	28.6	15.3	12.1	6.1	62.1
BIV	30.1	14.5	11.1	11.1	66.8
BV	31.1	13.4	11.5	11.6	67.6
BVI	33.6	8.1	8.1	10.4	60.2
BVII	30.2	10.6	9.1	9.1	59
BVIII	15.1	11.5	7.1	7.6	41.3
BIX	11.7	9.1	6.3	8.7	35.8
BX	15.8	7.4	8.3	10.1	41.6
BXI	13.6	6.1	5.1	6.1	30.9
BXII	11.5	3.1	4.5	4.7	23.8
SUMATORIA	285.6	139.8	112.8	99.9	638.1
PROMEDIO	23.8	11.65	9.4	8.325	24.5423077

CUADRO 11.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE MALEZAS EN POLLOC

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	1835.195625	611.731875	34.3250683	3.86	6.99
BLOQUES	11	851.655625	77.42323864	4.34431825	3.1	5.18
ERROR	33	588.116875	17.82172348			
TOTAL	47	3274.968125				

**
*

CUADRO 11.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE MALEZAS EN POLLOC

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	1.22	1.22	1.22
ALS (D)	3.90	4.07	4.16

			ALS		
T0-T3	15.48	4.16	SIG.	T0	23.80
T0-T2	14.40	4.07	SIG.	T1	11.65
T0-T1	12.15	3.90	SIG.	T2	9.40
				T3	8.33
T1-T3	3.33	4.07	NO SIG.		
T1-T2	2.25	3.90	NO SIG.		
T2-T3	1.08	3.90	NO SIG.		

CUADRO 12. PORCENTAJE DE MALEZAS DE LA PASTURA EN COCHÁN

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	14	20	16.4	11.3	61.7
BII	10	16	12.5	9	47.5
BIII	15	13.4	9.4	8.4	46.2
BIV	12	16	11.2	9.3	48.5
BV	17.1	11.8	8.8	5.8	43.5
BVI	10.1	9	5	4	28.1
BVII	24.5	7.8	5.8	4.8	42.9
BVIII	6	10	7	6.2	29.2
BIX	3.9	6.8	7.8	3	21.5
BX	7.8	8	8	5	28.8
BXI	4.6	6.1	6.8	1	18.5
BXII	0.5	7.2	7.2	1.3	16.2
SUMATORIA	125.5	132.1	105.9	69.1	432.6
PROMEDIO	10.45833333	11.00833333	8.825	5.75833333	16.6384615

CUADRO 12.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE MALEZAS EN COCHÁN

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	200.3825	66.79416667	5.95800193	3.86	6.99
BLOQUES	11	556.4725	50.58840909	4.51245751	3.1	5.18
ERROR	33	369.9575	11.21083333			
TOTAL	47	1126.8125				

*
*

CUADRO 12.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE MALEZAS EN COCHÁN

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	0.97	0.97	0.97
ALS (D)	3.09	3.23	3.30

ALS					
T1-T3	5.25	3.30	SIG.	T1	11.01
T1-T2	2.18	3.23	NO SIG.	T0	10.46
T1-T0	0.55	3.09	NO SIG.	T2	8.83
				T3	5.76
T0-T3	4.70	3.23	SIG.		
T0-T2	1.63	3.09	NO SIG.		
T2-T3	3.07	3.09	NO SIG.		

CUADRO 13. PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE LA PASTURA EN POLLOC

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	26.5	16.2	21.2	23.5	87.4
BII	25.1	17.1	22.1	25.1	89.4
BIII	27.2	17.2	23.2	24.2	91.8
BIV	26.2	16.5	21.5	26.5	90.7
BV	25.3	17.3	23.3	23.3	89.2
BVI	24.1	18.1	19.1	22.6	83.9
BVII	24.5	16.5	19.5	24.5	85
BVIII	28.2	18.2	20.2	22.2	88.8
BIX	22.3	16.5	21.5	22.5	82.8
BX	23.2	17.2	21.2	23.2	84.8
BXI	23.2	16.5	21.5	23.5	84.7
BXII	24.3	17.3	24.3	24.3	90.2
SUMATORIA	300.1	204.6	258.6	285.4	1048.7
PROMEDIO	25.00833333	17.05	21.55	23.7833333	40.3346154

CUADRO 13.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA EN POLLOC

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	442.1139583	147.3713194	87.0325781	3.86	6.99
BLOQUES	11	25.12729167	2.284299242	1.34903082	3.1	5.18
ERROR	33	55.87854167	1.693289141			
TOTAL	47	523.1197917				

**
N.S.

CUADRO 13.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE MATERIA SECA EN POLLOC

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	0.38	0.38	0.38
ALS (D)	1.20	1.25	1.28

		ALS				
T0-T1	7.96	1.28	SIG.	T0	25.01	
T0-T2	3.46	1.25	SIG.	T3	23.78	
T0-T3	1.23	1.20	SIG.	T2	21.55	
				T1	17.05	
T3-T1	6.73	1.25	SIG.			
T3-T2	2.23	1.20	SIG.			

CUADRO 14. PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE LA PASTURA EN COCHÁN

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	25.5	18.2	21.5	23.1	88.3
BII	24.1	17.2	22.4	24.2	87.9
BIII	26.2	17.2	23.5	24.2	91.1
BIV	25.2	19.5	21.5	23.5	89.7
BV	24.3	17.3	23.8	23.3	88.7
BVI	23.1	18.1	19.7	22.6	83.5
BVII	23.5	19.5	19.6	23.5	86.1
BVIII	27.2	18.2	20.3	22.2	87.9
BIX	22.3	20.5	21.6	22.5	86.9
BX	23.2	17.2	21.6	23.2	85.2
BXI	23.3	21.5	21.5	23.5	89.8
BXII	24.3	17.5	24.1	24.3	90.2
SUMATORIA	292.2	221.9	261.1	280.1	1055.3
PROMEDIO	24.35	18.49166667	21.75833333	23.3416667	40.5884615

CUADRO 14.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA EN COCHÁN

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	236.2622917	78.75409722	42.33732	3.86	6.99
BLOQUES	11	13.51229167	1.228390152	0.66036878	3.1	5.18
ERROR	33	61.38520833	1.860157828			
TOTAL	47	311.1597917				

**
N.S.

CUADRO 14.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE MATERIA SECA EN COCHÁN

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	0.39	0.39	0.39
ALS (D)	1.26	1.32	1.34

ALS					
T0-T1	5.86	1.34	SIG.	T0	24.35
T0-T2	2.59	1.32	SIG.	T3	23.34
T0-T3	1.01	1.26	NO SIG.	T2	21.76
				T1	18.49
T3-T1	4.85	1.32	SIG.		
T3-T2	1.58	1.26	SIG.		
T2-T1	3.27	1.26	SIG.		

CUADRO 15. PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA DE LA PASTURA EN POLLOC

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	8.2	12.1	10.2	10.2	40.7
BII	9.1	11.6	11.6	10.1	42.4
BIII	8.6	12.6	10.6	10.6	42.4
BIV	9.3	12.3	11.3	10.3	43.2
BV	9.5	12.5	12.5	9.5	44
BVI	9.2	12.7	10.7	10.2	42.8
BVII	9.3	12.3	12.3	9.3	43.2
BVIII	10.4	13.2	10.4	10.4	44.4
BIX	9.8	12.8	10.8	10.8	44.2
BX	8.6	10.9	10.9	10.6	41
BXI	8.4	11.3	11.3	8.3	39.3
BXII	8.9	11.1	11.1	11.1	42.2
SUMATORIA	109.3	145.4	133.7	121.4	509.8
PROMEDIO	9.108333333	12.11666667	11.14166667	10.1166667	19.6076923

CUADRO 15.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA EN POLLOC

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	60.6075	20.2025	42.5791154	3.86	6.99
BLOQUES	11	6.414166667	0.583106061	1.22896376	3.1	5.18
ERROR	33	15.6575	0.474469697			
TOTAL	47	82.67916667				

**
N.S.

CUADRO 15.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA EN POLLOC

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	0.20	0.20	0.20
ALS (D)	0.64	0.66	0.68

ALS						
T1-T0	3.01	0.68	SIG.	T1	12.12	
T1-T3	2.00	0.66	SIG.	T2	11.14	
T1-T2	0.98	0.64	SIG.	T3	10.12	
				T0	9.11	
T2-T0	2.03	0.66	SIG.			
T2-T3	1.03	0.64	NO SIG.			
T3-T0	1.01	0.64	SIG.			

CUADRO 16. PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA DE LA PASTURA EN COCHÁN

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	9.2	14.1	11.2	10.2	44.7
BII	10.1	13.6	11.6	12.1	47.4
BIII	9.6	14.6	12.6	10.6	47.4
BIV	10.3	13.3	11.3	10.3	45.2
BV	10.5	15.5	12.5	10.5	49
BVI	10.2	14.7	13.7	13.2	51.8
BVII	10.7	13.3	12.3	11.3	47.6
BVIII	11.1	13.2	14.4	10.4	49.1
BIX	10.8	12.8	12.8	10.8	47.2
BX	9.6	13.9	11.9	10.6	46
BXI	9.4	11.3	11.3	13.3	45.3
BXII	9.9	11.1	12.7	11.7	45.4
SUMATORIA	121.4	161.4	148.3	135	566.1
PROMEDIO	10.11666667	13.45	12.35833333	11.25	21.7730769

CUADRO 16.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA EN COCHÁN

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	74.04229167	24.68076389	23.5325139	3.86	6.99
BLOQUES	11	11.695625	1.063238636	1.01377243	3.1	5.18
ERROR	33	34.61020833	1.048794192			
TOTAL	47	120.348125				

**
N.S.

CUADRO 16.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE PROTEÍNA CRUDA EN COCHÁN

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	0.30	0.30	0.30
ALS (D)	0.95	0.99	1.01

			ALS		
T1-T0	3.33	1.01	SIG.	T1	13.45
T1-T3	2.20	0.99	SIG.	T2	12.36
T1-T2	1.09	0.95	SIG.	T3	11.25
				T0	10.12
T2-T0	2.24	0.99	SIG.		
T2-T3	1.11	0.95	SIG.		
T3-T0	1.13	0.95	SIG.		

CUADRO 17. PORCENTAJE DE FDN DE LA PASTURA EN POLLOC

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	49.5	42.3	52.3	49.5	193.6
BII	51.7	45.1	55.1	51.1	203
BIII	49.2	43.2	53.2	49.2	194.8
BIV	49.3	40.3	50.3	49.3	189.2
BV	50.6	45.1	55.1	50.1	200.9
BVI	53.1	44.1	54.1	53.1	204.4
BVII	52.2	44.7	54.2	52.2	203.3
BVIII	52.3	46.3	54.3	52.3	205.2
BIX	53.8	43.4	53.4	53.1	203.7
BX	52.3	44.8	54.3	52.3	203.7
BXI	52.1	42.7	52.1	52.1	199
BXII	51.4	48.5	51.4	51.4	202.7
SUMATORIA	617.5	530.5	639.8	615.7	2403.5
PROMEDIO	51.45833333	44.20833333	53.31666667	51.3083333	92.4423077

CUADRO 17.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE FDN EN POLLOC

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	580.330625	193.4435417	129.572596	3.86	6.99
BLOQUES	11	71.59729167	6.508844697	4.35976252	3.1	5.18
ERROR	33	49.266875	1.492935606			
TOTAL	47	701.1947917				

**
*

CUADRO 17.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE FDN EN POLLOC

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	0.35	0.35	0.35
ALS (D)	1.13	1.18	1.20

				ALS	
T2-T1	9.11	1.20	SIG.	T2	53.32
T2-T3	2.01	1.18	SIG.	T0	51.46
T2-T0	1.86	1.13	SIG.	T3	51.31
				T1	44.21
T0-T1	7.25	1.18	SIG.		
T0-T3	0.15	1.13	NO SIG.		
T3-T1	7.10	1.13	SIG.		

CUADRO 18. PORCENTAJE DE FDN DE LA PASTURA EN COCHÁN

TRATAMIENTOS	T0	T1	T2	T3	BLOQUES
BI	56.5	44.3	49.3	52.5	202.6
BII	54.3	47.5	50.1	54.1	206
BIII	52.2	45.2	50.2	52.2	199.8
BIV	55.3	42.3	50.3	52.3	200.2
BV	54.6	46.3	52.1	53.5	206.5
BVI	55.8	46.7	52.1	56.1	210.7
BVII	54.2	46.8	51.2	55.2	207.4
BVIII	55.3	47.3	51.3	55.3	209.2
BIX	55.8	45.4	52.4	55.7	209.3
BX	54.3	46.8	52.3	55.3	208.7
BXI	54.1	44.7	52.1	55.1	206
BXII	55.4	50.5	51.4	54.4	211.7
SUMATORIA	657.8	553.8	614.8	651.7	2478.1
PROMEDIO	54.81666667	46.15	51.23333333	54.3083333	95.3115385

CUADRO 18.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE FDN EN COCHÁN

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SC	CM	Fc	Ftab	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	570.1922917	190.0640972	124.830116	3.86	6.99
BLOQUES	11	41.43729167	3.767026515	2.47410408	3.1	5.18
ERROR	33	50.24520833	1.522582071			
TOTAL	47	661.8747917				

**
N.S.

CUADRO 18.2. PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN PARA EL PORCENTAJE DE FDN EN COCHÁN

Valores p	2	3	4
AES (D)	3.2	3.34	3.41
Error estándar	0.36	0.36	0.36
ALS (D)	1.14	1.19	1.21

ALS						
T0-T1	8.67	1.21	SIG.	T0	54.82	
T0-T2	3.58	1.19	SIG.	T3	54.31	
T0-T3	0.51	1.14	NO SIG.	T2	51.23	
				T1	46.15	
T3-T1	8.16	1.19	SIG.			
T3-T2	3.08	1.14	SIG.			
T2-T1	5.08	1.14	SIG.			



FONCREAGRO
Desarrollo desde el campo

EVALUACION DE SUELOS


Fecha	06/01/2010	N° Registro	001-10
Propietario de la muestra	CORECITI		
Procedencia de la muestra	Lugar	Polloc	
	Predio		
	Parcela	M1-C4E10	
Ubicación geográfica del punto de evaluación	Latitud	-	
	Longitud	-	
	Altitud	-	
Nombre del cultivo	R.G. + Tr	Estado	
Abonamiento anterior			

Resultados de la Evaluación

Determinaciones	Resultados	Clasificación
Reacción actual (pH)	6.95	Neutro
Reacción potencial (pH)	5.92	-
Al cambiabile (me/100g)	0.00	Bajo
Calcáreo total (%)	0.00	Bajo
C. E. ($\mu\text{mols/cm}$)	120.00	Bajo
M.O. (%)	7.10	Alto
N total (%)	0.32	Alto
P disponible (ppm)	12.08	Medio
K disponible (ppm)	275.93	Alto
C.C.C.(r) (me/100g)	29.25	Alto
Saturación de bases (%)	75.15	Alto
Acidez de cambio	7.27	Bajo

RECOMENDACION DE ABONAMIENTO (1.0 ha)

Tipo de Abono	FERTIABONO
Dosis de FERTIABONO	10.0 sacos de 50 kg/ha
Primera aplicación (después del primer pastoreo)	6.0 sacos de 50 kg/ha
Segunda aplicación	4.0 sacos de 50 kg/ha


Dr. Jéfer E. Díaz Navarro



FONCREAGRO
Desarrollo desde el campo

EVALUACION DE SUELOS

Fecha	06/01/2010	N° Registro	003-10
Propietario de la muestra	CORECITI		
Procedencia de la muestra	Lugar	San Silvestre de Cochán	
	Caserío	Santa Aurelia	
	Parcela		
Ubicación geográfica del punto de evaluación	Latitud	-	
	Longitud	-	
	Altitud	-	
Nombre del cultivo	R.G. + Tr.	Estado	
Abonamiento anterior			

Resultados de la Evaluación

Determinaciones	Resultados	Clasificación
Reacción actual (pH)	4.93	Muy fuertemente ácido
Reacción potencial (pH)	4.45	-
Al cambiante (me/100g)	1.45	Alto
Calcáreo total (%)	0.00	Bajo
C. E. ($\mu\text{mohs/cm}$)	50.00	Bajo
M.O. (%)	5.20	Alto
N total (%)	0.23	Alto
P disponible (ppm)	5.67	Bajo
K disponible (ppm)	162.77	Alto
C.C.C.(r) (me/100g)	25.80	Alto
Saturación de bases (%)	36.77	Bajo
Acidez de cambio	16.31	Alto

RECOMENDACION DE ABONAMIENTO (1.0 ha)

Tipo de Abono	FERTIABONO
Dosis de FERTIABONO	10.0 sacos de 50 kg/ha
Primera aplicación (después del primer pastoreo)	6.0 sacos de 50 kg/ha
Segunda aplicación	4.0 sacos de 50 kg/ha


Dr. Refar E. Díaz Navarro