

研究报告



照片拍摄: A.C.C. Bernardi.

苜蓿牧场的土壤肥力管理及杂草发生情况

A.C.C. Bernardi^①

引言

在巴西,肉牛和奶牛的主要饲料来源于放牧的牧场。因此,为了获得足够的牛肉和奶产品,牧场管理得当,完善高产能的牧草生长非常必要。在决定牧草产量和品质方面,土壤肥力是极其重要的可控因素之一。紫花苜蓿(*Medicago sativa* L.)是巴西生产的一种非常重要的牧草,对土壤养分要求及其苛刻,因此为了收获质量和产量高的草料,提供充足的营养供应就显得至关重要(Moreira *et al.*, 2008; Bernardi *et al.*, 2013a, b)。有趣的是,相对于其他热

带牧草,这种牧草对土壤肥力的要求较高(Bernardi *et al.*, 2012)。

对生长在热带地区高度风化且肥力低的酸性土壤上的苜蓿最常见的养分投入有石灰,磷(P)肥和钾(K)肥(Moreira *et al.*, 2008; Bernardi *et al.*, 2013a, b)。在巴西,苜蓿生产过程没有施用氮(N)肥,这是因为生长中所需的氮素

^①Embrapa Pecuária Sudeste, C.P.339, CEP 13560-970, São Carlos, SP, Brazil, alberto.bernardi@embrapa.br

全部通过苜蓿中华根瘤菌 (*Sinorhizobium meliloti*) 进行生物固定。因为紫花苜蓿对土壤酸碱度比较敏感,对正在生长的苜蓿施加石灰提高土壤pH值显得至关重要,推荐土壤pH为6.5~7.5 (Honda and Honda, 1990)。此外,施用石灰还有其他有利影响,包括提高土壤的盐基饱和度到80% (Moreira *et al.*, 2008),由于土壤pH值增加因而减少铝(Al)和锰(Mn)的毒害,从而也增加了大量营养元素钙(Ca)、镁(Mg),钾,磷的有效性。施加石灰也有利于有机质矿化,增加共生N固定的效率、提高肥料利用率和土壤中微生物的活性。磷肥和微量元素肥料通常每年施加一次。在热带土壤,磷常被固定为铁磷酸盐(Fe)或铝磷酸盐(Al)沉淀,或者被吸附在土壤颗粒上,这种吸附是可逆的,当施加石灰后随着酸性条件下的土壤pH值改变,磷被释放到土壤溶液中(Bernardi *et al.*, 2012; Berg *et al.*, 2005; Sarmiento *et al.*, 2001)。钾以三种形式(不可用的,固定的和可交换的)存在于土壤中。一般认为植物易于从土壤溶液中获得钾,土壤溶液中的钾离子与保存在土壤复合体的交换性阳离子之间存在快速平衡。钾肥例如氯化钾(KCl),通常是在每次放牧或收割之后施用,从而避免钾还没有来得及被牧草吸收就通过土壤剖面淋溶而损失掉,这在阳离子交换量(CEC)低的热带土壤上是一个需要解决的问题(Bernardi *et al.*, 2012, 2013a, 2013b)。

除了土壤肥力,热带地区紫花苜蓿栽培的主要限制因素还包括:杂草管理、栽培技术和放牧管理(Honda and Honda, 1990, Vilela *et al.*, 2008)。生长在土壤肥力高的牧场上的苜蓿饲料可以更有效地与杂草竞争(Peters and Linscott, 1988; Lillak *et al.*, 2005)。杂草的干扰可导致热带地区农业生产减产30%~40%(Vilela, 1992)。由于杂草的植化相克作用及和牧草争水、光、营养和空间,会导致紫花苜蓿

生物量生产降低 (Peters and Linscott, 1988; Moyer, 1992)。杂草除了与紫花苜蓿争水肥外,还是害虫和疾病的寄主。另外,由于引起牧草的产量和质量下降,会使放牧或机械收割更加复杂。在巴西,对奶牛食用苜蓿制度以及土壤肥力和杂草之间发生的相互作用所知甚少。土壤肥力水平的改变不仅会影响到作物也会影响到杂草。根据Liebman和Davis(2000)研究发现物种间的差异会涉及到因土壤养分富集、肥料的供应、供应不足等影响植株生根发芽,这就可能会改变作物和杂草之间的平衡竞争关系。对于苜蓿作物而言,如果土壤肥力高,作物管理足够好,那么幼苗生长就会好。然而,在牧场的紫花苜蓿维护阶段杂草问题可能会恶化。先前的调查表明,如果苜蓿长势比较瘦弱就会受到杂草入侵(Peters and Linscott, 1988)。

本文评价了施用土壤改良剂石灰、石膏及钾肥,对典型的低肥力、高度风化、酸性热带土壤上牧草产量和杂草发生的作用。

材料与方法

本研究安排在巴西Sao Carlos-SP的巴西农业研究公司 (Embrapa Pecuaria Sudeste), 位于西经47° 54', 南纬22° 01', 海拔856m。土壤是典型的Haplurtox, 牧场的灌溉苜蓿 (*Medicago sativa* cv. Crioula) 密集种植了两年。用轮换系统进行草料管理, 每天都要割一片草, 30天把所有牧草割一遍, 全年循环。实验地块设置在小牧场内部(照片1)。添加到土壤中石灰量不同, 其中一半地块的盐基饱和度为80%, 另一半地块的盐基饱和度为60%。石膏的施用量有2个, 分别为3t ha⁻¹和0。钾肥选用氯化钾, 共有4个施肥水平, 分别为0、833、1250、1667 kg K₂O ha⁻¹, 总共有16个处理。在10个紫花苜蓿生长周期后进行效果评估。在第7-10个苜蓿



照片1. 围栏内的试验地块 (左) 和奶牛在苜蓿草场吃草 (右)。照片拍摄: A.C.C. Bernardi。

生长周期观察和评估随着土壤肥力下降, 杂草生长量的增加的情况。牧草收割后, 杂草和苜蓿分开, 分别称重。当有10%的紫花苜蓿开花后, 在奶牛吃草前一天测量苜蓿地上部干物质的产量。

结果与讨论

试验结果表明, 当石灰施用量高, 土壤盐基饱和度80%时, 施用钾肥对苜蓿生长产生有利影响明显(图1)。当钾肥的施用量为1290 kg ha⁻¹, 石膏的施用量为3000 kg ha⁻¹时, 苜蓿的产量最高, 为11574 kg ha⁻¹。如果钾肥数量不变, 不施石膏, 苜蓿产量为11162 kg ha⁻¹, 比最高产量低约4%。当石灰的施用量较低, 土壤盐基饱和度为60%时, 并没有观察到施用钾肥对苜蓿产生影响。这些结果证实了在这些热带酸性土壤上施用石灰能带来有利影响, 即增加钾肥的利用效率 (Moreira *et al.*, 2008)。本试验结果也与先前Syed-Omar and Sumner (1991) 研究结果相符, 他曾观察到施用石膏能提高苜蓿的生产量, 最高多达2000 kg ha⁻¹。

由于施用钾肥, 紫花苜蓿干物质产量增加了29%~40%, 这也证实了前人Smith (1975), Kafkafi *et al.* (1977),

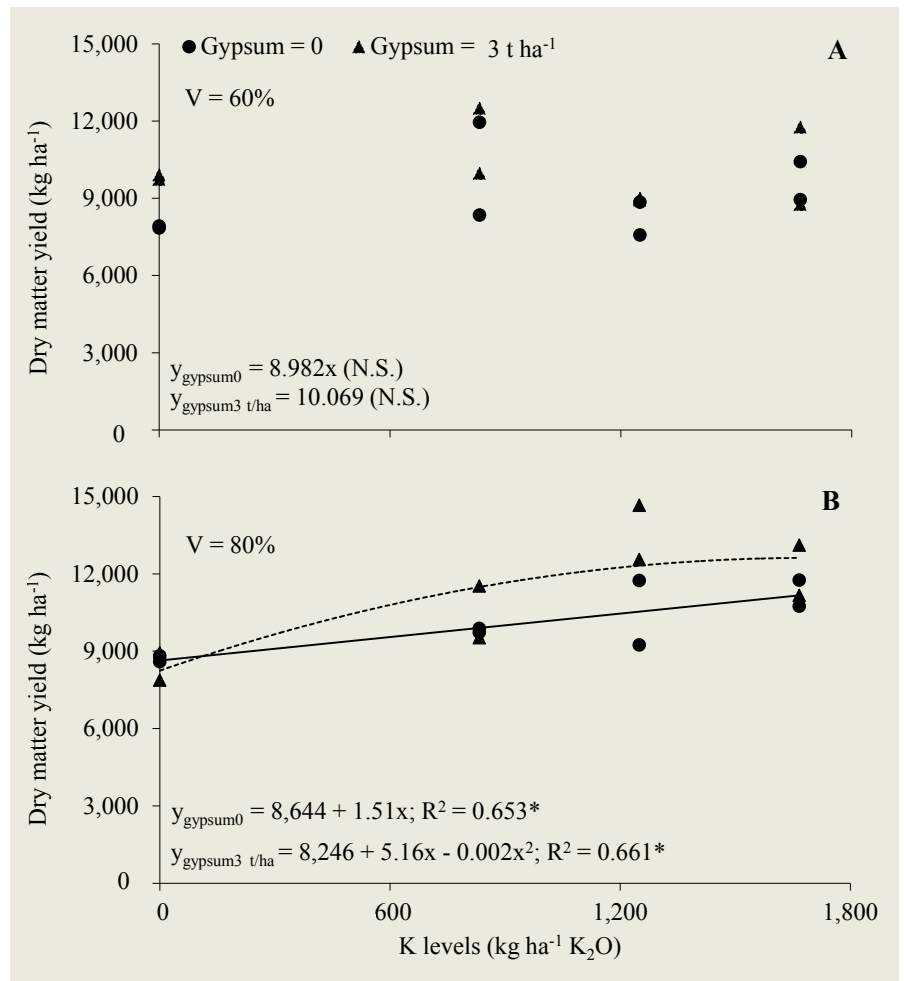


图1.施用钾肥、石膏对盐基饱和度为60% (A) 和80% (B) 的苜蓿干物质产量的影响



照片2.高肥力地块苜蓿地没有杂草(左) 但低肥力地块杂草丛生(右)。照片拍摄: A.C.C.Bernardi。

Rando and Silveira (1995), Rassini Freitas (1998)和 Bernardi *et al.* (2013b)的发现。同样关于施用石灰对苜蓿带来的有利影响也已经被Honda and Honda (1990) and Moreira *et al.*, (2008)报道过。由于土壤肥力水平低,苜蓿生产力降低,从而导致杂草入侵苜蓿增加(照片2)。图2显示了随钾肥施用量增加,杂草发生呈直线下降趋势。当土壤中施用 3000 kg ha^{-1} 石膏时,两个水平的盐基饱和度,即60%和80%,分别导致杂草发生减少为30%~22%和21%~9%。当石膏施用量为0,这两个水平的盐基饱和度(60%和80%)下,施用钾肥促进杂草以二次方的速率发生,这表明最初钾肥水平利于杂草的生长,可能是因为它们有更高的养分利用率。Liebman and Davis (2000)就指出了这些养分利用率的不同。本研究结果也表明,土壤改良剂、石膏和充足的钾肥可以促进紫花苜蓿的寿命,同样的研究结果可见Smith (1975), Berg *et al.* (2005), and Bernardi *et al.* (2013)。

结论

土壤肥力管理影响着苜蓿产量和与杂草竞争潜力。土壤肥力较低导致苜蓿牧场活力的损失,增加杂草的发生。施用石灰、石膏和钾肥可以大大有助于增加苜蓿的寿命。在盐基饱和度较高(80%)的土壤上施用钾肥会对紫花苜蓿产生重要影响。

参考文献

- Berg, W.K., S.M. Cunningham, S.M. Brouder, B.C. Joern, K.D. Johnson, J. Santini, and J.J. Volenec. 2005. Influence of Phosphorus and Potassium on Alfalfa Yield and Yield Components. *Crop Science* 45:297-304.
- Bernardi, A.C.C., R.D. Cardoso, E.P. Mota, and R.P. Ferreira. 2013a. Produção, estado nutricional e qualidade da alfafa sob pastejo e ocorrência de plantas daninhas em resposta à calagem, gessagem e adubação potássica. *Boletim de Indústria Animal*, 70:67-74.
- Bernardi, A.C.C., P.P.A. Oliveira, and O. Primavesi. 2012. Soil Fertility of Tropical Intensively Managed Forage System for Grazing Cattle in Brazil. *In: Whalen, J.K. Soil Fertility Improvement and Integrated Nutrient Management - A Global Perspective*. Rijeka, Croatia: Intechopen. p. 37-56.
- Bernardi, A.C.C., J.B. Rassini, F.C. Mendonça, and R.P. Ferreira. 2013b. Alfalfa Dry Matter Yield, Nutritional Status and Economic Analysis of Potassium Fertilizer Doses and Frequency. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 4: 389-398.
- Carvalho, M.C.S., and B. van Raij. 1997. Calcium Sulphate, Phosphogypsum and Calcium Carbonate in the Amelioration of Acid Subsoils for Root Growth. *Plant Soil* 192:37-48.
- Honda, C.S., and A.M. Honda. 1990. *Cultura da alfafa*. Cambara: IARA. 245 p.
- Kafkafi, U., R. Gilat, and D. Yoles. 1977. Studies on Fertilization of Field-Grown Irrigated Alfalfa. *Plant Soil* 46:165-173.
- Liebman, M. and A.S. Davis. 2000. Integration of Soil Crop and Weed Management in Low External Input Farming Systems. *Weed Research* 40:27-47.

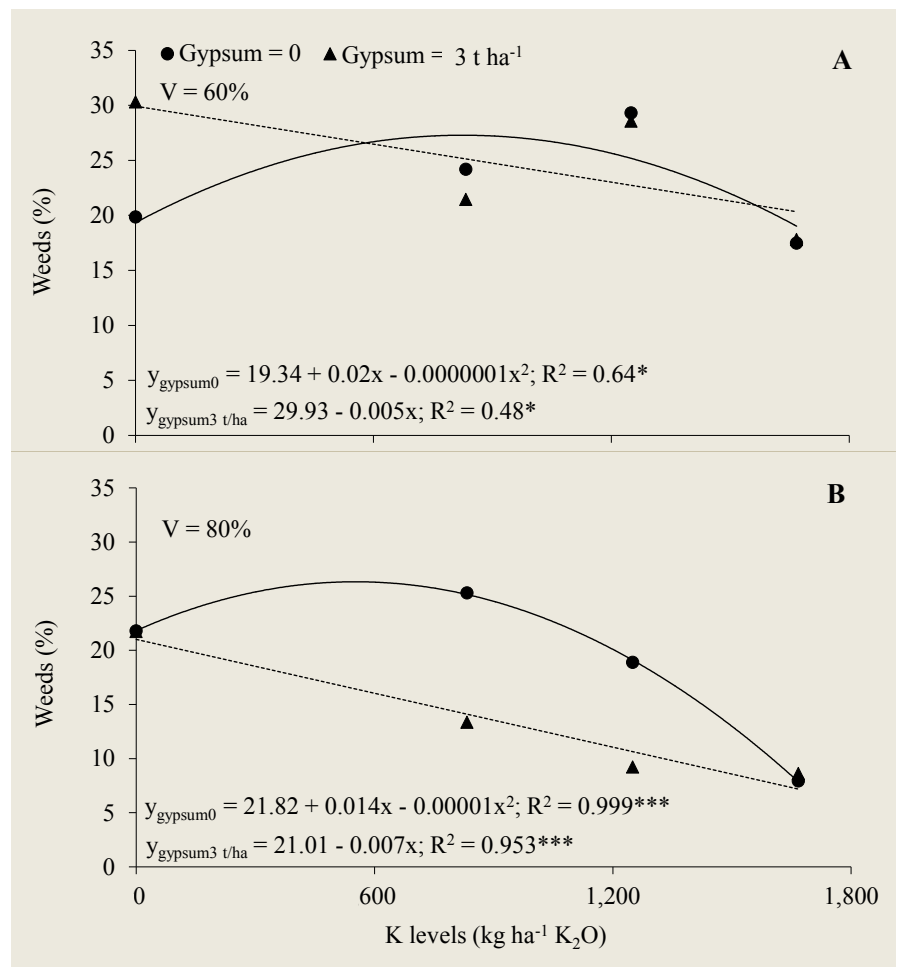


图2. 施钾和石膏在不同盐基饱和度60% (A) 和80%(B)土壤的苜蓿地杂草发生率 (DW杂草干重(kg)/DW苜蓿干重(kg))

- Lillak, R., A. Linke, T.R. Viiral, and T. Laidna. 2005. Invasion of Broad-Leaved Weeds into Alfalfa Stand During Time of Utilisation of Alfalfa Stands in Low-Input Farming System. *Agron. Res.* 3:65-72.
- Moreira, A., A.C.C. Bernardi, and J.B. Rassini. Correção do solo, estado nutricional e adubação da alfafa. 2008. *In: Ferreira, R.P., J.B. Rassini, A.A. Rodrigues, A.R. Freitas, A.C. Camargo, and F.C. Mendonça. (eds.). Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos. São Carlos, Embrapa Pecuária Sudeste. p. 95-138.*
- Moyer, J.R. 1992. Alfalfa Yield in Establishment and Subsequent Years After Herbicide and Phosphorus Application During Establishment. *Canadian Journal of Plant Science* 72:619-625.
- Peters, E.J., and D.L. Linscott. 1988. Weeds and Weed Control. *In: Hanson, A.A., D.K. Barnes, and R.R. Hill (eds.). Alfalfa and Alfalfa Improvement. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p. 705-735.*
- Rando, E.M. and R.I. Silveira. 1995. Desenvolvimento da alfafa em diferentes níveis de acidez, potássio e enxofre no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 19:235-242.
- Rassini, J.B., and A.R. Freitas. 1998. Desenvolvimento da alfafa (*Medicago sativa*) sob diferentes doses de adubação potássica. *Revista Brasileira Zootecnia* 27:487-490.
- P. Sarmiento, M. Corsi, and F.P. Campos. 2001. Resposta da alfafa a fontes de fósforo associadas ao gesso e à calagem. *Scientia Agricola* 58:81-390.
- Smith, D. 1975. Effects of Potassium Topdressing a Low Fertility Silt Loam Soil on Alfalfa Herbage Yields and Composition and on Soil K. *Agron. J.* 67:60-64.
- Syed-Omar, S.R., and M.E. Sumner. 1991. Effect of Gypsum on Soil Potassium and Magnesium Status and Growth of Alfalfa. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 22:2017-2028.
- Vilela, D. 1992. Potencialidade da alfafa na região Sudeste do Brasil. *Inf. Agropec.* 16(175):50-3.
- Vilela, D., R.P. Ferreira, A.A. Rodrigues, J.B. Rassini, and O. Tupy. 2008. Prioridades de pesquisa e futuro da alfafa no Brasil. *In: Ferreira, R.P., J.B. Rassini, A.A. Rodrigues, A.R. Freitas, A.C. Camargo, and F.C. Mendonça (eds.). Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste. p. 457-469.*

研究论文“苜蓿牧场的土壤肥力管理及杂草发生情况”可以在国际钾肥研究所 (IPI) 官方网站上浏览下载：[区域活动/拉丁美洲](#)