



HAL
open science

Mise au point d'un protocole d'évaluation de la diversité fonctionnelle des prairies naturelles. Exemple d'application sur des bassins laitiers du Massif Central

Fernando L.F. de Quadros, Emilien Fatet, Jean Pierre J. P. Theau, Eric Lecloux, Pablo Cruz

► To cite this version:

Fernando L.F. de Quadros, Emilien Fatet, Jean Pierre J. P. Theau, Eric Lecloux, Pablo Cruz. Mise au point d'un protocole d'évaluation de la diversité fonctionnelle des prairies naturelles. Exemple d'application sur des bassins laitiers du Massif Central. Symposium international INRA-UMR AGIR (Agrosystèmes et développement territorial): Outils pour la gestion des prairies permanentes, Jul 2005, Castanet-Tolosan, France. hal-02752006

HAL Id: hal-02752006

<https://hal.inrae.fr/hal-02752006>

Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mise au point d'un protocole d'évaluation de la diversité fonctionnelle des prairies naturelles.

Exemple d'application sur des basins laitiers du Massif central

Fernando L.F., de Quadros,
Emilien Fatet,
Jean-Pierre Theau,
Eric Lecloux,
Pablo Cruz*

Introduction

L'activité des conseillers techniques travaillant sur des prairies naturelles se heurte à la disponibilité de temps et au manque d'expertise botanique pour pouvoir appliquer des méthodes de diagnostic qui nécessitent l'identification d'un important cortège d'espèces (Balent & Duru, 1984). Par ailleurs, un tel diagnostic n'informe pas suffisamment, à moins de très bien connaître les caractéristiques fourragères des espèces, sur la valeur d'usage (VU) de la communauté végétale. Face à cette contrainte, une méthode alternative a été proposée (Cruz *et al.*, 2002 ; Ansquer *et al.*, 2004). Elle est basée sur une approche fonctionnelle de la végétation selon laquelle la détermination de types fonctionnels d'espèces dominants permettrait d'attribuer à la prairie une valeur d'usage globale. Cette VU correspond à celle du type fonctionnel dominant, appelé «groupe d'effet» par Lavorel et Garnier (2002), qui est constitué d'espèces non apparentées génétiquement mais présentant des caractéristiques communes par rapport à leur fonction dans l'écosystème prairial. Les caractéristiques communes aux espèces d'un

*Auteur correspondant : flfquadros@yahoo.com.br

même type fonctionnel peuvent être déterminées par des valeurs communes de traits (Lavorel & Garnier, 2002). Parmi les traits fonctionnels, la teneur en matière sèche des limbes réhydratés (TMS), mesurée sur la dernière feuille adulte des plantes, s'avère appropriée en tant que "trait d'effet" (Al Haj Khaled, 2005). Elle a permis l'établissement d'une typologie de graminées (Ansquer *et al.*, 2004) qui peut être transposée à une typologie de prairies selon le groupe fonctionnel dominant des graminées présentes. La prise en compte des seules graminées s'explique d'une part par la forte abondance de cette famille végétale dans les prairies naturelles (très fréquemment entre 50 et 90 % de la biomasse totale) et d'autre part car cela permet une homogénéisation du protocole de mesure de la TMS car le repérage de la dernière feuille adulte est aisé chez les graminées. Par ailleurs, il a été montré (Cruz *et al.*, 2002) que l'utilisation de la TMS n'est pas compatible avec l'analyse pondérée de toutes les espèces car certaines formes de vie (les dicotylédones à larges feuilles par exemple) ont une gamme de valeurs très faibles et peuvent biaiser les résultats par le jeu des variations de leur proportion dans les différentes prairies.

L'objectif de ce travail est celui de présenter une méthode de détermination de la proportion des espèces dans des prairies naturelles inspiré de la méthode BOTANAL (Tohill *et al.*, 1978 ; 1992). Un exemple des mesures réalisées dans des bassins laitiers du Massif Central sera utilisé comme démonstration de la détermination de la proportion des graminées et de l'analyse de la correspondance entre la valeur d'usage, définie par le type fonctionnel de prairie, et la fonction des parcelles dans un élevage. Le type fonctionnel des espèces, et par extension celui des prairies, ont été déterminés suivant la classification proposée par Ansquer *et al.* (2004).

La méthode proposée

Le besoin d'utiliser un nombre représentatif d'échantillons pour évaluer les prairies naturelles a amené les chercheurs à proposer des alternatives qui réduisent l'effort et le temps nécessaire pour prendre les informations tout en ayant un niveau de la précision acceptable.

Ainsi, beaucoup de méthodes ont été proposées entre lesquelles la méthode de classement par poids secs («*dry-weight-rank*») proposée par Mannetje et Haydock (1963) a eu une acceptation importante. Ces auteurs ont développé la méthode sur des prairies temporaires constituées d'associations de graminées, légumineuses et d'espèces indésirables. Ils ont

proposé un classement des espèces du 1^{er} au 3^e rang, sans connaître leur contribution au poids sec, mais seulement leur placement dans le classement. La matière sèche totale était calculée sur la base des estimations visuelles ajustées par les régressions entre celles-ci et le poids sec des échantillons coupés. Sur ce total seront appliqués les pourcentages de chaque espèce ou groupe d'espèces selon leur placement.

Suivant une démarche semblable, Haydock et Shaw (1975) ont proposé une méthode comparative de classement des disponibilités de biomasse en fonction des étalons sélectionnés comme référence. Ceux-ci représentent une échelle relative de biomasse, qui comprend des étalons de un à trois ou un à neuf, qui servent de références pour les estimations visuelles de disponibilité. Les estimations visuelles sont, calibrées à partir de régressions avec quelques échantillons d'herbe prélevés.

Les deux méthodes précédentes ont montré un coefficient de détermination élevé (0.7 à 0.95) entre les mesures et les estimations visuelles.

La nécessité d'estimer conjointement la contribution des espèces principales et la fréquence totale des espèces en prairies naturelles d'Australie ont amené Tothill *et al.* (1978 ; 1992) à proposer une combinaison des méthodes précédentes appelée «*Botanical Analysis*» ou, en abrégé, BOTANAL. Lors de sa première publication, en 1978, la méthode était diffusée sous forme d'un logiciel écrit en FORTRAN, la langue opérationnelle de l'époque, qui était de manipulation difficile, restrictive, raison pour laquelle la méthode a été peu utilisée en dehors de l'Australie.

En 1984, deux chercheurs de l'EMBRAPA-Brésil (Costa & Gardner, 1984), ont développé une version du logiciel en BASIC, mais son usage est également resté restrictif. En 1992, les auteurs du logiciel original ont lancé une nouvelle version sous DOS, peu accessible pour la plupart des utilisateurs habitués déjà à travailler dans une configuration Windows. Pour réduire les difficultés de la retranscription des données de terrain, Martins et Quadros (2004) ont proposé une feuille de calcul du logiciel Excel inspirée de la méthode originelle ⁽¹⁾. Les étapes à suivre dans l'utilisation de la méthode seront ici décrites.

Estimation de la biomasse et composition botanique

Ces estimations sont réalisées sur quinze cadres (50 x 50 cm) placés

⁽¹⁾ feuille qui peut être demandée à l'adresse e-mail de l'auteur.

aléatoirement sur la parcelle. Dans chaque cadre une estimation visuelle de la biomasse est faite sur la base d'une note comprise entre un et cinq, ainsi que la liste d'espèces qui contribuent le plus à la biomasse et une estimation visuelle de la part des graminées, légumineuses et autres dicotylédones.

Evaluation de la biomasse

Celle-ci est faite par une méthode de double échantillonnage, qui utilise des étalons, dans notre cas de un à cinq, pour estimer la disponibilité en matière sèche totale. Les étalons sont définis après une évaluation préliminaire de la prairie. Des prélèvements sont faits dans des zones représentatives de la prairie, présentant le moins (note 1) et le plus de biomasse (note 5). Ces prélèvements servent à caler la notation sur une échelle de biomasse. Ils sont fait sur trois ou quatre cadres représentatifs chacun de ces deux zones, comme dans l'exemple qui suit:

- Valeur maximum = 5 = 227 g MS/0,25 m²
- Valeur minimum = 1 = 23 g MS/0,25 m²

Entre ces deux valeurs nous avons le numéro 3 = 25 g MS/0,25 m². Dans le cas de cinq étalons, les intervalles entre un et trois et trois et cinq seront respectivement, 76 et 176 g MS/0,25 m². Les intervalles entre les étalons sont estimés sur une échelle décimale, par exemple 1.3 entre les étalons un et deux.

Il est conseillé d'estimer visuellement et de prélever au moins entre huit et dix échantillons pour permettre d'établir l'équation de régression qui servira à la calibration des limites entre les classes estimées et les poids secs réelles.

Le codage des espèces

Afin de simplifier le travail de saisie, les espèces sont codées au préalable à partir du n° 1. Ceci faciliter la saisie de leur présence sur le terrain. Cette mesure va accompagnée d'une estimation de l'abondance de chaque espèce dans le cadre.

Evaluation de la participation des espèces à la biomasse totale.

Afin de simplifier le travail de saisie, nous proposons une feuille de terrain qui pré détermine l'encodage de l'abondance des espèces dans le cadre (Tab. 1). L'abondance est estimée visuellement par observation du cadre. La première colonne du tableau (Nbre sp) détermine les espèces participant à la biomasse du cadre. La deuxième colonne (Espèces)

Nbre sp ⁰	Espèces dominantes	Autres espèces	Code	Pourcentage en MS Total
1	S1		111	100
2	S1 S2		222	90 10
2	S2 S1		223	80 20
2	S1 S2		224	70 30
2	S1 S2		225	50 50
3	S1 S2 S3	S4 S5	333	70 20 10
3	S1 S2 S3	S4 S5	334	70 15 15
3	S3 S1 S2	S4 S5 S6	335	45 45 10
3	S1 S2 S3	S4 S5 S6	336	33 33 33
4	S1 S2 S3 S4	S5	444	70 20 5 5
4	S1 S4 S3 S2	S5 S6	445	70 10 10 10
4	S4 S2 S3 S1	S5 S6	447	45 30 15 10
5	S1 S2 S3 S4 S5	S6	555	70 20 3 3 3
5	S1 S2 S3 S4 S5		556	45 45 3 3 3

Tableau 1. Exemple du codage utilisé pour estimer la participation des espèces dominantes (S) à la biomasse aérienne de la prairie

détermine l'ordre décroissant dans l'abondance des espèces (toutes espèces confondues). La troisième colonne permet d'identifier d'autres espèces qui ne sont pas dominantes (<3% de la biomasse). La quatrième colonne (Code) est le codage proposé pour déterminer l'abondance respective des espèces citées en colonne deux. Le premier chiffre de ce code, indique le nombre d'espèces considérées dominantes, les suivants renvoient à une codification qui correspond aux proportions (base 100) des espèces citée en colonne deux. En combinant les colonnes deux et cinq on peut retrouver l'abondance des espèces dominantes du cadre. Ce tableau peut être adapté (simplifié ou amplifié) selon les types de prairies ou les objectifs du travail (recherche, diagnostic par un conseiller technique ou par l'éleveur).

La contribution de chaque espèce à la biomasse totale est présentée sous forme d'une feuille Excel, automatisée pour calculer les proportions des espèces dans la biomasse des parcelles (Tab.2). Les contributions sont présentées par cadre et la moyenne est calculée par parcelle.

Cadre	Éleveur	Par.	NOTE	MS ⁽¹⁾ Kg/ha	Espèces					Code	Proportion par Espèce				
1	1	1	1,7	2747	31	25	5	32		445	0,7	0,15	0,1	0,05	0
2	1	1	1,5	2089	15	25	31	60	71	557	0,45	0,25	0,15	0,1	0,05
3	1	1	1,1	772	25	31	1	71	60	557	0,45	0,25	0,15	0,1	0,05
4	1	1	2,2	4393	25	32	5	71		448	0,45	0,3	0,15	0,1	0
5	1	1	2,6	5709	17	28	25	32		443	0,8	0,1	0,05	0,05	0
6	1	1	1,5	2089	17	25	31	71		448	0,45	0,3	0,15	0,1	0
7	1	1	1,8	3076	32	17	25	5	81	558	0,3	0,2	0,2	0,15	0,15
8	1	1	1,2	1101	32	15	18	11	71	558	0,3	0,2	0,2	0,15	0,15
9	1	1	1,3	1430	18	25	32			338	0,45	0,45	0,1	0	0
10	1	1	1,8	3076	15	32	25	18		445	0,7	0,15	0,1	0,05	0
11	1	1	1,5	2089	32	28	86	15	25	557	0,45	0,25	0,15	0,1	0,05
12	1	1	1,3	1430	32	60	25			334	0,7	0,15	0,15	0	0
13	1	1	1,3	1430	32	60	25	11		444	0,7	0,2	0,05	0,05	0
14	1	1	1,7	2747	32	25	60	77		445	0,7	0,15	0,1	0,05	0
15	1	1	1,3	1430	32	28	25	71		448	0,45	0,3	0,15	0,1	0

⁽¹⁾Valeur de biomasse aérienne disponible en matière sèche.

Tableau 2. Exemple de sortie du calcul de la proportion d'espèces dans les cadres

Application de la méthode à l'étude des trois bassins laitiers du Massif Central

Cette démarche a été appliquée à un ensemble de parcelles de douze élevages appartenant à trois bassins laitiers situés dans trois régions du Massif central, le Cantal(15), l'Aubrac (12) et la Margeride (48). Les élevages ont été choisis en fonction de leur représentativité vis-à-vis des systèmes d'élevage de chaque bassin. Les parcelles ont été choisies suivant leur mode d'utilisation par l'éleveur. A partir d'un calendrier fourrager de l'exploitation, chaque prairie a été codée selon la chronologie des opérations qui ont lieu pendant la saison. Dans chaque exploitation, quatre à six

parcelles, représentant bien la diversité d'utilisation et de végétation des prairies de l'exploitation, ont été retenues pour faire partie du dispositif expérimental. Ainsi, cinquante huit parcelles ont été regroupées en six types d'utilisation et codées.

- Prairies destinées à l'ensilage donc coupées précocement au printemps et généralement pâturées par les animaux en automne (EP).
- Prairies pâturées (déprimées) au printemps puis ensilées ou fanées au début de l'été. La repousse d'automne est le plus souvent pâturée (PFP).
- Prairies fauchées une fois au printemps et pâturées par la suite (FP)
- Prairies coupées au moins deux fois avant d'être pâturées (FFP).
- Pacages uniquement pâturés par les vaches en production plusieurs fois pendant la saison de pâturage (PPP_{VL}).
- Pacages uniquement pâturés par des génisses (PPP_G).

Dans chacune des cinquante huit parcelles la proportion des graminées dominantes a été réalisée suivant la méthode BOTANAL et la teneur en matière sèche des limbes de ces espèces a été mesurée suivant le protocole proposé par Garnier *et al.* (2001) et Cornelisen *et al.* (2003). Le classement des espèces selon la TMS a été comparé entre les trois régions étudiées. La TMS de la communauté a été calculées en pondérant les valeurs des espèces par leur abondance. Suivant les graminées dominantes dans la végétation, les parcelles ont été classées en type fonctionnel A, B ou C selon la typologie proposée par Ansquer *et al.* (2004).

Résultats et Discussion

Le classement des espèces selon la TMS mesurée est sensiblement le même quelle que soit la région (Tab. 3) ce qui représente une validation de la stabilité et robustesse de ce trait foliaire pour identifier et classer les graminées selon leurs stratégies de croissance.

	AUBRAC	CANTAL
CANTAL	0.0026**	
MARGERIDE	0.0187*	0.0016**

Tableau 3. Valeurs P du test de corrélation de rang de Spearman sur le classement des espèces par la TMS dans les trois régions

De plus, la valeur moyenne de TMS de toutes les parcelles des trois régions montre une différenciation entre les types fonctionnels des prairies (Ansquer *et al.* 2004) ce qui signifie une validation de cette typologie dans une zone différente de celle où elle a été établie (Pyrénées centrales) (Tab. 4). Par ailleurs, la proportion des types fonctionnels s'est avérée différente selon la région considérée (Tab. 5). La participation du type C étant très dominante en Margeride indique que la diversité fonctionnelle est inférieure dans cette région.

TYPE	TMS moyenne
C	276.27 ^a
B	246.93 ^b
A	244.91 ^b

Tableau 4. Analyse de variance de la TMS parcellaire en fonction du type fonctionnel A, B ou C (Ansquer *et al.*, 2004) de la parcelle $P < 0.001$ ***(h)

	Aubrac	Cantal	Margeride
Type fonctionnel A	52	44	-
Type fonctionnel B	16	-	13
Type fonctionnel C	32	56	87

Tableau 5. Proportion (% des prairies étudiées) des types fonctionnels présents dans les trois régions analysées

La fonction de la parcelle dans le système fourrager des exploitations semble être la résultante du type fonctionnel de la prairie, c'est-à-dire de la TMS des populations de graminées pondérées par leur abondance. Le Tableau 6 illustre, pour un élevage de chaque région, la relation entre la fonction parcellaire et la TMS calculée (et pondérée par l'abondance des graminées). On observe que les parcelles destinées au pâturage des génisses correspondent à des végétations ayant la plus forte valeur de TMS, donc probablement de type C, tandis que les parcelles destinées à la production de foin ou de l'ensilage ont de valeurs de TMS bien plus faibles.

Région	Fonction	TMS (mg. g ⁻¹)
Aubrac	PPPG	242 ^a
	PPPVL	217 ^b
	FFP	201 ^c
Cantal	PPPG	270 ^a
	PFP	237 ^b
	PPPVL	234 ^b
	EP	208 ^c
Margueride	PPPG	328 ^a
	PPPVL	278 ^b
	FP	272 ^b
	EP	237 ^c

Tableau 6. Analyses de variance de la TMS mesurée selon la fonction de la parcelle dans le système fourrager ($P < 0.001$)

En ce qui concerne les vaches laitières (PPPVL) en production on observe que les végétations pâturées présentent une TMS intermédiaire (Tab. 6). Une analyse multivariée (Fig. 1) montre le regroupement entre parcelles établi selon leur appartenance aux types des prairies, la TMS mesurée et une variable liée à la structure du parcellaire des exploitations: la distance à la salle de traite. Elle montre que les parcelles utilisées par les vaches laitières peuvent être constituées indifféremment des végétations de type A ou C mais qu'elles sont toujours les plus proches de la salle de traite. On observe également que les parcelles fauchées sont toutes proches du type A, tandis que celles qui sont exclusivement destinées au pâturage sont plus proches du type C.

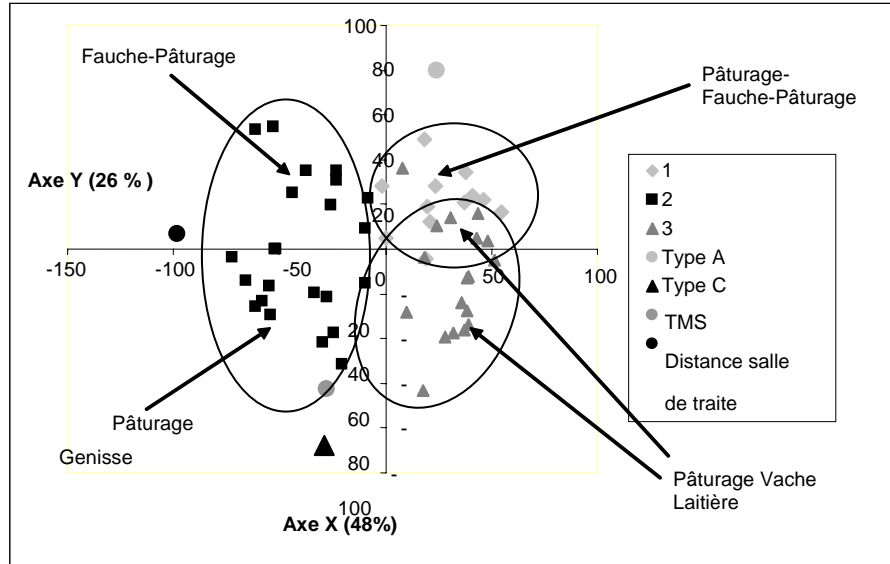


Figure 1. Diagramme d'ordination de l'analyse des coordonnées principales des parcelles de trois bassins du Massif Central (Aubrac, Cantal et Margeride).

Les parcelles ont été groupées selon trois variables : i) typologie des graminées, ii) teneur de matière sèche mesurée et iii) distance de la salle de traite. Les trois groupes ont été formés suivant une analyse de regroupements qui s'est avérée significative ($P=0,06$). Les flèches indiquent les fonctions principales dans chaque groupe. Les groupes présentés dans la figure sont caractérisés par les types fonctionnels des graminées (déterminés par la TMS) et la distance à la salle de trait.

Conclusions

Ce travail a permis de montrer comment un trait fonctionnel, en l'occurrence la TMS, peut être utilisé pour diagnostiquer la diversité fonctionnelle du parcellaire des exploitations ainsi que le type de fonction attribué à chacune des parcelles dans le système fourrager. Ce diagnostic est réalisé sur les populations dominantes de graminées lesquelles sont déterminées, ainsi que leur proportion, par une méthode d'utilisation simple basée sur des estimations visuelles étalonnées par des mesures de biomasse de référence.

Une validation du classement des graminées par la TMS réalisée en conditions non limitantes pour la croissance (Ansquer *et al.*, 2004)

permettrait de s'affranchir de sa mesure *in situ* quand le cortège des graminées est celui de la base de donnée établie (Al Haj Khaled *et al.*, 2005).

Bibliographie

- Al Haj Khaled, R., Duru, M., Theau, J.P., Plantureux, S., Cruz, P., 2005. Variation in leaf traits through seasons and N-availability levels and its consequences for ranking grassland species. *Journal of Vegetation Science*, 16, 391-398.
- Ansquer, P., Theau, J.P., Cruz, P., Viegas, J., Al Haj Khaled, R., Duru, M. 2004. Caractérisation de la diversité fonctionnelle des prairies naturelles. Une étape vers la construction d'outils pour gérer les milieux à flore complexe. *Fourrages*, 179, 353-368.
- Balent, G., Duru, M., 1984. Influence des modes d'exploitation sur les caractéristiques et l'évolution des surfaces pastorales : cas des Pyrénées Centrales. *Agronomie*, 4, 113-124.
- Costa, J.M.V., Gardner, A.L. 1984. *Sistema Botanal-2: Manual práctico do usuário*. Brasília:EMBRAPA-DMQ, 27 .
- Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S. , Buchmann, N., Gurvich, D.E., Reich, P.B., ter Steege, H., Morgan, H.D., van der Heijden, M.G.A., Pausas, J.G., Poorter, H. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51, 335-380.
- Cruz, P., Duru, M., Therond, O., Theau, J.P., Ducourtieux, C., Jouany, C., Al Haj Khaled, Ansquer, P., 2002. Une nouvelle approche de la valeur d'usage des prairies naturelles ou semi-naturelles. *Fourrages*, 172, 335-354.
- Garnier, E., Shipley, B., Roumet, C., Laurent, G. 2001. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Functional Ecology*, 15, 688-695.
- Haydock, K.P., Shaw, N.H., 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15, 663-670.
- Lavorel, S., Garnier, E., 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits : revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16, 545-556.
- Mannetje, L.T., Haydock, K.P., 1963. The «dry-weight-rank» method for the botanical analysis of pasture. *Journal of British Grassland Society*, 18, 268-75.
- Martins, C.E.N., Quadros, F.L.F.(de) 2004. BOTANAL: Desenvolvimento de uma planilha eletrônica para avaliação de disponibilidade de matéria seca e composição florística de pastagens. In: Reunión del Grupo técnico regional des

cono sur en mejoramiento y utilización de los recursos forrajeros del área tropical y subtropical – Grupo Campos., 2004, Salto. Memorias, 1, 229-231.

Tothill, J.C., Hargreaves, J.N.G., Jones, R.M., 1978. BOTANAL - A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. CSIRO, Division of Tropical Crops and Pastures. *Tropical Agronomy Technical Memorandum*, 8, 1-20.

Tothill, J.C., Hargreaves, J.N.G., Jones, R.M., 1992. BOTANAL - A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field sampling. *Tropical Agronomy Technical Memorandum*, 78, 1-24.