

EFFET DE LA NATURE DE L'ALIMENT SUR LA MESURE DE L'ENERGIE METABOLISABLE DU MAÏS, DU BLE ET DU TOURTEAU DE SOJA CHEZ LE POULET

Tormo Elodie¹, Gady Cécile¹, Rouffineau Friedrich¹, Hallouis Jean Marc², Feuillet Dalila³, Lessire Michel² et Juin Hervé³

¹ CERN ADISSEO France SAS - 03600 COMMENTRY, France, ² INRA Unité de Recherches Avicoles - 37380 NOUZILLY, France, ³ INRA Unité Expérimentale d'Elevage Alternatif et Santé des Monogastriques Le Magneraud - 17700 SURGERES, France
cecile.gady@adisseo.com

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude était de mesurer par la méthode par différence les valeurs d'énergie métabolisable apparente corrigée du bilan azoté (EMAn) de trois matières premières majeures pour l'alimentation des volailles à partir de différentes stratégies de composition des aliments expérimentaux. Un maïs et un blé ont été incorporés à 60,0 et 47,7% à la fois dans un régime témoin T1 à base de blé, maïs et tourteau de soja (régimes expérimentaux MC1 et BC1) et un régime témoin T2 à base de maïs et tourteau de soja (MC2 et BC2). Le tourteau de soja a été incorporé à 40% dans le témoin T1 (SC1) et aussi introduit à 35,0% dans un régime expérimental en combinaison avec le maïs évalué précédemment (SC2). La méthode du bilan digestif avec collecte totale des excréta sur poulets de 3 semaines a été utilisée. Cette étude a été réalisée dans trois centres de recherche à partir des mêmes lots d'aliments. Les coefficients de variation (CV) intra centre moyens calculés sur les valeurs d'EMAn des régimes varient de 1,4% à 2,7% à l'exception du régime BC1 pour lequel le CV intra centre moyen atteint 7,1%. Les CV inter centres varient de 0,4% à 2,6% en fonction des régimes. Les valeurs moyennes d'EMAn du maïs obtenues à partir des régimes MC1 et MC2 sont de 3749 ± 95 et 3752 ± 146 kcal/kg MS respectivement et n'ont pas été impactées par la nature de l'aliment utilisé. A l'inverse, les valeurs moyennes d'EMAn du blé varient selon la composition de l'aliment de base : 3162 ± 46 et 3317 ± 192 kcal/kg MS pour BC1 et BC2 respectivement. Les variabilités observées intra centre sur les EMAn des régimes BC1 et inter centres sur les régimes BC2 pourraient s'expliquer par les taux d'incorporation élevés du blé dans les régimes expérimentaux ce qui aboutit à des valeurs variables. Enfin, les effets les plus importants de la nature de l'aliment ont été observés sur les valeurs moyennes d'EMAn du tourteau de soja évaluées à 2196 ± 70 et 2433 ± 65 kcal/kg MS à partir des régimes SC1 et SC2 respectivement.

ABSTRACT

Effect of diet composition on the measurement of the metabolisable energy of corn, wheat and soybean meal in growing broiler

The objective of this study was to determine by the difference method the apparent metabolisable energy values corrected for nitrogen balance (AMEn) of three major feedstuffs for poultry feeds from different diets formulation strategies. One corn and one wheat samples were substituted at 60,0% and 47,7% in a wheat-corn-soybean meal control diet T1 (experimental diets MC1 and BC1) and in a corn-soybean meal control diet T2 (MC2 and BC2) as well. The tested SBM was substituted at 40,0% in the control diet T1 (SC1) and incorporated at 35,0% at the expense of the tested corn only (SC2). The energy balance method with total excreta collection on growing broilers was used. This study was performed in three research centres using the same batches of diets. Average intra centre coefficients of variation (CV) from dietary AMEn values ranged from 1,4 to 2,7% with exclusion of the diet BC1 for which intra centre CV reached 7,1%. Inter centres CV varied from 0,4% to 2,6% according to experimental diets. Mean AMEn values obtained for the tested corn were 3749 ± 95 and 3752 ± 146 kcal/kg DM from diets MC1 and MC2 respectively and were not impacted by the formulation approach used. On the contrary the mean AMEn values of wheat varied according to the composition of the basal: 3162 ± 46 and 3317 ± 192 kcal/kg DM from diets BC1 and BC2 respectively. The observed variability intra centre on AMEn values of BC1 and inter centres on AMEn values of BC2 might be explained by the high incorporation levels of wheat in these experimental diets leading to variable values for wheat. Finally, the highest difference between the two formulation strategies was observed on the mean AMEn values of SBM evaluated at 2196 ± 70 and 2433 ± 65 kcal/kg DM from diets SC1 and SC2 respectively.

INTRODUCTION

L'énergie représente aujourd'hui la part la plus onéreuse dans les formulations d'aliments pour volaille, c'est pourquoi la précision de l'évaluation énergétique des divers ingrédients est d'autant plus importante. L'énergie métabolisable apparente (EMA) est la mesure de référence utilisée en Europe pour décrire les besoins et caractériser les ingrédients et les aliments pour volailles. La méthode de référence Européenne pour l'évaluation de l'EMA des régimes a été décrite par Bourdillon et al. (1990a ; 1990b) chez le poulet de chair et le coq adulte dans le but de faciliter les comparaisons de valeurs entre laboratoires. Cependant aucune méthode de référence n'a été admise pour mesurer les valeurs d'EMA des matières premières.

Une première méthode d'évaluation des matières premières, dites de substitution, consistait à utiliser des régimes semi purifiés à base de glucose dans lesquels la matière première d'intérêt était incorporée soit au dépend du glucose seulement, soit au dépend du régime entier (Hill et Anderson, 1958 ; Potter et Materson, 1960). Les deux modes de substitution n'ont a priori pas d'effet sur les valeurs d'EMA obtenues (Pesti, 1984). Par la suite l'utilisation de ces régimes semi purifiés a été comparée à l'utilisation de régimes plus proches de la composition des aliments pour volailles utilisés sur le terrain. Selon certaines études l'utilisation de régimes semi purifiés augmenterait les valeurs mesurées d'EMA des matières premières suite à un effet synergique avec la plus grande concentration en énergie disponible des ingrédients purifiés (Pesti, 1984 ; Adeola et Ileleji, 2009). Schang et al. (1983) ont rapporté des valeurs d'EMA de matières premières plus importantes lorsqu'elles étaient déterminées dans un régime semi purifié, cependant les régimes expérimentaux ne comprenaient alors plus que 5.10% de glucose. En dehors du type de régime utilisé, d'autres paramètres tels que la composition des régimes complets et les taux d'incorporation des matières premières seraient susceptibles d'influencer les valeurs d'énergie métabolisable (EM) des matières premières (Sibbald et al., 1960 ; Sibbald et al., 1962 ; Sibbald et Kramer, 1978 ; Dale et Fuller, 1981 ; Adeola et Ileleji, 2009).

Les objectifs de cette étude étaient de comparer les valeurs d'EMAn d'un maïs, d'un blé et d'un tourteau de soja obtenues à partir de deux stratégies différant à la fois par la composition de l'aliment témoin utilisé et par les taux d'incorporation des matières premières d'intérêt. Cette même étude a été répétée dans trois centres de recherche (A, B et C) à partir des mêmes lots de matières premières et d'aliments afin d'évaluer la reproductibilité de la mesure.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Items et régimes expérimentaux

Deux régimes témoins ont été préparés (Tableau 2), le premier à base de blé, maïs, tourteau de soja et d'un prémix P1 (T1) et le second à base de maïs, tourteau de soja, gluten de maïs et d'un prémix P2 (T2).

Le maïs et le blé ont été incorporés à 60% et à 47,66% par substitution dans les régimes témoins T1 et T2 respectivement, tout en conservant les mêmes quantités de prémix. Le tourteau de soja a été incorporé à 40% dans le régime témoin T1 et à 35% dans un régime expérimental composé uniquement du maïs testé et du prémix. La fabrication et la granulation des régimes ont été réalisées en une seule fois à partir des mêmes lots de matières premières.

1.2. Mesure de l'énergie métabolisable apparente

Environ 300 poussins males (Ross PM3) ont été obtenus après éclosion par chaque centre et ont reçu un même aliment démarrage standard à base de blé, maïs et tourteau de soja. A 13 jours d'âge pour le centre A et 15 jours d'âge pour les centres B et C, les poulets ont été distribués dans les 8 régimes en fonction de classes de poids centrées sur la moyenne (15 répétitions par régime pour les centres A et C, 12 répétitions pour le centre B). Les aliments et l'eau étaient fournis *ad libitum* tout au long de l'essai. A la suite d'une période d'adaptation de 7 jours, une collecte totale des excréta, encadrée par des jeûnes de 17h, a été menée pendant les trois derniers jours de l'expérience : de j20 à j23 dans le centre A et de j21 à j24 dans les centres B et C. Après stockage à -20°C les excréta collectés ont été lyophilisés puis laissés à température ambiante pendant 48h afin de stabiliser le contenu en humidité avant pesée, broyage à 0.5mm et analyses.

1.3. Analyses chimiques

Les caractéristiques chimiques des matières premières ont été déterminées par le centre A : protéines brutes (PB = azote Kjeldhal x 6,25), matières grasses (MG, sans hydrolyse acide), cellulose brute (CB), amidon (Ewers) et matières minérales (MM) selon la réglementation Européenne CEE 152/2009 ; fibres ADF et NDF selon la méthode Van Soest (AFNOR NF V18-122). Chaque centre a déterminé les valeurs de matières sèches (MS) des matières premières et des régimes au cours de l'essai tandis que le centre B a déterminé la MS des régimes juste après granulation. Les aliments complets et les fèces de chaque oiseau ont été analysés pour leur teneur en énergie brute (EB) par calorimétrie et pour leur contenu en matières azotées totales (méthode Kjeldahl) afin de déterminer le bilan azoté des animaux et les valeurs d'EM.

1.4. Calcul de l'EMAn et analyse statistique

L'EMAn des aliments a été calculée de la façon suivante :

$$EMA (kcal / kg MS) = \frac{(I \times EBi - E \times Ebf)}{I}$$

$$EMAn \text{ (kcal / kg MS)} = EMA - \frac{(I.Ni - E.Nf) \times 8.22}{I}$$

avec I : quantité d'aliment ingéré (kg MS) ; E : quantité d'excrétas (kg) ; EBi et Ebf : énergie brute de l'ingéré (kcal/kg MS) et des fèces (kcal/kg); Ni et Nf : teneur en azote de l'ingéré (g/kg MS) et des fèces (g/kg).

Les valeurs d'EMAn des régimes ont été converties sur poids frais en utilisant les valeurs de MS des régimes mesurées après granulation par le centre B. L'EMAn des trois matières premières a ensuite été calculée par différence avec les régimes de base ou le maïs et convertie sur poids sec en fonction des valeurs de MS des matières premières mesurées par chaque centre. Les valeurs aberrantes ($\pm 2,5$ écarts types de la moyenne) ont été éliminées avant traitement par analyse de variance (ANOVA, SAS 9.1.3 © 2002-2003 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) selon un schéma factoriel comprenant 3 centres x 8 régimes expérimentaux.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les trois matières premières d'intérêt présentent des compositions chimiques moyennes (Tableau 1) en accord avec les tables INRA (Sauvant et al., 2004). Les MS mesurées par les trois centres sont relativement proches les unes des autres donnant des coefficients de variations de 1,6%, 1,0% et 0,8% pour le maïs, le blé et le tourteau de soja respectivement.

L'analyse de variance montre des différences significatives ($P < 0,001$) entre les valeurs mesurées d'EMAn des 8 régimes testés (Tableau 3). L'interaction entre les régimes et les centres n'est pas significative ($P > 0,05$), cependant la valeur moyenne plus élevée obtenue par le centre A en comparaison des centres B et C ($P < 0,001$) est principalement due à la valeur d'EMAn mesurée sur le régime BC2.

Les valeurs moyennes d'EMAn des régimes témoins T1 et T2 sont de 3296 et 3419 kcal/kg MS. Les écart-types de mesure varient de 43 à 69 kcal/kg MS en fonction des centres de recherche. Les CV moyens intra centre s'élèvent à 1,8% et 1,6% pour les régimes T1 et T2 respectivement, démontrant une bonne maîtrise de la variabilité sur ces régimes. La reproductibilité des deux témoins dans les 3 centres de recherche est également bien maîtrisée avec des CV inter centres de 0,4 et 0,7%. La variabilité observée est notamment très inférieure à la variabilité moyenne de 2,6% obtenues par Bourdillon et al. (1990b) sur la mesure de l'EMAn de 7 aliments pour volailles par 5 à 7 centres de recherche différents.

Les régimes MC1 et MC2 ont donné des valeurs moyennes d'EMAn similaires ($P > 0,05$) de 3478 et 3484 kcal/kg MS respectivement. Les écart-types de mesure varient de 41 à 91 kcal/kg MS en fonction des régimes et des centres donnant des CV moyens intra

centre de 1,9% et 1,4% pour les régimes MC1 et MC2 respectivement. Les CV inter centres obtenus (1,2 et 1,5%) démontrent également une bonne reproductibilité de la mesure. La composition des régimes n'a pas eu d'impact sur la valeur d'EMAn du maïs, de 3750 ± 96 et 3755 ± 146 kcal/kg MS obtenue à partir des régimes MC1 et MC2 respectivement (Tableau 4). Ce résultat est en accord avec les travaux de Sibbald et al. (1962) et de Lopez et Leeson (2008) qui avaient montré que les valeurs d'EMAn du maïs n'étaient pas influencées par son taux d'incorporation ou la composition des régimes dans lesquels il était incorporé.

La différence observée entre les valeurs moyennes d'EMAn des régimes BC1 et BC2 (3123 et 3276 kcal/kg MS respectivement) est plus importante que la différence attendue. En effet l'EMAn du régime BC2 est plus élevée de 4,9% (153 kcal) par rapport à celle du régime BC1 alors que les valeurs calculées d'EMA (Tableau 2) sont différentes de seulement 2,1% (62 kcal). Les écart-types sur les mesures d'EMAn et le CV moyen intra centre du régime BC1 de 7,1% indique par ailleurs une importante variabilité animale sur ce régime. Au contraire, le CV inter centres obtenu sur ce régime de 0,7% est très bas tandis que celui obtenu sur le régime BC2 de 2,6% indique une plus grande variabilité de mesure entre les 3 centres de recherche. La valeur d'EMAn moyenne du blé de 3317 ± 191 kcal/kg MS obtenue à partir du régime BC2 est très proche de la valeur moyenne publiée par les tables INRA (Sauvant et al., 2004) de 3332 kcal/kg MS. Par contre la valeur moyenne d'EMAn obtenue à partir du régime BC1, soit 3162 ± 45 kcal/kg MS, est inférieure de 155 kcal par rapport à la valeur précédente. Cependant à cause des variabilités intra et inter centres observées sur les régimes BC1 et BC2 respectivement, il est difficile de conclure sur un possible effet de la composition des régimes sur les valeurs EMAn mesurées du blé. De plus les perturbations digestives suggérées par la forte variabilité animale observée pour le régime BC1 laissent supposer que le blé incorporé à forte dose dans l'aliment peut causer une sous-estimation de son EMAn. L'analyse plus précise de la décomposition des sources de variance (résultats non présentés) montre que 74% de la variabilité de la mesure de l'EMAn des régimes BC1 et BC2 s'explique par la quantité de fèces excrétée.

Les valeurs moyennes d'EMAn des régimes SC1 et SC2 sont de 2811 et 3064 kcal/kg MS. Les écart-types de mesure varient de 42 à 106 kcal/kg MS pour le régime SC1 et de 50 à 58 kcal/kg MS pour le régime SC2 donnant des CV moyens intra centre de 2,7 et 1,8% respectivement. Les CV inter centres, de 0,9 et 0,8% pour SC1 et SC2 respectivement, sont très faibles. Pour ces deux régimes cependant la différence observée entre les valeurs moyennes d'EMAn mesurées est de 9,1%. Cette différence est deux fois

plus élevée que la différence attendue sur la base des valeurs d'EMA calculées (4,6%).

Les valeurs moyennes d'EMAn du tourteau de soja obtenues à partir des régimes SC1 et SC2 sont de 2196 ± 69 et 2433 ± 65 kcal/kg MS respectivement et se situent toutes deux en dessous de la valeur moyenne de 2531 kcal/kg MS publiée par les tables INRA (Sauvant et al., 2004). La différence observée entre les deux valeurs moyennes obtenues suggère un fort impact de la composition des régimes sur la mesure de l'EMAn du tourteau de soja. En effet les deux compositions de régime testées étaient très différentes l'une de l'autre. Due à la substitution du témoin T1 par 40% de tourteau, le régime SC1 comprenait 57,6% de tourteau de soja et 30,2% de PB pour une faible quantité d'énergie métabolisable. Un tel déséquilibre du rapport protéines : énergie a pu entraîner une perturbation digestive et aboutir à une sous-estimation de la valeur énergétique du tourteau de soja. Dans le régime SC2, l'incorporation du tourteau de soja avec du maïs seul a permis d'obtenir un régime expérimental comprenant un taux de PB de 22,3% pour une quantité d'énergie métabolisable de 3064 kcal/kg MS, plus proche des recommandations nutritionnelles pour le poulet de chair (INRA, 1984 ; NRC, 1994). De plus la plus faible variabilité intra centre étant observée sur les régimes SC2, la valeur

d'EMAn du tourteau de soja obtenue à partir de ce régime apparaît plus consistante.

CONCLUSION

Les faibles variabilités inter centres obtenues sur les mesures d'EMAn des régimes indiquent une bonne reproductibilité de la méthode expérimentale utilisée pour la mesure de l'EMAn.

Cette étude a démontré que la composition et l'équilibre nutritionnel des régimes utilisés pour la détermination de l'EMAn de certaines matières premières par la méthode de substitution pouvaient impacter les valeurs mesurées. La valeur d'EMAn mesurée du maïs n'est pas affectée par la composition du régime tandis que les valeurs d'EMAn du tourteau de soja diffèrent de plus de 200 kcal/kg en fonction des deux régimes expérimentaux utilisés. La composition des régimes peut également avoir un impact sur la variabilité animale et donc la précision de la mesure d'EMAn comme ce fut le cas pour le blé dans cette étude. La maîtrise et l'optimisation de ces deux facteurs sont donc importantes pour une évaluation robuste et reproductible de l'énergie métabolisable des matières premières.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adeola O. et Ileleji K.E., 2009. *Poult.Sci.*, (88), 579-585.
 Bourdillon A., Carré B., Conan L., Duperray J., Huyghebaert G., Leclercq B., Lessire M., McNab J. et Wiseman J., 1990a. *Br.Poult.Sci.*, (31), 557-565.
 Bourdillon A., Carré B., Conan L., Francesch M., Fuentes M., Huyghebaert G., Janssen W.M., Leclercq B., Lessire M., McNab J., Riconi M. et Wiseman J., 1990b. *Br.Poult.Sci.*, (31), 567-576.
 Dale N.M. et Fuller H.L., 1981. *Poult.Sci.*, (60), 1504-1508.
 Hill F.W. et Anderson D.L., 1958. *J.Nutr.*, (64), 587-603.
 INRA, 1984. *L'alimentation des animaux monogastriques* (INRA ed.), pp282.
 Lopez G. et Leeson S., 2008. *Poult.Sci.*, (87), 298-306.
 NRC, 1994. *Nutrient requirements of poultry. Ninth Revised Edition*, pp176.
 Pesti G.M., 1984. *Br.Poult.Sci.*, (25), 495-504.
 Potter L.M. et Matterson L.D., 1960. *Poult.Sci.*, (39), 781-782.
 Sauvant D., Perez J.M. et Tran G., 2004. *Tables of composition and nutritional value of feed materials* (INRA ed.), pp304.
 Schang M.J., Sibbald I.R. et Hamilton R.M.G., 1983. *Poult.Sci.*, (62), 117-124.
 Sibbald I.R. et Kramer J.K.G., 1978. *Poult.Sci.*, (57), 685-691.
 Sibbald I.R., Summers J.D. et Slinger S.J., 1960. *Poult.Sci.*, (39), 544-556.
 Sibbald I.R., Slinger S.J. et Ashton G.C., 1962. *Poult.Sci.*, (41), 107-116.

Tableau 1. Composition chimique du maïs, du blé et du tourteau de soja testés ¹

	PB	MG	MM	CB	NDF	ADF	Amidon	EB	MS (%) ²		
	% MS							kcal/kg MS	A	B	C
Maïs	9,6	3,9	1,4	< 2,3	14,5	3,6	75,0	4584	86,8	88,6	89,6
Blé	12,0	1,6	1,7	< 2,3	11,7	2,6	71,7	4453	87,3	88,3	89,0
T. Soja	51,8	1,7	6,4	7,4	17,5	9,1	-	4763	88,1	88,1	89,4

¹ Les valeurs d'EB et MS sont la moyenne de trois répétitions

² A, B et C indiquent les valeurs des 3 centres de recherche

Tableau 2. Composition des régimes témoins et expérimentaux

Régimes	T1	T2	MC1	MC2	BC1	BC2	SC1	SC2
<i>Ingrédients (%)</i>								
Base B1	96,50		36,50		36,50		56,50	
Base B2		95,32		47,66		47,66		
Maïs			60,00	47,66				60,32
Blé					60,00	47,66		
Tourteau soja							40,00	35,00
Prémix P1 ¹	3,50		3,50		3,50		3,50	
Prémix P2 ²		4,68		4,68		4,68		4,68
<i>Composition calculée (%)</i>								
MS	87,9	88,2	87,2	87,6	87,5	87,8	88,0	87,5
PB	19,7	21,9	12,8	15,4	13,8	16,3	30,0	21,9
MG	6,4	7,3	4,7	5,4	3,3	4,4	4,5	2,9
CB	3,2	3,1	2,5	2,6	2,5	2,6	4,3	3,4
MM	4,9	5,2	3,9	4,5	4,1	4,7	6,3	5,5
EB (kcal/kg)	4018	4068	3843	3879	3786	3834	4006	3781
EMA (kcal/kg)	3062	3172	3172	3191	2952	3014	2710	2835

¹ Base B1 (% base): maïs (38,75%), tourteau de soja (31,09%), blé (25,91%), huile végétale (4,25%) ; Prémix P1 (% régime): carbonate de calcium (0,8%); phosphate bicalcique (1,5%); mélange vitaminique (0,5%); sel (0,3%); DL-Méthionine (0,24%); Lysine HCl (0,11%); Maxiban (0,05%).

² Base B2 (% base): maïs (58,94%), tourteau de soja (31,3%), gluten de maïs (5,01%), huile végétale (4,75%) ; Prémix P2 (% régime): carbonate de calcium (1,1%); phosphate bicalcique (1,8%); sel (0,33%); Lysine HCl (0,5%); DL-Méthionine (0,3%); L-Thréonine (0,12%); L-Tryptophane (0,03%); chlorure de choline (0,2%); Elancoban (0,05%); mélange de minéraux (0,05%); mélange vitaminique (0,025%).

Tableau 3. EMAn (kcal/kg MS) des régimes expérimentaux mesurées dans les trois centres de recherche

	Centres de recherche									Moyenne ¹	CV ² (%)	
	A			B			C				Intra	Inter
T1	3306	±	43	3281	±	69	3302	±	65	3296 ^c	1,8	0,4
T2	3446	±	69	3402	±	50	3410	±	49	3419 ^b	1,6	0,7
MC1	3503	±	65	3429	±	45	3503	±	91	3478 ^a	1,9	1,2
MC2	3539	±	41	3473	±	45	3439	±	59	3484 ^a	1,4	1,5
BC1	3105	±	319	3148	±	135	3117	±	196	3123 ^d	7,1	0,7
BC2	3373	±	41	3245	±	56	3211	±	83	3276 ^c	1,8	2,6
SC1	2839	±	106	2800	±	79	2793	±	42	2811 ^f	2,7	0,9
SC2	3093	±	55	3053	±	58	3046	±	50	3064 ^e	1,8	0,8
Moyenne	3276 ^z			3229 ^y			3228 ^y					

¹ SEM = 103 kcal/kg MS ; ² Les CV intra centre correspondent aux moyennes des CV intra centre de chaque centre, Les CV inter centres ont été calculés à partir des EMAn moyennes mesurées dans chaque centre,

^{a, b, c, z, y} P < 0,001 ; ^{z, y} P < 0,001

Tableau 4. EMAn (kcal/kg MS) du maïs, du blé et du tourteau de soja en fonction des formulations appliquées et mesurées dans les trois centres de recherche

		Centres de recherche			Moyenne ± ET	CV (%)
		A	B	C		
Maïs	B1	3853	3664	3736	3750 ± 96	2,5
	B2	3908	3736	3616	3755 ± 146	3,9
Blé	C1	3157	3210	3119	3162 ± 45	1,5
	C2	3530	3267	3157	3317 ± 191	5,8
T, Soja	C1	2263	2204	2125	2196 ± 69	3,2
	C2	2378	2421	2505	2433 ± 65	2,7