



HAL
open science

Influence des conditions précédant l'élevage et des conditions d'élevage sur l'efficacité zootechnique des phytobiotiques comme facteurs de croissance destinés aux poulets de chair

Sarah S. Guardia, F. Recoquillay, Herve H. Juin, Michel Lessire,
Jean-François Guillot, Irène Gabriel

► To cite this version:

Sarah S. Guardia, F. Recoquillay, Herve H. Juin, Michel Lessire, Jean-François Guillot, et al.. Influence des conditions précédant l'élevage et des conditions d'élevage sur l'efficacité zootechnique des phytobiotiques comme facteurs de croissance destinés aux poulets de chair. 9th Journées de la Recherche Avicole, Mar 2011, Tours, France. hal-02750024

HAL Id: hal-02750024

<https://hal.inrae.fr/hal-02750024>

Submitted on 5 Oct 2021

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.

INFLUENCE DES CONDITIONS POST-ECLOSION ET D'ELEVAGE SUR L'EFFICACITE ZOOTECHNIQUE DE PHYTOBIOTIQUES COMME FACTEURS DE CROISSANCE DESTINES AU POULET DE CHAIR

Sarah Guardia¹, François Recoquilly², Hervé Juin³, Michel Lessire¹, Jean François
Guillot⁴, Irène Gabriel¹

¹ INRA, UR 83, URA, 37380 NOUZILLY

² PHYTOSYNTHESE, 57, avenue Jean Jaurès, Z.I. de Mozac Volvic, 63203 RIOM

³ INRA, UE 1206, UEASM, 17700 SURGERES

⁴ I.U.T DE TOURS, laboratoire de microbiologie, 29 rue du Pont-Volant, 37082 TOURS
Irene.gabriel@tours.inra.fr

RÉSUMÉ

Les phytobiotiques (PHY) sont utilisés pour améliorer les performances de croissance des volailles mais leur efficacité est très variable. Si cela s'explique en partie par la grande diversité de composition de ces additifs, les conditions d'élevage dans lesquelles sont placés les animaux pourraient également intervenir, comme cela a pu être observé avec les antibiotiques facteurs de croissance. Ainsi les conditions post-éclosion subies par les animaux (jeûne, transport) pourraient être importantes. Pour étudier ces deux facteurs, deux études ont été conduites. Dans la première, les animaux ont éclos dans un couvoir expérimental situé sur le site d'élevage pour limiter le temps avant leur mise en place et le stress lié au transport. Dans la seconde, les poussins provenaient d'un couvoir industriel situé à 150 km du lieu d'élevage. Dans les deux cas, les animaux ont été placés à 12 ou à 17 animaux/m². Deux aliments expérimentaux contenant des PHY (PHYa, PHYa+PHYb) ont été comparés à un aliment témoin. Lors de la première étude les performances de croissance des animaux témoins ont été supérieures à celles des objectifs d'élevage de la souche utilisée. Les PHY n'ont pas eu d'effet sur les gains de poids et ont eu un effet négatif sur l'indice de consommation. Lors de la seconde étude, les performances de croissance des animaux témoins ont été inférieures à celles des objectifs de leur souche. A la densité de 12 animaux/m², les deux traitements de PHY ont eu un effet bénéfique sur les performances de croissance, et à 17 animaux/m², seule l'association de PHYa+PHYb a été efficace. Ces résultats suggèrent que ces PHY permettent d'améliorer les performances de croissance des animaux lorsque ceux-ci sont élevés dans des conditions post-éclosion non optimales, telles que celles rencontrées dans les élevages industriels, et que leur composition doit être adaptée aux conditions rencontrées en élevage.

ABSTRACT

Influence of broiler post-hatch and rearing management on the growth promoting efficiency of phytobiotics given to broiler chickens

Phytobiotics (PHY) are used to improve poultry growth performance but their efficiency is highly inconsistent. This is due to the great diversity of composition of these additives, but housing management of the birds could also affect PHY efficiency as observed for antibiotic growth promoters. Post-hatch management (fasting, transport) could also contribute to those differences. In order to test these two hypotheses, two experiments were conducted. In the first one, in order to reduce the time before installation in the husbandry and the transport stress, animals were hatched in an experimental hatchery located on the same site than the farm building. In the second one, broilers were obtained in a commercial hatchery located 150 km away from the husbandry. In the two experiments animals were reared at 12 birds/m² or 17 birds/m². Two dietary treatments containing PHY (PHYa, PHYa+PHYb) were compared to a control one. In the first experiment, growth performance of the control group were higher than the performance objectives of the bird line. PHY had no impact on birds weight gain and a negative impact on feed conversion ratio. In the second experiment, growth performance of the control group were lower than the performance objectives. At 12 birds/m², both PHY dietary treatments improved chickens' growth performance, and at 17 birds/m² only the PHYa+PHYb combination was beneficial. These results suggest that the PHY used in this study are able to improve the growth performance of chickens when the post-hatch management isn't optimum, as in commercial husbandries, and that their composition has to be adapted to the birds' rearing management.

INTRODUCTION

Les phytobiotiques (PHY) sont des additifs alimentaires utilisés pour améliorer les performances de croissance des volailles comme alternative aux antibiotiques facteurs de croissance (AFC). Cependant leur efficacité est variable, notamment en terme d'indice de consommation (IC, +3% à -12%) et de gain de poids (-3% à +8%, (Windisch, et al., 2008)). Cette variabilité s'explique en partie par des différences importantes de composition et de taux d'incorporation des PHY dans l'aliment, de génétique des animaux utilisés, et de composition des aliments distribués. Les conditions post-éclosion des animaux, temps entre l'éclosion et la première alimentation et l'accès à l'eau, pourraient également être impliqués dans l'effet des PHY. Ainsi, un accès tardif à l'aliment et à l'eau entraîne un retard de maturation du tractus digestif pouvant diminuer les performances de croissance jusqu'à l'âge de commercialisation (Noy and Sklan, 1999, Suzuki, et al., 2008). Or, en pratique, l'éclosion se déroule sur environ 24h, puis les animaux sont sexés, vaccinés et transportés sur leur lieu d'élevage. Il peut ainsi s'écouler entre 24 à 72h entre l'éclosion et la mise en place en élevage, entraînant une forte variabilité concernant le temps avant l'accès à l'aliment et à l'eau. Les conditions d'élevage des animaux sont également susceptibles de contribuer à cette variabilité d'efficacité des PHY, comme cela a été observé pour d'autres additifs facteurs de croissance, dont les AFC, qui sont plus efficaces dans des conditions d'élevage défavorables (Orban, et al., 1997, Ravindran, et al., 2006). Pour tester ces 2 hypothèses, nous avons étudié les effets de mélanges de PHY sur les performances de croissance de poussins ayant subi des conditions différentes entre l'éclosion et la mise en place dans l'élevage, ainsi que deux densités d'élevage, ce dernier facteur étant choisi pour mimer des conditions d'élevage plus ou moins favorables.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux : origine et conditions d'élevage

Dans une première expérience, des œufs fécondés de poulets Ross PM3 ont été obtenus auprès de l'accoureur Grelier (Volnay, France) et incubés au couvoir expérimental de l'UE PEAT (centre INRA de Nouzilly). Pour minimiser le temps entre l'éclosion et la première alimentation, l'incubation a été de 21j et les poussins ont été mis en place dans un bâtiment situé sur le même site expérimental que le couvoir. Dans une seconde expérience, des poussins mâles Ross PM3 provenaient d'un couvoir situé à 150 km du lieu d'élevage (Boyé, St Hilaire de Loulay, France) et ont été élevés à la station expérimentale de l'UEASM (centre INRA du Magneraud). Dans les deux cas, les animaux ont été sexés, pour ne conserver que les mâles, et vaccinés contre la bronchite infectieuse. Ils ont été placés dans des parquets de 2.7

m² à une densité d'élevage D1 (12 animaux/m²) ou D2 (17 animaux/m²). Dans l'expérimentation 1, 2100 poussins ont été répartis dans 48 parquets (8 parquets par traitement). Dans l'expérimentation 2, 1500 poussins ont été répartis dans 36 parquets (6 parquets par traitement). A chaque changement d'aliment et en fin d'élevage, les animaux ont été pesés individuellement et leur consommation a été suivie par parquet.

1.1. Traitements étudiés

Au cours de ces deux expérimentations, un aliment témoin (T ;, Tableau 1), a été comparé à deux traitements expérimentaux contenant des PHY (T1 et T2). Les aliments ont été déclinés en 4 phases similaires entre les deux expériences, correspondant aux périodes 0j à 9j, 9j à 23j, 23j à 36j et 36j à 41j dans la première expérience et aux périodes 1j à 10j, 10j à 22j, 22j à 32j et 32j à 39j dans la seconde. Le traitement T1 contenait une combinaison de PHY naturels PHYa (ENTX®, Phytosynthèse, Riom, France) uniquement en périodes de finition et retrait à la concentration de 1kg/t. Le traitement T2 contenait une combinaison de PHY naturels PHYb (Immunostart®, Phytosynthèse, Riom, France) en période de démarrage à la concentration de 0,3 kg/t puis le mélange PHYa à 0,8 kg/t en période de croissance et à 1 kg/t en périodes de finition et retrait. Le mélange PHYa constitué d'huiles essentielles d'ail de cannelle, d'eucalyptus et d'extraits d'ail contenait du 1,8 cinéole et du (E)-cinnamaldéhyde, de l'alicine et des diallyles sulfides. Ces composants confèrent à ce mélange des activités majoritairement antibactériennes mises en évidence *in vitro* (Ceylan and Fung, 2004). Le mélange PHYb était constitué d'extraits de curcuma, d'Eleuthérocoque, d'uncaria, de raisin ainsi que de naringine. Les composés étaient de la curcumine et ses dérivés, des catéchines, des proanthocyanidines, des uncarines, des eleuthérosides et de la naringine. Ces composants donnent au mélange PHYb des activités principalement antioxydantes et immuno-modulatrices (Araujo and Leon, 2001, Deyama, et al., 2001, Heitzman, et al., 2005, Nassiri-Asl and Hosseinzadeh, 2009)

1.3. Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées en utilisant le logiciel StatView® (Abacus concepts, Berkeley, CA, USA). L'égalité des variances du poids des animaux a été analysée par le test de Fischer-Snedecor. L'effet des traitements sur les performances de croissance a été étudié par analyse de variance (ANOVA) à deux facteurs (densité d'élevage et aliment), cette analyse paramétrique étant suffisamment robuste pour être effectuée lorsque l'hétérogénéité des variances n'est pas trop élevée. De plus, les performances de croissance des animaux ont également été étudiées en fonction de leur poids à la fin de la période de démarrage, prédicteur de leur poids en fin d'élevage. Ces analyses ont été effectuées

grâce à une analyse de covariance (ANCOVA) à deux facteurs (densité d'élevage et aliment) avec comme co-variable le poids à 9 ou 10j des animaux (Guardia et al., 2009). Les différences significatives entre groupes ont été déterminées en utilisant le test de Student-Newman-Keuls ($P \leq 0,05$). Les tendances sont présentées pour $P \leq 0,10$.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Comparaison de la croissance des animaux témoins (Aliment T, densité D1) avec les objectifs d'élevage de leur souche

A 9 ou 10j pour les expérimentations 1 et 2 respectivement les poids des animaux étaient numériquement plus faibles que ceux des objectifs d'élevage pour des Ross PM3 (Aviagen, 2009) : -12% et -19% pour les expérimentations 1 et 2 respectivement. Lors de l'expérience 1, à 23 et 41j, les animaux avaient des poids similaires aux objectifs d'élevage (+1%), alors que lors de l'expérience 2, à 24 et à 39j, les poids des animaux étaient inférieurs aux objectifs d'élevage : -11% et -6% respectivement. Les plus faibles performances de croissance des animaux de l'expérience 2 pourraient en partie être dues au stress lié au jeûne post-éclosion, au transport et à l'âge des reproducteurs. Toutefois un effet du poids des poussins à la mise en place est à exclure car celui-ci était similaire dans les deux expérimentations. En effet il a déjà été montré que ce retard d'alimentation peut avoir des conséquences néfastes sur les performances de croissance jusqu'à l'âge de commercialisation des animaux (Noy and Sklan, 1999, Suzuki, et al., 2008). Néanmoins, l'impact du lieu d'élevage pourrait aussi avoir contribué à ces différences de croissance.

2.2. Effet de la densité d'élevage avec le régime T

Au cours des expérimentations 1 et 2, l'augmentation de la densité d'élevage a dégradé significativement le gain de poids moyen quotidien (GMQ) des animaux en périodes de finition et retrait (-4.6% et -3.1% respectivement), ainsi que l'IC pour la durée totale de l'élevage (+1%), conduisant à un poids plus faible en fin d'élevage mais seulement dans le cas de l'expérimentation 1 (-3.1%).

2.3. Effet des PHY sur la croissance des animaux de l'expérience 1

L'inclusion de PHY n'a pas eu d'effet sur la moyenne du poids ou du GMQ quelle que soit la densité d'élevage. Cependant, les PHY ont eu un effet sur la variance du poids (Tableau 2). Ainsi, en densité D1, la variance du poids des animaux à 36j ayant reçu T1 a montré une tendance à être plus importante que celle des animaux témoins (+39% ; $P=0,06$). A l'opposé, en densité D2, T1 et T2 ont réduit la variance du poids des animaux âgés de 36j, (-37% et -25% respectivement), et T1 a réduit la variance de poids à 41j (-32%). Avant 36j, aucun effet n'a pu être observé

sur la variance. Cette réduction de la variance pourrait s'expliquer par un effet différent des PHY selon le potentiel de croissance des animaux. Une interaction entre poids à 9j, densité d'élevage et aliment à 36j, a été détectée ce qui montre un effet différent des PHY selon le poids en fin de période de démarrage. Ces différences d'efficacité pourraient être liées à des différences physiologiques au niveau du tractus digestif entre animaux n'ayant pas le même potentiel de croissance (Smith, et al., 1990, Nitsan, et al., 1991).

L'IC a été dégradé durant toute la période d'élevage par les deux aliments expérimentaux (+1,3% et +1,4% pour T1 et T2 respectivement) (Tableau 3). Ces résultats vont à l'encontre de certains travaux menés avec des PHY issus des plantes utilisées dans les 2 aliments. En effet, une amélioration de l'IC ou du GMQ a précédemment été observée avec des extraits d'ail (Ashayerizadeh, et al., 2009, Mahmood, et al., 2009). Cependant dans ces études les animaux étaient issus de couvoirs commerciaux et aucun moyen n'avait été mis en place pour éviter le jeûne post-éclosion. Ainsi, les performances des animaux témoins étaient inférieures à celles des objectifs d'élevage. La dégradation de l'IC pourrait être due aux propriétés immuno-modulatrices de certains des constituants de ces PHY (Deyama, et al., 2001, Heitzman, et al., 2005, Awaad, et al., 2010). Or placés dans des conditions d'élevage optimales, cette stimulation pourrait se faire au détriment de leur croissance (Humphrey and Klasing, 2004).

2.4. Effet des PHY sur la croissance des animaux de l'expérience 2

Les aliments expérimentaux n'ont eu aucun effet sur la variance des poids des animaux (données non présentées).

En densité D1, T1 et T2 ont permis entre 24j et 32j une amélioration du GMQ de 9,4 et 9,0% respectivement. De 32j à 39j, cette amélioration était de 6,9 et 7,4% pour T1 et T2 respectivement, ce qui a conduit à une augmentation du poids à 39j de 6,0% par rapport à T (Tableau 4). Ceci peut s'expliquer par une légère amélioration de l'IC sur l'ensemble de la durée d'élevage, bien que non significative pour T1 (-1,3%, $p < 0,10$) et significative pour T2 (-1,9%).

En densité D2, seul le régime T2 a amélioré le GMQ (+5,2% et +4,8% pendant les périodes 24j à 32j et 32j à 39j, respectivement) (Tableau 4).

Ces effets bénéfiques des aliments T1 et T2 pourraient s'expliquer par les propriétés antibactériennes et antioxydantes des composants des mélanges PHYa et PHYb (Guardia, et al., 2009).

CONCLUSION

Dans l'expérimentation 1, la croissance du groupe témoin était supérieure aux objectifs d'élevage. Cela pourrait en partie être dû à l'absence de jeûne post-éclosion. A l'inverse, lors de l'expérimentation 2, la

croissance du groupe témoin était inférieure aux objectifs d'élevage. Cela pourrait également s'expliquer en partie par le jeûne post-éclosion. Ces 2 conditions ont conduit à une différence d'efficacité des PHY utilisés : absence d'effet lors de l'expérimentation 1 mais amélioration de la croissance des animaux lors de l'expérimentation 2. Ainsi, le niveau de performances des animaux en l'absence de PHY a eu un impact important sur leur efficacité. Ces PHY n'améliorent pas la croissance des animaux quand elle est déjà supérieure aux

objectifs d'élevage mais ils peuvent permettre dans certains cas aux animaux dont la croissance est détériorée, de rattraper ces objectifs d'élevage.

Les conditions post-éclosion subies par les animaux ainsi que leurs conditions d'élevage pourraient donc en partie expliquer la grande variabilité d'efficacité des PHY rapportée dans la littérature. Il est donc nécessaire de caractériser les conditions d'application dans lesquelles les PHY apportent un bénéfice à la croissance des animaux face à des conditions d'élevage variables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Araujo, C. A. C. and Leon, L. L. 2001. Mem Inst Oswaldo Cruz 96:723-728.
- Ashayerizadeh, O., Dastar, B., Shargh, M. S., Ashayerizadeh, A., et al. 2009. J Anim Vet Adv 8:1860-1863.
- Aviagen. 2009. 2010.
- Awaad, M. H. H., Abdel-Alim, G. A., Sayed, K. S. S., Ahmed, K. A., et al. 2010. Pakistan Vet J 30:61-66.
- Ceylan, E. and Fung, D. Y. C. 2004. J Rapid Meth Autom Microbiol 12:1-55.
- Deyama, T., Nishibe, S. and Nakazawa, Y. 2001. Acta Pharmacol Sin 22:1057-1070.
- Guardia, S., Recoquillay, F., Juin, H., Lessire, M., et al. 2009. JRA-St Malo, France:307-311.
- Heitzman, M. E., Neto, C. C., Winiarz, E., Vaisberg, A. J., et al. 2005. Phytochemistry 66:5-29.
- Humphrey, B. D. and Klasing, K. C. 2004. World's Poult Sci J 60:90-100.
- Mahmood, S., Mushtaq-Ul-Hassan, M., Alam, M. and Ahmad, F. 2009. Int J Agric Biol 11:775-778.
- Nassiri-Asl, M. and Hosseinzadeh, H. 2009. Phytother Res 23:1197-1204.
- Nitsan, Z., Dunnington, E. A. and Siegel, P. B. 1991. Poult Sci 70:2040-2048.
- Noy, Y. and Sklan, D. 1999. J Appl Poultry Res 8:16-24.
- Orban, J. I., Patterson, J. A., Sutton, A. L. and Richards, G. N. 1997. Poult Sci 76:482-490.
- Ravindran, V., Thomas, D. V. and Morel, P. C. H. 2006. Anim Sci J 77:110-116.
- Smith, M. W., Mitchell, M. A. and Peacock, M. A. 1990. Comp Biochem Physiol A Comp Physiol 97A:57-63.
- Suzuki, T., Noguchi, J., Kitamura, M. and Fujisaki, H. 2008. Journal of Poultry Science 45:39-45.
- Windisch, W. M., Schedle, K., Plitzner, C. and Kroismayr, A. 2008. J Anim Sci 86:E140-8.

Tableau 1 : Composition et caractéristiques nutritionnelles de l'aliment témoin

	Démarrage	Croissance	Finition	Retrait
Ingrédients (g/kg)				
Blé	370.0	400.0	450.0	500.0
Tourteau de soja	326.1	284.4	263.3	214.0
Maïs	162.0	151.4	194.6	181.5
Pois	60.0	80.0		
Gluten de maïs			8.0	24.0
Huile de soja	46.2	50.0	50.0	50.0
Phosphate bicalcique	16.6	16.0	14.7	12.2
Carbonate de calcium	10.3	9.7	10.4	11.0
NaCl	3.0	3.0	3.0	3.0
Premix	4.0	4.0	4.0	4.0
HCl Lysine			0.6	
Méthionine DL	1.6	1.3	1.2	0.3
Anticoccidien (Diclazuril)	0.2	0.2	0.2	
Caractéristiques nutritionnelles (g/kg)				
EM (kcal)	2,938	2,986	3,033	3,105
CP	215	202	190	180
Lysine	11.6	10.7	9.8	8.2
Met + cys	8.4	7.7	7.5	6.5
Tryptophane	2.6	2.4	2.3	2.1
Thréonine	8.0	7.5	6.9	6.5
Calcium	10.0	9.5	9.3	8.7
Phosphore disponible	4.2	4.1	3.9	3.5

Tableau 2 : Effet de l'aliment en densités D1 et D2 sur la variance de poids des animaux issus d'un couvoir expérimental situé sur le lieu d'élevage (Expérience 1)

	Poids à 36j				Poids à 41j			
	D1, 12 animaux/m ²		D2, 17 animaux/m ²		D1, 12 animaux/m ²		D2, 17 animaux/m ²	
	Variance	Effectif	Variance	Effectif	Variance	Effectif	Variance	Effectif
Aloment								
Témoïn (T)	54034	132	70467 ^b	236	75432	131	89785 ^b	230
T1	75394	129	44236 ^a	233	99263	123	61236 ^a	231
T2	60590	130	52577 ^a	237	75039	124	77207 ^{ab}	232
Comparaison	Ratio de	Valeur	Ratio de	Valeur de	Ratio de	Valeur	Ratio de	Valeur
	Variance	de P	Variance	P	Variance	de P	Variance	de P
T vs T1	0,717	0,06	1,592	<0,001	0,760	NS	1,466	<0,01
T vs T2	0,892	NS	1,340	0,03	1,005	NS	1,163	NS
T1 vs T2	1,244	NS	0,842	NS	1,323	NS	0,793	0,08

T1 : PHYa (1 kg/t) 23-41j ; T2 : PHYb (0,3 kg/t) 0-9j, PHYa (0,8 kg/t) 9-23j et PHYa (1 kg/t) 23-41j

^{a-b} Les moyennes sans lettre commun, d'une même colonne et pour un paramètre, diffèrent significativement

Tableau 3 : Effet de l'aliment et de la densité d'élevage sur les performances de croissance des animaux issus d'un couvoir expérimental situé sur le lieu d'élevage (à 9j, n=256 par traitement en densité D1 et n=368 par traitement en densité D2 ; 8 parquets / traitement) (Expérience 1)

		GMQ		Poids vif	IC
		23- 36j	36- 41j	41j	0-41j
Valeur de P	Aliment (A)	NS	NS	NS	0,02
	Densité (D)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	A x D	NS	NS	NS	NS
Aliment	Témoïn	93,7	91,2	2772	1,68 ^a
	T1	95,2	90,4	2794	1,70 ^b
	T2	95,1	88,3	2798	1,71 ^b
	Ecart type	0,69	0,96	15,0	0,008
Densité	D1, 12 animaux/m ²	96,1 ^a	95,3 ^a	2832 ^a	1,68 ^a
	D2, 17 animaux/m ²	93,9 ^b	87,1 ^b	2748 ^b	1,71 ^b
	Ecart type	0,57	0,80	12,1	0,007

T1 : PHYa (1 kg/t) 23-41j ; T2 : PHYb (0,3 kg/t) 0-9j, PHYa (0,8 kg/t) 9-23j et PHYa (1 kg/t) 23-41j

^{a-b} Les moyennes sans lettre commun, d'une même colonne et pour un paramètre, diffèrent significativement

Tableau 4 : Effet de l'aliment et de la densité d'élevage sur les performances de croissance des animaux issus d'un couvoir industriel situé à 150 km du lieu d'élevage (à 10j, n=198 par traitement en densité D1 et en n=282 par traitement en densité élevée ; 6 parquets / traitement) (Expérience 2 ; d'après Guardia et al, 2009)

		GMQ		Poids vif	IC	
		24-32 j	32-39 j	39 j	1-39j	
Valeur de P	Aliment (A)	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	
	Densité (D)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
	A x D	0,02	0,08	0,03	NS	
Densité	12 animaux/m ²	Témoïn	89,6 ^c	91,6 ^b	2390 ^b	1,57 ^{ab}
		T1	98,0 ^a	97,9 ^a	2536 ^a	1,55 ^{bc}
		T2	97,7 ^a	98,4 ^a	2534 ^a	1,54 ^c
	17 animaux/m ²	Témoïn	88,4 ^c	86,7 ^c	2360 ^b	1,59 ^a
		T1	91,2 ^{bc}	87,6 ^c	2381 ^b	1,58 ^a
		T2	93,0 ^b	90,9 ^b	2411 ^b	1,58 ^a
	Ecart type	0,98	1,16	22,1	0,007	
Aliment	Témoïn		88,7 ^b		1,58	
	T1		91,9 ^a		1,56	
	T2		94,0 ^a		1,56	
	Ecart type		0,84		0,005	
Densité	12 animaux/m ²		96,0 ^a		1,55 ^a	
	17 animaux/m ²		88,4 ^b		1,58 ^b	
	Ecart type		0,67		0,009	

T1 : PHYa (1 kg/t) 22-39j ; T2 : PHYb (0,3 kg/t) 0-10j, PHYa (0,8 kg/t) 10-22j et PHYa (1 kg/t) 22-39j

^{a-c} Les moyennes sans lettre commun, d'une même colonne et pour un paramètre, diffèrent significativement