

IMPACT DES EXTRAITS VEGETAUX A BASE DE CARVACROL SUR LES PERFORMANCES DE CROISSANCE DES POULETS DE CHAIR ; APPROCHE PAR META-ANALYSE

Julien Labarre^{1,2}, Joana Idiart¹, Jean-François Gabarrou², Marie-Pierre Létourneau Montminy¹

¹ *DEPARTEMENT DES SCIENCES ANIMALES, Université Laval, Quebec City, G1V0A6, QUEBEC, CANADA*

² *PHODE Animal Care, ZI Albipôle, 81150 TERSSAC, FRANCE*
Marie-pierre.letourneau@fsaa.ulaval.ca

RÉSUMÉ

Les extraits de plantes ont largement été étudiés comme facteur de croissance, mais l'irrégularité de leurs effets leur est encore souvent reprochée. Afin de quantifier les effets des extraits à base de carvacrol, sur les performances de croissance et d'identifier les facteurs qui les modulent une méta-analyse a été réalisée. La base de données (BDD) exhaustive a été scindée en deux : BDD faibles doses (moins de 50 g/t de carvacrol ; 23 publications) et BDD fortes doses allant jusqu'à 600 g/t; 16 publications). Ces bases contenaient différents types de produits à base de carvacrol : huile essentielle d'origan (HEo), mélanges d'huiles essentielles (HE), carvacrol synthétique (CS) et carvacrol synthétique avec ajout d'extraits d'épices (CS+). Des modèles de régressions linéaires multiples ont été utilisés pour étudier la réponse des poulets en termes de : gain moyen quotidien (GMQ), consommation moyenne journalière (CMJ) et indice de conversion (IC) exprimés en pourcentage du témoin. Dans la BDD faibles doses, la réponse au carvacrol dépend du type de produits (CodeExtraits x DoseCarvacrol, $P < 0,001$). Le GMQ augmentent avec l'ajout de carvacrol davantage dans le groupe CS+ (9%), suivi de HEo (7%), HE (5%) et CS (3%). La CMJ n'est pas modifiée pour CS+ et HEo, alors qu'elle augmente de 3 et 4% pour CS et HE. La réponse au carvacrol dépend également du niveau d'apport de lysine digestible par rapport au besoin (CodeLys x DoseCarvacrol, $P < 0,001$) montrant une réponse plus importante à 90% du besoin. L'IC diminue linéairement avec la dose de Carvacrol ($P < 0,001$). Dans la BDD forte dose, on observe un effet linéaire et quadratique de la dose de Carvacrol montrant pour le GMQ une augmentation d'environ 5% suivie d'une diminution et d'un plateau autour de 2% et l'inverse pour la CMJ et l'IC. Ces résultats confirment un effet positif du carvacrol sur les performances de croissance et des facteurs de modulation sont identifiés.

ABSTRACT

Effect of the origin of carvacrol from different plant extracts in broilers; a meta-analysis

Plant extracts have been widely studied as a growth factor, but the irregularity of their effects is still often criticized. In order to quantify the effects of carvacrol-based extracts on growth performance and to identify the factors which modulate them, a meta-analysis was carried out. The comprehensive database (DB) was split in two: DB of low doses (less than 50 g/t carvacrol; 23 publications) and DB of high doses up to 600 g/t; 16 publications). These databases contained different types of carvacrol products: oregano essential oil (HEo), essential oil blends (HE), synthetic carvacrol (CS), and synthetic carvacrol with spice extracts added (CS+). Multiple linear regression models were used to study the response of the chickens in terms of: average daily gain (ADG), average daily consumption (ADFI) and conversion index (FCR) expressed as a percentage of the control. In the low-dose BDD, the response to carvacrol was dependent on the type of product (ExtractCode x CarvacrolDose, $P < 0.001$). ADG increased with the addition of carvacrol more in the CS+ group (9%), followed by HEo (7%), HE (5%) and CS (3%). The ADFI is not changed for CS+ and HEo, while it increases by 3 and 4% for CS and HE. The response to carvacrol also depends on the level of digestible lysine intake relative to requirement (CodeLys x DoseCarvacrol, $P < 0.001$) showing a greater response at 90% of requirement. CI decreased linearly with Carvacrol dose ($P < 0.001$). In the high dose DB, a quadratic effect of Carvacrol dose on ADG and ADFI was observed ($P < 0.001$) showing for ADG an increase of about 5% followed by a decrease and a plateau around 2% and the opposite for ADFI and FCR. These results confirm a positive effect of carvacrol on growth performance and modulating factors are identified.

INTRODUCTION

Après l'interdiction de l'utilisation des antibiotiques dans les aliments et en prophylaxie, de nombreuses alternatives ont été proposées et sont aujourd'hui utilisées. Parmi celles-ci, les phytogéniques sont un groupe d'additifs alimentaires naturels dérivés d'herbes, d'épices ou de plantes (Hashemi et Davoodi, 2010). Ils sont utilisés en nutrition animale, notamment pour leur activité antimicrobienne, anti-inflammatoire, antioxydante et antiparasitaire (Zeng et al., 2015). Ils peuvent être divisés en différentes catégories soient les herbes, les épices, les huiles essentielles et les oléorésines qui sont des extraits dérivés de solvants non aqueux (Windisch et al., 2008). Les extraits de plantes ont largement été étudiés et utilisés pour leurs effets sur les performances zootechniques chez la volaille (Brenes et Roura, 2010; Alleman et al., 2013). Si leurs bénéfices sont aujourd'hui reconnus, l'irrégularité de leurs effets leur est encore souvent reprochée. La revue d'Alleman et al., (2013) fait état d'effets contrastés de l'huile de thym sur la croissance des poulets avec des effets positifs sur la consommation journalière (CMJ), le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de conversion (IC), d'autres seulement sur certains de ces critères et d'autres auteurs ont même trouvé des effets négatifs. De nombreux facteurs peuvent expliquer ces variations et ces derniers ne sont pas nécessairement en lien avec le produit lui-même.

L'objectif de la présente étude était d'étudier la réponse des poulets à l'huile essentielle d'origan dont le principe actif est le carvacrol. L'outil de méta-analyse qui permet de généraliser des lois de réponse et d'identifier des facteurs de modulation (Sauvant et al., 2008) a été utilisé afin de quantifier les effets du carvacrol, en pur, ou dans un mélange plus complexe, en termes de performances de croissance et d'identifier les facteurs qui les modulent.

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1 Construction de la base de données et séparation

La base de données est constituée de tous les articles publiés entre 2002 et 2019 traitant de l'effet d'additifs alimentaires à base de carvacrol sur les performances des poulets de chair à croissance rapide entre 1 et 42 jours d'âge. Les articles ont été sélectionnés à partir des mots-clés « Poulet », « Huile essentielle », « Origan ». Les critères d'admissibilité étaient 1) disponibilité des informations sur la composition des aliments, 2) étude chez des poulets à croissance rapide, 3) disponibilité des données de performance, 4) information sur le produit permettant de calculer la teneur en carvacrol et thymol et 5) performance du témoin à au moins 60% du gain attendu selon les guides de performances des sélectionneurs (Cobb 500, Ross 308). Les publications rapportant plusieurs expériences (en cages et au sol) ou phases de croissance ont été traitées en attribuant un code spécifique à chacun. Chaque observation correspondait à la moyenne d'un groupe de traitement.

La base de données (BDD) a été scindée en deux : BDD des faibles doses (moins de 50 g/t de carvacrol ; 23 publications) et BDD des fortes doses allant jusqu'à 600 g/t (16 publications). Ces bases contenaient différents types de produits à base de carvacrol (**CodeExtrait**) : huile essentielle d'origan (**HEo**), mélanges d'huiles essentielles (**HE**), carvacrol synthétique (**CS**) et carvacrol synthétique avec ajout d'extraits d'épices (**CS+**). La BDD fortes doses se composant majoritairement (>60%) de HEo, seul ce produit a été étudié.

1.2 Calcul des doses de carvacrol et données alimentaires

Les concentrations en carvacrol et en thymol de chaque additif utilisé dans les articles ont été calculées sur la base des informations données par les auteurs, afin de pouvoir comparer les articles entre eux sur la base des concentrations d'actifs. Pour assurer la cohérence de la base de données et bien comparer les articles entre eux, tous les nutriments dont les teneurs en énergie, acide aminés digestibles et protéine brute dans l'aliment complet ont été estimés à partir de la liste des ingrédients à partir des tables INRA 2018 (INRA CIRAD AFZ, 2018). À la suite du recalcul, 3 publications ont été écartées, compte tenu de leurs ratios acides aminés sur lysine, anormalement faibles ou élevés par rapport aux recommandations (Rostagno, 2017).

Dans certains articles, la consommation d'aliment n'était pas rapportée et a donc été calculée via le rapport GMQ sur IC. Lorsqu'un contrôle positif (C+) avec un antibiotique facteur de croissance et un contrôle négatif (C-) sans antibiotique étaient présents dans un même article, le ratio des deux (**C+/C-**) a été calculé comme le Challenge Acuity Index (Létourneau-Montmniy et Alfonso-Avila, 2020). Les apports de lysine digestible ont été codés en 3 classes (**CodeLys**): < 90% besoin, 90 à 110% des besoins et > 110% des besoins.

1.3 Analyse du méta-design et statistiques

Les statistiques descriptives des variables sélectionnées sont présentées dans les tableaux 1 et 2. Une étude du méta-dispositif a été conduite graphiquement sur les variables indépendantes prises deux à deux. Cette analyse graphique a permis de caractériser la variation des données et aussi de détecter les valeurs aberrantes (Sauvant et al., 2008). Une analyse intra- et inter- expériences a été menée sur les variables réponses 1) GMQ, 2) CMJ et 3) IC en fonction de la variable principale carvacrol. L'ensemble de ces étapes ont été réalisés sur les deux bases étudiées.

Des modèles de régressions linéaires multiples ont été utilisés pour étudier la réponse des poulets en termes de : GMQ, CMJ et IC exprimées en pourcentage du témoin à l'aide de la procédure mixte du logiciel Minitab (2019). Les variables C+/C- et DoseCarvacrol ont été testées en effet continu et CodeExtrait et

CodeLys ont été testés en effet fixe et l'effet essai en effet aléatoire.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1 Des faibles doses suffisent pour obtenir une réponse

Dans la base qui contient des faibles doses, la réponse au carvacrol dépendait du type de produits (CodeExtraits x DoseCarvacrol, $P < 0,001$; Tableau 3). Le GMQ augmentait avec l'ajout de carvacrol, mais il augmentait davantage dans le groupe CS+ (9% ; Figure 1), suivi de HEo (7%), HE (5%) et CS (+3%). La CMJ qui n'était pas modifiée pour CS+ et HEo, alors qu'elle augmentait de 3 et 4% pour CS et HE. La réponse au carvacrol dépendait également du niveau d'apport de lysine digestible par rapport au besoin (CodeLys x DoseCarvacrol, $P < 0,001$) montrant une réponse plus importante à 90% du besoin et moins. L'IC diminuait linéairement avec la dose de Carvacrol ($P < 0,001$; $IC = 100 - 0,094 \text{ DoseCarvacrol}$; Erreur type résiduelle (ETR) = 2,28 ; $R^2 = 47,9\%$) sans effet de CodeLys ou CodeExtrait. Cet effet pourrait être dû notamment à l'amélioration de la digestibilité de certains nutriments (Su et al., 2021 ; Zeng et al., 2015). Il est également intéressant de noter que les effets plus importants de CS+ se produisent avec des doses beaucoup plus faibles que pour les autres produits (Figure 1) semblant indiquer un effet boost des épices sur le carvacrol. À notre connaissance, aucune donnée sur la synergie des épices et du carvacrol n'est disponible dans la littérature, bien que les effets des deux extraits aient été montrés en termes de performances de croissance chez le poulet (Dhama et al., 2014). L'augmentation linéaire observée ici doit être mise en relation avec le fait que beaucoup des articles intégrés à cette base de données ne comportent qu'un témoin et un essai.

Dans un second modèle, nous avons caractérisé la réponse au carvacrol des poulets en fonction du Challenge Acuity Index. Le GMQ augmentait plus fortement lorsque le rapport C+/C- diminuait ($C+/C- \times \text{DoseCarvacrol}$, $P < 0,001$). L'interaction carvacrol avec le challenge acuity index n'a pas été trouvée sur les variables de réponse CMJ et IC. Ce résultat sur le GMQ indique que dans des conditions de challenge, les animaux vont mieux répondre à l'apport de carvacrol. Ceci a préalablement été montré chez des porc élevés en extérieur ou en intérieur où les effets positifs sur les performances de croissance étaient présents qu'en extérieur en raison conditions de challenge plus importantes (Forte et al., 2016). Ceci serait le résultat

d'un statut oxydant plus élevé et possiblement d'effet sur la réponse immunitaire (Zeng et al., 2015).

2.2 Une réponse quadratique des fortes doses d'huile essentielle de carvacrol

Dans la BDD forte dose, en raison du design déséquilibré, le modèle a été établi en intégrant seulement les huiles essentielles d'origan. Pour les trois critères de performances, les effets sont linéaires ($P < 0,05$) et quadratiques ($P < 0,001$) sauf pour la CMJ où on avait qu'une tendance quadratique ($P = 0,06$). On observe une augmentation jusqu'à 4,1 points de % du GMQ atteinte autour de 200 g/t avec une stabilisation et une légère diminution (Figure 2). La CMJ évoluait de façon inverse, diminue linéairement jusqu'à 2,4 points de % autour de 300 g/t pour ensuite réaugmenter légèrement. L'IC, diminuait linéairement avec l'apport de carvacrol avec un effet maximal de 6,8 points de % autour de 300 g/t et remontait légèrement ensuite. De tels effets quadratiques ont préalablement été rapportés (Su et al., 2021), mais les causes demeurent à déterminer.

CONCLUSION

Le carvacrol montre une efficacité à différentes doses, 2 stratégies peuvent être appliquées : une première à faible dose et une deuxième avec des doses plus élevées. L'ensemble des facteurs qui conduisent à un effet positif du carvacrol ne sont pas connus après cette méta-analyse mais de nouveaux éléments sont apportés comme l'effet additif de plusieurs substances ou encore une meilleure réponse dans un état challengé. Cette revue quantitative montre également que le carvacrol améliore les performances de croissance du poulet et que cette réponse dépend de plusieurs paramètres. À faible dose, il est possible de booster cet effet en complexifiant l'environnement du carvacrol par exemple en ajoutant d'autres HE et des épices. À forte dose, on observe une réponse en cloche rapportée pour ce type d'actif. Cette réponse montre la nécessité de bien connaître les dosages afin de ne pas avoir d'effet délétère et pourrait expliquer en partie des réponses non consistantes des poulets aux produits à base d'HE d'origan. Enfin, c'est lorsque les conditions d'élevage sont challengeantes pour l'animal que le carvacrol donne les meilleures réponses. Les mécanismes conduisant le carvacrol à de tels effets restent mal connus. La protection contre l'oxydation ainsi que contre l'inflammation sont des pistes à explorer.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alleman F., 2013. INRA Prod. Anim. (26), 3–12
- Brenes A. 2010. Anim. Feed Sci. Tech. (158):1–14.
- Dhama K., 2014. Int. J. Pharma. (10), 129-159.
- Forte C., 2017. Anim. Phy. Anim. Nutr. (101), e352-e359
- Hashemi S. R., 2010. J Anim. Vet. Adv. (9), 2295–2304.

INRA-CIRAD-AFZ Feed Tables, 2018. www.feedtables.com
Létourneau-Montminy M.P. 2020. ANCC meeting proceeding.
Rostagno, 2017. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos
Sauvant D., 2008. Anim. (2,) 203-1214.
Su G. 2021. Poult. Sci. 100:101242.
Windisch W., 2008. J. Anim. Sci. (86), E140-E148.
Zeng Z. 2016. J. Anim. Sci. Biotech. (6), 7-17

Tableau 1 : Statistiques descriptives de la base de données faibles doses

	<i>n</i>	Moyennes	Ecart-Type	Minimum	Maximum
GMQ (%témoin sans carvacrol)	120	101,37	3,89	93,04	117,67
CMJ (%témoin sans carvacrol)	120	100,35	2,91	93,05	115,52
IC (%témoin sans carvacrol)	120	99,159	2,833	89,61	107,471
Carvacrol (g/t)	142	7,772	9,913	0	36
Lysine digestible (g/j)	142	0,98	0,42	0,33	2,23
Protéine Brute (%)	142	19,18	1,498	15,42	23,99
C+/C- ADG	76	100,97	4,94	93,15	114,73

Tableau 2 : Statistiques descriptives de la base forte dose

Variable	<i>n</i>	Moyennes	Ecart-Type	Minimum	Maximum
GMQ (%témoin sans carvacrol)	119	102,19	4,13	93,04	115,00
CMJ (%témoin sans carvacrol)	119	99,11	4,32	85,65	111,07
IC (%témoin sans carvacrol)	119	96,93	5,36	80,31	113,33
DoseCarvacrol (g/T)	140	80,8	112,3	0	402
Lysine digestible (g/j)	140	1,12	0,49	0,19	2,33
Protéine Brute (%)	140	20,34	1,55	16,01	23,53

Tableau 3 : Réponse du gain moyen quotidien et de la consommation moyenne journalière à la teneur en carvacrol, l'apport de lysine et le type de produit contenant du carvacrol.

CodeLys	CodeExtrait	Gain moyen quotidien, g/j	Consommation moyenne journalière, g/j
moins 90%	HE	99,3 + 0,391 X ¹	100,6+ 0,174 X
90 à 110%	HE	100,1 + 0,167 X	99,9 + 0,039 X
plus 110%	HE	100,1 + 0,365 X	100,5 + 0,014 X
moins 90%	HEo	99,0 + 0,203 X	100,3 + 0,019 X
90 à 110%	HEo	99,8 - 0,021 X	99,5 - 0,116 X
plus 110%	HEo	99,9 + 0,177 X	100,2 - 0,012 X
moins 90%	CS	99,2 + 0,181 X	100,4 + 0,092 X
90 à 110%	CS	100 - 0,043 X	99,7 - 0,042 X
plus 110%	CS	100,1 + 0,155 X	100,3 + 0,062 X
moins 90%	CS+	98,5 + 1,033 X	100,6 - 0,070 X
90 à 110%	CS+	99,3 + 0,809 X	99,8 - 0,205 X
plus 110%	CS+	99,4 + 1,007 X	100,5 -0,101 X
DoseCarvacrol		***	NS
CodeExtrait		NS	NS
CodeLys		NS	NS
DoseCarvacrol x CodeLys		***	*
DoseCarvacrol x CodeLys		***	*
RMSE		2.89	1.95
R2		56.7	46.5

¹X correspond à la dose de carvacrol

Tableau 4 : Ajustement de la réponse du gain moyen quotidien en fonction de la teneur en carvacrol et le ratio C+/C-.

	Coefficient	Écart-type	P-value
Constante	104,84	8,84	***
DoseCarvacrol	-2,55	0,53	***
C+/C-	-0,05	0,08	‡
C+/C- x DoseCarvacrol	0,026	0,005	***
R ² (%)		70,8	
ETR, g/j		1,84	

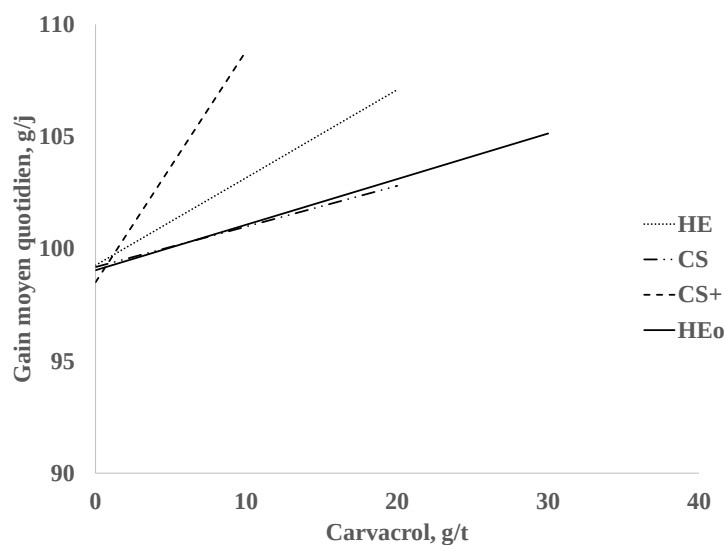


Figure 1. Réponse du gain moyen quotidien à l'apport de carvacrol chez le poulet

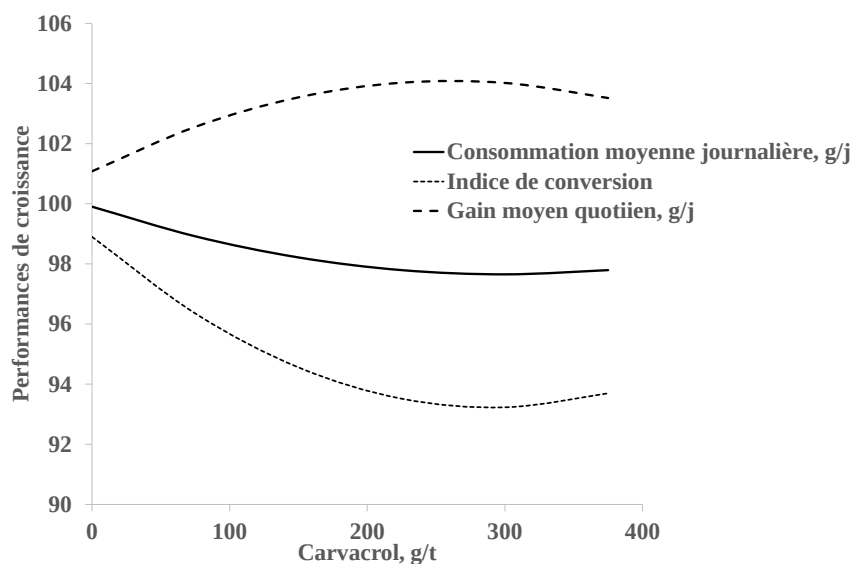


Figure 2. Réponse des performances de croissance à l'apport de carvacrol chez le poulet