

Main variability factors of Inter-farms dairy cows productivities in Tunisia

Etude des Principaux Facteurs de Variabilité Inter-Fermes de la Productivité Laitière Bovine en Tunisie

M. HAMMAMI *, B. JEMMALI

Laboratory of Improvement and Integrated Development of Animal Productivity and Food Resources, Higher School of Agriculture of Mateur, University of Carthage, Tunisia

*Corresponding author: hammami.moncef@hotmail.fr

Abstract - This work aims the identification and assessment of the main factors of milk production variability in Tunisian cattle herds. Twenty-three (23) farms located in different regions and in different sectors (OTD, UCPA, SMVDA, private) with 6708 controlled cows. The principal components analysis showed that food-related factors explain 22.81% total variance of milk production. Indeed, the latter can be predicted by three factors with $R^2 = 0.76$. The results showed that the farms that produce more milk per cow are those where the amount of dry matter ingested per cow and day is the highest. Similarly, the majority of the farms that give the most of concentrate produce more milk. 23 studied farms milk production varies from 3606.7 to 7106.6 liters per cow per year.

Keywords: cows productivities, factors, variability, farms, Tunisia

Résumé - Ce travail vise l'identification et l'évaluation des principaux facteurs de variabilité de la production laitière dans les élevages bovins tunisiens. Vingt trois (23) élevages répartis dans différentes régions et relevant de différents secteurs (OTD, UCPA, SMVDA, privés) avec un effectif de 6708 vaches contrôlées ont fait l'objet de cette étude. L'analyse en composantes principales a montré que les facteurs liés à l'alimentation expliquent 22,81% la variance totale de la production laitière. En effet, cette dernière peut être prédite par trois facteurs avec $R^2 = 0,76$. Les résultats ont montré que les fermes qui produisent plus de lait par vache sont celles où la quantité de matière sèche ingérée par vache et par jour est la plus élevée. De même, la majorité des fermes qui donnent le plus de concentré produisent plus de lait. La production laitière des 23 fermes étudiées varie de 7106,6 litres/vache/an à 3606,7 litres/vache/an.

Mots clés : productivité, variabilité, inter-ferme, Tunisie

1. Introduction

La production laitière bovine en Tunisie a passé de 565 milles tonnes en 1995 à 1 376 tonnes en 2015 (OEP 2016). Ceci est du à la constitution d'un noyau de vaches laitières importées notamment la Holstein (Rejeb et al. 2007) qui représente 50 % de l'effectif bovin en Tunisie et contribue pour 73 % de la production nationale (Ben Salem et al. 2006) sans oublier l'encouragement de l'élevage des génisses nées en Tunisie. Cependant, l'introduction dans notre pays d'un cheptel bovin laitier à haut potentiel de production, n'a pas été suivie par une amélioration suffisante de la productivité. En effet, le potentiel génétique des races pures est souvent sous-exploité et la productivité est faible. De même, la production laitière en Tunisie se caractérise par une variabilité inter-troupeaux, variabilité ayant fait l'objet de plusieurs études sans pour autant évaluer l'importance relative de chaque facteur. En effet, cette variabilité a été communément attribuée à une différence dans le niveau génétique et le mode de conduite : effet troupeau. Mais on peut dire sans risque que la différence dans le potentiel génétique en Tunisie, n'est pas importante suite à l'application d'un cahier de charges national aussi bien pour l'importation des génisses que pour les semences animales. D'autre part, chaque pays a ses spécificités



et exploite le cheptel laitier selon ses moyens et la technicité de ses éleveurs. Les facteurs de variabilité peuvent ne pas être les mêmes d'un pays à l'autre. Dans le cas de Tunisie, les facteurs les plus importants sont liés à la conduite (Ajili et al. 2007). Dans ce cadre d'idées, on tentera à travers cette étude, d'identifier, de classer et d'évaluer les principaux facteurs qui expliquent la variabilité enregistrée entre les élevages bovins laitiers exploités dans les conditions tunisiennes.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Matériels

L'étude a concerné vingt trois (23) élevages répartis dans différentes régions et relevant de différents secteurs (OTD, UCP, SMVDA, Privés). Ces fermes sont réparties dans les gouvernorats de : Ariana, Bizerte, Béja, Jendouba, Nabeul, Siliana, et Sousse. Elles totalisent 6708 vaches laitières (36 % de l'effectif des vaches contrôlées en Tunisie). Le choix des 23 fermes est justifié par :

- Le souci de disponibilité des informations requises et de pouvoir y accéder facilement.
- Le souci d'avoir un échantillon le plus représentatif possible en optant pour des fermes relativement importantes.
- L'existence d'une variabilité dans le niveau de production et entre les systèmes de production.

2.2. Méthodes

2.2.1. Collectes des données

Un plan d'enquête a été élaboré afin de constituer une base de données qui peuvent expliquer le système de production au niveau de chaque ferme. Ces données, collectées sur 3 campagnes, sont d'ordre général telles que : la ferme, la campagne, la pluviométrie annuelle, la surface agricole totale (SAT), la surface agricole utile (SAU), la surface irriguée (SI), la surface fourragère (SF), la surface fourragère irriguée (SFI), le nombre d'hectares de fourrages par vache (SF/V), le nombre d'étables (NE) et le nombre de salles de traite (NST). Ou des données spécifiques du troupeau telles que : le pourcentage de sang Holstein (%HS), l'effectif des vaches présentes (EVP), l'effectif des vaches en lactation (EVL), la production laitière par vaches présente par an (PL/VP/AN), la production laitière par vache en lactation par an (PL/VL/AN), l'âge moyen du troupeau (AMT), l'âge moyen au premier vêlage (AMV1), le rang moyen de lactation (RML), le % des vaches primipares (%VPR), la durée moyenne de lactation (DML), la durée moyenne de tarissement (DMT), le rapport lait/concentré (L/C), le taux de réforme (TRF), le taux de remplacement (TR), l'intervalle vêlage-vêlage (V-V), l'intervalle vêlage- première insémination (V-IA1), l'intervalle vêlage insémination fécondante (V-IF), le taux de conception (TC), le nombre de traites (NbT), la quantité de matière sèche ingérée par vache par an (kg MSI), le pourcentage de MS de concentré de production dans la ration (%CcP), le pourcentage de MS de concentré correcteur dans la ration (%CcC), le % de MS de foin (MSf), le % de MS d'ensilage de maïs (MSEM), le % de MS d'ensilage de verdure (MSEV).

2.2.2. Dépouillement des données

Une fois les données sont collectées auprès des différentes fermes et auprès du centre de contrôle des performances de Sidi- Thabet (Tunisie), leur dépouillement et analyses ont été effectués à l'Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur (Tunisie).

2.2.3. Analyses des données

La saisie des données a été effectuée à l'aide du logiciel SAS (1988).

Pour faciliter l'étude des relations qui existent entre les variables initiales, nous allons opter d'abord pour la méthode d'analyse en composantes principales (A.C.P) qui permet de grouper les variables initiales ayant une certaine corrélation entre elles, sous d'autres composantes considérées principales qui sont plus réduits en nombre, l'objectif étant de reconstituer des groupes d'observations qui soient le plus homogènes pour les principaux critères qu'on retiendra : (ceux qui seront jugés aptes à expliquer une part assez importante de la variabilité)

Ensuite nous avons utilisé la méthode de régression multi variable ou « pas à pas » qui nous permet d'exprimer certaines variables dépendantes (variables à expliquer) en d'autres variables indépendantes (variables explicatives), ces dernières sont classées selon leurs coefficients de déterminations partiels qui traduisent leur degré de contribution dans la variance du modèle.

Enfin, et pour avoir une idée sur la contribution propre de chaque facteur parmi ceux qui ont été retenus par la méthode de régression « pas à pas », nous avons eu recours à la méthode d'analyse : le modèle réduit.

3. Résultats et discussions

3.1. Analyse en composante principales

L'analyse en composantes a été appliquée sur la matrice de coefficient de corrélation entre 22 variables choisies parmi 44 variables initiales, afin de faciliter l'interprétation des résultats et selon les objectifs de notre étude. Seules les sept (7) premières composantes principales montrent une valeur propre supérieure ou égale à 1. Elles résument 75 % de la variabilité totale expliquée par les 22 facteurs d'origine (Tableau 1).

Tableau1 : Valeurs propres et pourcentage de la variance totale expliquée par les composantes principales

Composantes principales	Valeur propre	% de la variance totale	
		%	cumulatif
Facteur 1	5.01	22.81	22.81
Facteur 2	2.91	13.24	36.05
Facteur 3	2.41	10.96	47.01
Facteur 4	2.02	9.22	56.23
Facteur 5	1.69	7.71	63.94
Facteur 6	1.23	5.60	69.55
Facteur 7	1.20	5.47	75.01
Facteur 8	0.93	4.26	79.27
Facteur 9	0.83	3.79	83.06
Facteur10	0.72	3.29	86.35
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
Facteur 21	0.13	0.18	99.96
Facteur 22	0.009	0.04	100

La première composante, qui explique 22, 81% de la variance totale, est constituée par les facteurs d'alimentation (kg MS ingérée, % MS concentré de production, % MS concentré correcteur, % MS verdure et % MS foin) et le nombre de traites. On peut attribuer le nom " groupe alimentation" à cette composante. La septième composante est représentée par le taux de réforme qui est un indicateur de la conduite sanitaire au sein d'un troupeau. En effet, la réforme pour causes sanitaires représente une part importante dans le taux de réforme total. A cette composante on attribue le nom " hygiène et santé".

Ainsi la méthode d'analyse en composantes principales nous a permis de regrouper des variables simples sous d'autres facteurs virtuels tout en suivant une certaine interaction logique. Pour étudier la corrélation entre les variables on a adopté la méthode de régression multivariable.

3.2. Analyse de régression multivariable : régression « pas à pas »

Dans cette analyse, 2 modèles ont été établis. Les résultats du modèle I ayant le coefficient de détermination (R^2) le plus élevé (84%) sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Résultats de l'analyse de régression selon le modèle I

Pas	Variables incorporées	R ² modèle (%)
1	% MS de foin (F28)	38
2	Kg MS ingérée/vache/an (F23)	58
3	% MS concentré de production (F24)	76
4	Rang moyen de lactation (F9)	78
5*	% MS de foin (F28)	77
6	Surface fourragère/vache (SF)	80
7	% MS concentré correcteur (F25)	82
8	Taux de remplacement (F14)	84

*la variable MS de foin a été éliminée dans la 5^{ème} étape du modèle.

Il ressort de ce tableau que la production laitière est déterminée principalement par six (6) facteurs avec un coefficient de détermination R² globale de 84%.

L'équation globale du modèle s'écrit de la manière suivante :

$$PL/VP/an = -12.18 + 1.21F9 + 0.045 F14 + 0.002 F23 + 0.3F24 + 0.31 F25 - 0.45SF$$

La première étape du modèle a montré que la matière sèche du foin est corrélée négativement avec la production laitière ce qui implique que les fermes qui donnent le plus de foin produisent moins de lait. En se limitant à la 5^{ème} étape du modèle avec un seuil du coefficient de détermination égal à 77%, le modèle peut être expliqué en fonction de 3 principales variables qui sont : la quantité de matière sèche ingérée, le pourcentage de MS de concentré de production et le rang moyen de lactation, ce qui nous permet d'avancer que si on veut contrôler à 77% de précision la production laitière au sein d'un troupeau, il suffit de s'intéresser principalement aux trois facteurs cités précédemment. Il est à signaler que la variable surface fourragère par vache présente est corrélée négativement avec la production laitière ce qui montre que les fermes qui disposent de plus de surfaces fourragères ne sont pas obligatoirement celles qui ont les meilleurs niveaux de production

3.3. Analyse par le modèle réduit

A la lumière des résultats obtenus par l'analyse de régression multi variables, les principaux facteurs déterminant la production laitière sont : la quantité de MS ingérée, le pourcentage de MS de concentré de production, le pourcentage de MS de concentré correcteur, le rang moyen de lactation, le taux de remplacement et la surface fourragère par vache présente. Etant identifiés, l'étape suivante consiste à évaluer l'effet de chacun de ces facteurs sur la variabilité de la production laitière afin de pouvoir les classer par ordre d'importance, pour cela, nous allons opter pour la méthode du modèle réduit qui nous permet d'avoir une idée proche sur le classement des facteurs retenus par la régression multi variables. Les résultats de l'analyse par le modèle réduit sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3. résultats de l'analyse par le modèle réduit

Variable dépendante	Variables incorporées	R ² Modèle (%)
PL/V.P/an	%CcP, %CcC, SF/V, RML, TR	49
PL/V.P/an	kgMSI, %CcC, SF/V, RML, TR	52
PL/V.P/an	MSI, %CcP, %CcC, RML, TR	76
PL/V.P/an	kgMSI, %CcP, %CcC, SF/V, TR	78
PL/V.P/an	kgMSI, %CcP, %CcC, SF/V, RML	79
PL/V.P/an	Kg MSI, %CcP, SF/V, RML, TR	80

Il ressort de ce tableau que la quantité de MS ingérée est classée en premier ordre, en effet, en absence de cette variable, on a obtenu le coefficient de détermination le plus faible du modèle (R² :49%). En second ordre vient le pourcentage de MS de concentré de production, ensuite la surface fourragère par vache alors que le pourcentage de MS de concentré correcteur se classe le dernier. Après ce classement et pour avoir une idée sur le poids de chacun des six (6) facteurs déterminant de la production laitière, nous avons procédé à une standardisation et une normalisation des coefficients de régression de ces variables, les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Poids attribués aux différentes variables dans la prédiction de la production laitière

Variabes	Poids (%)
Kg MS ingérées	50,7
% MS concentré de production (F24)	38,4
Rang moyen de lactation (F9)	4,9
Surface fourragère/vache (SF)	3,1
% MS concentré correcteur (F25)	1,6
Taux de remplacement (F14)	1,3
	100

Il ressort de ce tableau, que la quantité de MS ingérée et le pourcentage de MS de concentré de production déterminent à eux seuls 89% de la variabilité résultante de l'action combinée des (6) principaux facteurs retenus. De ce fait, on peut dire que si on veut améliorer la production laitière, il est nécessaire d'agir en priorité sur ces deux facteurs. La classification des fermes étudiées selon le niveau moyen de production laitière est présentée dans le tableau 5.

Tableau 5. Classification des fermes selon le niveau de production laitière (moyenne sur 3 campagnes).

Numéro de ferme	Secteur	Lait à 305j (kg)	Test Duncan
1	SMVDA	7106,6	A
2	SMVDA	6746,5	B
3	SMVDA	6729,3	B
4	Privé	6502,0	C
5	OTD	6219,8	D
6	SMVDA	6197,5	D
7	SMVDA	5934,3	E
8	SMVDA	5871,9	E
9	OTD	5861,8	E
10	UCPA	5574,4	F
11	SMVDA	5509,9	F
12	UCPA	5444,0	F
13	SMVDA	5436,3	F
14	SMVDA	5382,8	F
15	SMVDA	5138,0	G
16	OTD	5065,6	G H
17	OTD	4973,9	G H
18	UCPA	4894,1	H
19	UCPA	4680,2	I
20	OTD	4667,9	I
21	UCPA	3899,9	J
22	OTD	3726,3	J K
23	OTD	3606,7	K

SMVDA : société de mise en valeur et développement agricole ; OTD : office des terres domaniales ; UCPA : unité coopérative de production agricole.

Il ressort de ce tableau, qu'il existe au moins 11 niveaux de production différents. En effet, la production laitière varie de 7106,6 litres/vache/an pour la ferme 1 à 3606,7 litres/vache/an pour la ferme 23. Les performances réalisées sont supérieures à ceux avancés par Darej et al. (2010) qui ont rapporté que la PLVL varie de 6611 kg/vache/an dans le cas de l'UCP Gnédil à 5364 kg/vache en lactation/an chez le CAI Badrouna. La production moyenne des fermes objets de cette étude est de 5872,62 litres/vache/an. Ceci corrobore avec les résultats avancés par d'autres auteurs (Ajili et al. 2007 ; M'hamdi et al. 2012 ; Bouallegue et al. 2013).

3.4. Discussion Générale

En se basant sur les résultats des analyses statistiques effectuées, il s'est avéré que l'alimentation explique la plus grande part de la variabilité inter-ferme de la production laitière. En effet, les fermes qui produisent plus de lait par vache sont celles où la quantité moyenne de matière sèche ingérée par vache et par jour est la plus élevée. De même, la majorité des fermes qui donnent le plus de concentré produisent plus de lait. Cette situation induit une importante incorporation de concentré utilisé en partie pour couvrir les besoins d'entretien des vaches, ce qui conduit à une production de lait à base de concentré, classiquement observée dans le Sud méditerranéen (Sraïri et al. 2005). Les résultats ont montré une corrélation négative entre la production laitière par vache et la surface fourragère par vache. En effet, les fermes qui produisent plus de lait ne sont pas obligatoirement ceux qui ont le plus de superficies fourragères et par conséquent la quasi-totalité du lait est produite par de l'aliment concentré, ce qui met en cause l'indépendance de leurs systèmes d'élevage vis à vis du marché extérieur. Concernant, les facteurs non alimentaires, les résultats ont montré que le rang moyen de lactation et le taux de remplacement sont fortement corrélés. Certaines fermes ont des taux de remplacement élevés (30%) avec un rang moyen de lactation de 3, sans pour autant avoir des niveaux de production laitière élevés. Ceci, peut être dû, en plus des autres facteurs comme l'alimentation et l'hygiène, à une mauvaise productivité des génisses de remplacement.

4. Conclusions

Les résultats obtenus au cours de cette étude, confirment une fois de plus que les facteurs alimentaires conditionnent dans une large mesure la productivité laitière d'un troupeau. En effet, dans toutes les tentatives d'amélioration de la production laitière des élevages en Tunisie, l'importance a été accordée au même titre à l'alimentation, la génétique et la reproduction. Notre étude a clairement montré que la priorité la plus absolue doit être accordée en premier lieu aux facteurs alimentaires. Il a été toujours facile de faire appel à un potentiel génétique élevé par l'intermédiaire de l'importation, sans pour autant avoir la certitude d'assurer une alimentation aussi adéquate. Cette étude a pu contribuer à déceler les principales contraintes de la production laitière dans les vingt trois (23) exploitations du secteur organisé ou privé. Notre étude ouvre la voie à d'autres, devront être réalisées sur un échantillon plus représentatif afin de fixer d'une manière sûre les priorités à envisager pour améliorer la production laitière du cheptel bovin Tunisien.

5. Références bibliographiques

- Ajili N. Rekik B. Ben Gara A. Bouraoui R. (2007).** Relationships among milk production, reproductive traits, and herd life for Tunisian Holstein-Friesian cows African Journal of Agricultural Research2(2):47-5.
- Ben Salem M. Djemali M. Kayouli C. Majdoub A. (2006).** A review of environmental and management factors affecting the reproductive performance of Holstein-Friesian dairy herds in Tunisia. Livestock Research for Rural Development 18 (4) 2006.
- Bouallegue M. Haddad B. Aschi M. Hamouda M. B. (2013).** Effect of environmental factors on lactation curves of milk production traits in Holstein-Friesian cows reared under North African conditions. Livestock Research for Rural Development 25 (5) 2013.
- Darej C. Moujahed N. Kayouli C. (2010).** Effets des systèmes d'alimentation sur les performances des bovins dans les fermes laitières du secteur organisé dans le nord de la Tunisie: 1. Effets sur la production laitière Livestock Research for Rural Development 22 (5).
- M'hamdi N. Bouallegue M. Hamouda MB. Frouja S. Brar SK. Ressaissi Y. (2012).** Effects of Environmental Factors on Milk Yield, Lactation Length and Dry Period in Tunisian Holstein Cows. Chapter 8: 153-164, In Narongsak C (ed.). Milk Production-An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health", 404p, INTECH Open Access Publisher.
- OEP (2016).** Indicateurs du secteur de l'élevage en Tunisie. [http : www.oep.nat.tn](http://www.oep.nat.tn)
- Rejeb Gharbi F. Lahsoui R Gouhis F. Rached Z. (2007).** Rentabilité économique de l'élevage laitier en Tunisie: cas des Gouvernorats de l'Ariana et de Mahdia. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement 11 (3), 211–223.
- SAS (1988).** User's guide: Statistics SAS. Int. Inc; Cary, NC
- Sraïri M. T. Ben Salem M. Bourbouze A. Elloumi M. Faye B. Madani T. Yakhlef H. (2007).** Analyse comparée de la dynamique de la production laitière dans les pays du Maghreb. Cahiers Agricultures 16 (4) : 251-257.