



Qualité de la viande bovine de deux races spécifiques des Etats-Unis

Etude phénotypique de la viande de bœufs de race Criollo et croisé Waguli finis au pâturage dans le milieu semi-aride du Sud-Ouest des Etats-Unis selon les critères USDA

Mots-clés : Qualité de la viande bovine, Milieu semi-aride, Réchauffement climatique, Criollo, Croisé Waguli

Auteur : Flavie Audoin^{1,2}

¹ Cross U Cattle Company / 47 Ranch, Box 7, 6155 Davis Road, McNeal, AZ, 85617, Etats-Unis ; ² Food Product and Safety Lab, Université d'Arizona, 4181 N. Campbell Ave., Tucson, AZ, 85719, Etats-Unis

* E-mail de l'auteur correspondant : flavie.audoin@gmail.com

Ce travail porte sur la qualité de la viande bovine d'animaux de race Criollo et croisé Waguli alimentés à base d'herbe, buissons, arbustes dans un milieu semi-aride du Sud-Ouest des Etats-Unis. La race Criollo apparaît bien adaptée à un environnement désertique de par sa qualité de viande et son comportement au pâturage. Elle pourrait ainsi constituer une solution pour les producteurs de viande bovine situés dans les régions particulièrement touchées par le réchauffement climatique.

Résumé :

La sécheresse qui affecte le Sud-Ouest des Etats-Unis et le nord du Mexique depuis une quinzaine d'années conduit les ranchers à s'orienter vers des races bovines adaptées à ce type de climat et qui puissent valoriser au mieux les ressources alimentaires sans les épuiser ou les dégrader. La race Criollo, originaire d'Afrique du Nord et d'Espagne, est considérée sur place comme une alternative intéressante aux races Hereford ou Angus, car ayant moins d'impact sur les sols, nécessitant moins d'alimentation et moins d'eau. L'objectif des travaux présentés ici était de soumettre la viande des races Criollo et croisé Waguli à une étude phénotypique selon les critères de l'USDA, afin de juger de leur pertinence en terme de tendreté, de persillé et de rendement. La finalité de l'étude était de répondre aux deux questions suivantes : 1- la qualité de la viande d'animaux Criollo, nourris à l'herbe, diffère-t-elle de celle décrite pour des animaux nourris au grain ? et 2- la viande de bovins de race Criollo a-t-elle des caractéristiques qui diffèrent de celle des bovins de type croisé Waguli ? Les animaux de l'étude ont présenté une tendreté de viande nettement supérieure à celle des animaux nourris au grain ou d'autres races nourries à l'herbe. En matière de rendement de carcasse, les animaux nourris au pâturage ont produit plus de viande maigre en fonction du poids de carcasse que ceux alimentés au grain qui ont développé plus de gras externe. Les deux races savent donc valoriser de manière efficace leur environnement et présentent de bonnes dispositions génétiques concernant la qualité de la viande. D'autre part, entre les deux races, la différence est non significative pour la tendreté et le persillé. Pour la note de rendement de carcasse, elle est plus élevée pour les Criollo et cela de manière significative. Les bœufs de race croisé Waguli produisent donc plus de viande maigre que les Criollo.

Abstract: Criollo and Waguli meat quality evaluation based on USDA standard

The drought that has affected the southwestern United States and northern Mexico for the last fifteen years or so leads the ranchers to consider raising bovine breeds adapted to this kind of climate and who can make the best use of the food resources without depleting or damaging them. The Criollo breed originating from North Africa and Spain is considered to be an interesting alternative to Hereford or Angus breeds, because of having less impact on the soil, eating a broader range of feed plants and drinking less water. The objective of the work presented here was to submit the meat of the Criollo and Waguli cross breeds to a phenotypic study according to the USDA criterion, in order to assess their relevance in terms of tenderness, marbling and yield grade. The aim of this study was to answer the following questions: 1. Is meat from grass-fed Criollo breed animals different from grain-fed cattle? ; 2. Is meat from the Criollo breed different from Waguli crossbred cattle? The animals of the study showed a substantially higher meat tenderness than the animals fed on grain or other breeds fed on grass. Regarding the carcass yield, the animals fed strictly on rangeland produced more lean meat depending on the carcass weight than those fed on grain who develop more external fat. Therefore, both breeds know how to maximize in an efficient way their environment and show good genetics aptitudes concerning meat quality. On the other hand, between the two breeds, the difference is non significant for the tenderness and the marbling. For the carcass' yield grade, it is higher for the Criollo and in a significant way. Thus, the Waguli cross steers produce more lean meat than the Criollo.

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Depuis quinze ans, la sécheresse affecte fortement le Nouveau-Mexique, le Texas, et des parties de l'Arizona, dans le Sud-Ouest des Etats-Unis, ainsi que les Etats mexicains de Sonora et Chihuahua (Source : The National Drought Mitigation Center). Cette zone à cheval entre les Etats-Unis et le Mexique peut être décrite comme semi-aride à aride avec des précipitations inférieures à 406 mm par an. Il est donc important pour les ranchers de choisir des races bovines adaptées à ce climat, qui puissent valoriser au mieux les ressources alimentaires présentes sans les épuiser ou les dégrader. La race Criollo, originaire d'Afrique du Nord et d'Espagne et introduite aux Amériques depuis cinq siècles présente des prédispositions favorables pour s'adapter au contexte des sécheresses actuelles affectant la région (Figure 1). De gabarit plus léger que les races britanniques telles qu'Hereford et Angus, la Criollo a moins d'impact sur les sols parfois fragiles de cette région. Elle se déplace plus pour se nourrir, mange durant moins d'heures par jour, et consomme moins d'eau ; ce qui réduit la pression sur les terres. Elle est plus active lors de températures élevées et enfin, elle vèle plus facilement (Darrell, 2007 ; Price et Price, 2013 ; Roacho-Estrada et *al.*, 2008). Malgré ses nombreux avantages, en particulier dans un contexte de hausse des prix des céréales, cette race est rare dans les élevages. Elle est en effet considérée comme moins productive que les autres car plus tardive et demandant plus de temps pour atteindre un poids de carcasse intéressant. Par

ailleurs, la viande produite à l'herbe est réputée moins tendre que la viande d'animaux issus d'élevage au maïs grain de type feedlot (Bjorklund et *al.*, 2014). L'étude ci-dessous porte sur des animaux de race Criollo et croisé Waguli élevés au pâturage dans le milieu aride du Sud-Est de l'Arizona. A l'heure actuelle, les seules études mesurant l'intérêt de la race Criollo ont été réalisées par l'Université du Nouveau-Mexique et portent sur l'adaptabilité de cette race à la sécheresse. Quant à la race Waguli, elle a été choisie car elle est appréciée pour ses critères de tendreté de viande. Compte-tenu de l'adaptation supposée de la race Criollo à son environnement, il a semblé intéressant d'étudier la viande de bovins de race Criollo et croisé Waguli finis au pâturage dans le milieu semi-aride du Sud-Ouest des Etats-Unis selon les critères du Département de l'Agriculture des Etats-Unis (USDA), afin de juger de leur pertinence en terme de tendreté, de persillé et de rendement de carcasse. L'étude des acides gras de ces mêmes animaux sera présentée ultérieurement. Les tests inédits menés en laboratoire et présentés ici avaient pour objet de déterminer si la viande d'un échantillon d'animaux nourris à l'herbe diffèrait de celle décrite pour les animaux nourris au grain, et si la viande de Criollo présentait des caractéristiques qui diffèrent de celles des bovins croisés Waguli, réputés pour la tendreté de leur viande. Les principales questions posées sont de savoir s'il existe un effet de la race sur la tendreté, sur le persillé et sur la note de rendement.

Figure 1 : Bœuf de race Criollo (à gauche) et son faux-filet (à droite)



I. MATERIELS ET METHODES

I.1. La viande étudiée : issue des animaux du « 47 Ranch »

I.1.1. Présentation générale du « 47 Ranch »

Le « 47 Ranch », un ranch familial, se situe dans le Sud-Est de l'Arizona, près de la frontière mexicaine, dans le comté de Cochise. Ce ranch est reconnu aux États-Unis pour sa durabilité car toute l'électricité et l'eau qu'il utilise sont produites sur place, par des panneaux solaires et des éoliennes. Le ranch possède 10 534 ha de pâtures dont 50% sont dans les montagnes et 50% sont à faible altitude et considérées comme prairies de désert. Toutes les parcelles ont un accès à l'eau, soit avec des abreuvoirs alimentés par l'eau pompée à l'aide d'éoliennes soit avec des étangs naturels remplis lors de la mousson nord-américaine (Source : Wikipedia).

I.1.1.1. Les productions animales

Le ranch élève 240 femelles (vaches et génisses pleines) dont 25% de race Criollo et 75% de races croisées, c'est-à-dire un mélange de neuf races dont Hereford et Waguli. Les ranchers ont voulu améliorer la qualité de leur viande en sélectionnant des taureaux de race Waguli issu d'un croisement entre des animaux des races Wagyu et Tuli. L'Université d'Arizona est à l'origine de ce croisement. La race Tuli est originaire du Zimbabwe et a été développée pour s'adapter à des conditions climatiques de sécheresse. Quant à la race Wagyu, originaire du Japon et à l'origine du bœuf de Kobe, elle est connue pour avoir des pourcentages d'oméga 3 et 6 plus élevés que les autres races bovines.

Par ailleurs, 10 taureaux en âge de se reproduire (1 Waguli et 9 Criollo) sont présents sur le ranch. Ces derniers ainsi que les 60 premières vaches Criollo du troupeau ont été achetés auprès du ranch expérimental de la Jornada au Nouveau-Mexique. Ce ranch dont l'USDA est propriétaire a mis en place des recherches sur l'adaptabilité de la race Criollo à la sécheresse. Depuis cet achat, toutes les femelles Criollo issues de ces vaches sont gardées au sein du troupeau.

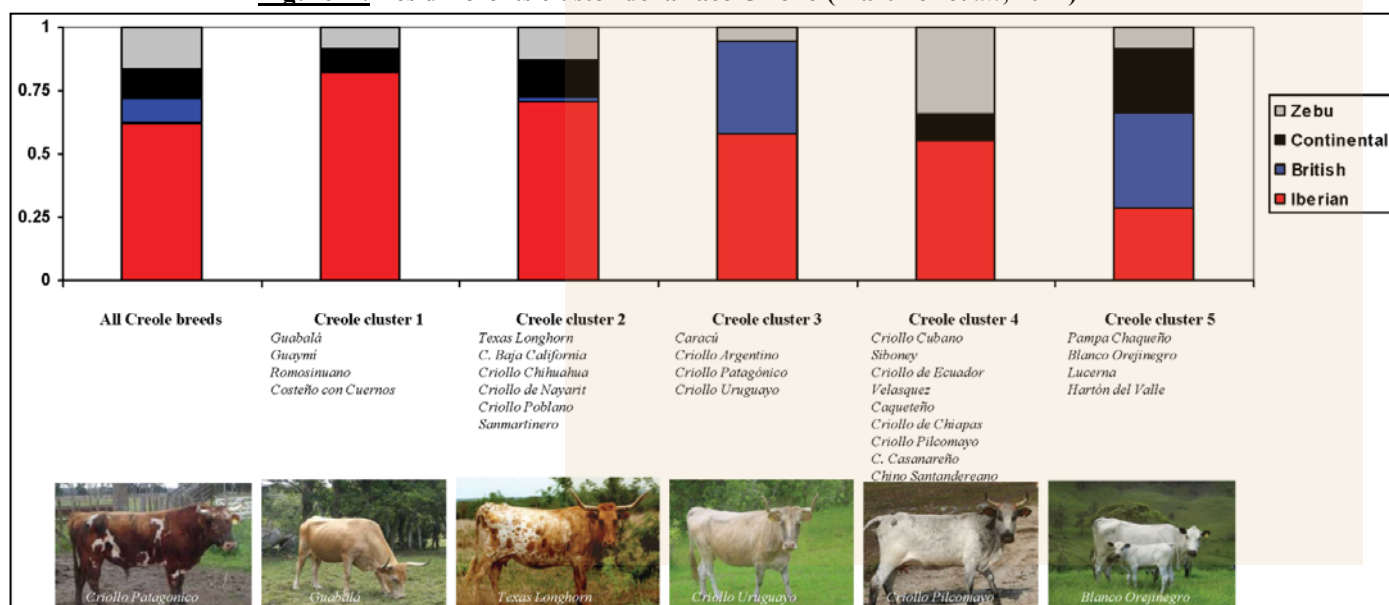
Les Criollos élevés sont les Criollos Raramuri de Baja California qui font partie du « Créole cluster 2 » (Figure 2). Ces animaux sont constitués de 70% de génétique ibérique, 14% d'influence génétique de Zébu, 14% de race continentale, c'est-à-dire d'origine européenne avec uniquement 2% de génétique anglaise (Martínez et al.,

2012). Les bovins du « 47 Ranch » sont issus d'une lignée de Criollo originaires du Canyon Copper où les conditions environnementales sont tropicales. Ces derniers ont de fortes influences génétiques de Zébu -de l'ordre de 14%- et c'est d'ailleurs pourquoi ce type de Criollo a été sélectionné car ils sont mieux adaptés aux températures élevées.

Les éleveurs, Deb et Dennis Moroney, sont très satisfaits de cette race Criollo car d'après eux : « ces animaux produisent de la viande tendre et avec un persillé important uniquement avec un régime alimentaire basé sur des pois du mesquite, des figuiers de Barbarie et des herbes natives. De plus, ces animaux s'adaptent très bien aux conditions environnementales du ranch en pâturant une grande diversité de végétaux et cela, sur de larges espaces. Par ailleurs, les génisses et vaches ont une bonne fertilité, une bonne espérance de vie et produisent des veaux avec un poids de naissance faible (de l'ordre de 11 kg). Enfin, ces bovins sont plus efficaces que les races britanniques de par leur petit gabarit, car ils s'adaptent facilement aux conditions environnementales, parfois difficiles. Il est possible de produire des bœufs de plus de 450 kg sans complémentation alimentaire. ».

Il est important de noter que l'éleveur Dennis Moroney est membre actif de plusieurs organisations et ancien professeur d'agriculture au collège du Comté de Cochise et à l'Université d'Arizona ayant reçu plusieurs récompenses pour son agriculture durable notamment.

Figure 2 : Les différents cluster de la race Criollo (Martínez et al., 2012)



1.1.1.2. La conduite d'élevage

La conformation de l'animal (musculature, morphologie et l'ossature) et la disposition de caractère (animal calme et lent) sont les deux critères de sélection pour les bovins de ce ranch. Les bœufs sont abattus entre 28 et 30 mois.

Pendant l'année, les animaux sont déplacés à cheval dans les différentes parcelles du ranch. Pendant l'hiver et l'automne, les bovins sont répartis dans les pâtures de montagne où ils consomment des arbres, des arbustes et des herbes fraîches de saison. Au printemps, à partir de mai, ils sont déplacés pour pâturer les contreforts de la montagne où

1.1.2. Contexte environnant

Les pâtures du ranch sont situées dans les « Mule Mountains ». Initialement, ce territoire était couvert de forêts de conifères. Aujourd'hui, la principale végétation rencontrée en altitude se compose de manzanita (*Arctostaphylos*), buissons, genévriers, chênes, pins ; puis diverses herbacées dans la vallée. Le relief de ces montagnes est très difficile car il est formé par des pentes très abruptes conduisant à de profonds canyons. Malgré cet environnement difficile, la vie sauvage y est très présente notamment avec les cerfs hémion (*Odocoileus hemionus*), les cerfs de Virginie ou à queue blanche (*Odocoileus virginianus*), les porcs pécaris (*Pecari tajacu*), les sangliers, différents types de rongeurs, lézards et une grande diversité d'oiseaux. Par ailleurs, les crêtes sont en calcaire très dur alors que les sols sont très rocailleux et parfois sableux. Le ranch est situé à une altitude comprise entre 1219 m et 1981 m. Ces caractéristiques géographiques sont associées à

l'alimentation prédominante est les pois du mesquite, les figues de Barbarie et les herbes sèches. En fin de printemps et début d'été, les bovins peuvent consommer des vieilles feuilles et des parties sèches d'agaves. Un agave a besoin de 8 à 10 ans pour atteindre sa maturité et fleurir. Juste avant la floraison, la base des feuilles est très riche en sucres et est très nutritionnelle. L'été, pendant et après la « mousson », les bovins consomment les nouvelles herbes, les arbustes et en particulier l'amarante.

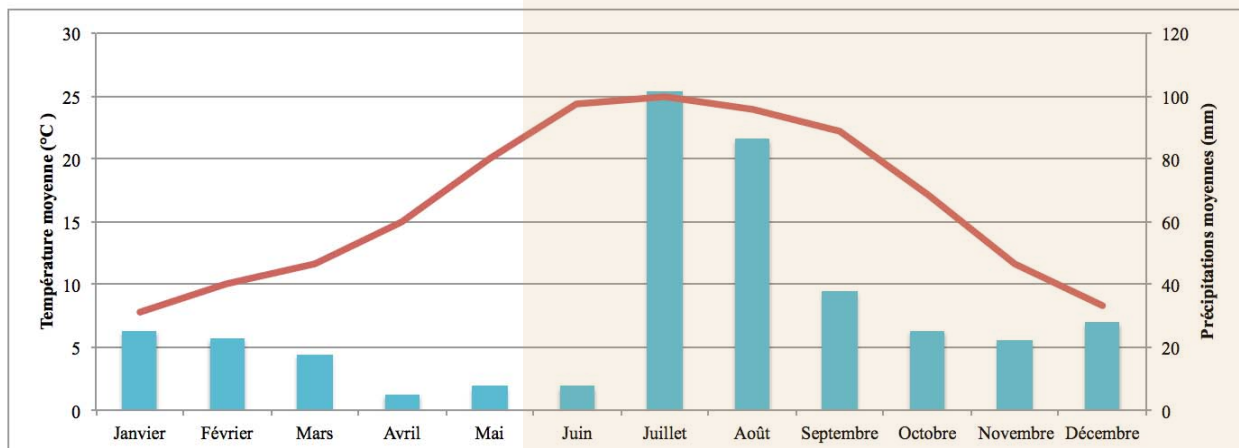
des journées très chaudes, mais des soirées fraîches. La présence de vent en journée permet de diminuer la température moyenne.

Les conditions environnementales du ranch sont très difficiles car désertiques. La ressource en eau naturelle du ranch vient de la « mousson », c'est-à-dire des pluies tombant de juillet à octobre qui correspondent à 64.8% des précipitations de l'année (Figure 3). D'après la classification de Köppen fondée sur les températures et les précipitations, le climat du ranch est considéré comme tropical et subtropical de steppe. La température moyenne de l'année est de 16,4 °C. Juillet est le mois le plus chaud, avec une moyenne de 25°C et janvier est le mois le plus froid avec une moyenne de 7,8°C. Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 388 mm répartis sur 63,6 jours (maximum 13,6 jours en juillet produisant 101,6 mm ; minimum 1,8 jour en avril produisant 5,1 mm) (Figure 4).

Figure 3 : Pâtures avant la mousson (à gauche) et après la mousson (à droite)



Figure 4 : Les conditions climatiques (température en rouge et pluviométrie en bleu) du 47 Ranch (Arizona) (www.weatherbase.com)



I.2. Les tests en laboratoire

I.2.1. Animaux étudiés

Les 24 animaux de l'étude sont des bœufs de race Criollo (n=19) ou de race croisé Waguli (n=5) alimentés à l'herbe, buissons et arbustes, sans hormones ni antibiotiques. En ce qui concerne l'âge, 16,7% des bœufs étaient âgés de moins

I.2.2. Tests menés

I.2.2.1. Le test de tendreté WBSF

Avant la découpe, la viande doit mûrir pendant 2 à 4 semaines. Cette durée n'a pas toujours été la même dans l'étude. Le test de tendreté est réalisé le jour de la découpe à l'aide de la machine Warner-Bratzler qui permet de mesurer la pression nécessaire (kg/cm²) pour cisailer un morceau de viande. Plus la force de coupe est faible, plus la viande est tendre.

Le morceau de viande testé a été un faux-filet d'environ 280 g prélevé entre la 12^{ème} et 13^{ème} côte. Celui-ci a été cuit à l'aide d'un grill électrique pendant 12 minutes pour atteindre la température interne de 71°C. Avant de prélever les échantillons, la viande a été refroidie à température ambiante jusqu'à 21°C. La température a été vérifiée à l'aide d'un thermomètre électronique. Nous avons prélevé 8 échantillons de forme tubulaire de 1,27 cm de diamètre et de 1,91 cm de long, perpendiculairement au muscle à l'aide

I.2.2.2. La notation des carcasses selon les critères de l'USDA

L'USDA a mis en place un système de notation des carcasses selon deux critères : la qualité de la carcasse et le rendement de la carcasse. Ce classement nécessite environ 10 minutes et est réalisée sur le côté gauche de la carcasse. Il existe des références pour le persillé, la couleur, la texture et la fermeté. Ces trois dernières caractéristiques ne rentrent dans aucune des notes mais sont des éléments d'information.

La notation de la qualité de la carcasse est une évaluation composite de facteurs qui affecte la palatabilité de la viande (tendreté, jutosité et flaveur). Ces différents facteurs prennent en compte la maturité de la carcasse; la couleur, la fermeté et la texture du muscle, ainsi que la quantité et distribution du persillé.

Le persillé ou gras intramusculaire correspond à la dispersion du gras à l'intérieur du muscle. Afin de le déterminer, la carcasse est préalablement coupée à l'aide d'une scie entre la 12^{ème} et 13^{ème} côte, là où se trouve le faux-filet. Il est possible d'évaluer la quantité et la répartition du gras dans le faux-filet à l'aide d'une grille de référence qui définit 9 catégories allant de « pratiquement dépourvu » à « abondant ». La maturité correspond à l'âge de l'animal lors de l'abattage. Ce critère comporte 5 catégories : < 30 mois, < 42 mois, < 72 mois, < 96 mois et > 96 mois.

Le croisement du degré de persillé avec la maturité permet d'obtenir la note de qualité de la carcasse qui se divise en 8 catégories (prime, choice, select, standard, commercial, utility, cutter et canner). Celle-ci se détermine selon une grille et constitue donc une notation par lecture. Toutefois, cette grille de notation n'existe que pour les animaux alimentés au grain, mais son utilisation est possible pour des animaux alimentés à l'herbe (Figure 5).

La note de rendement de carcasse s'échelonne de 1 à 5. Elle est estimée à partir de la taille du faux-filet à l'aide d'une grille. La mesure exprimée en square inches est obtenue par le comptage des points de la grille présents dans le faux-filet. Trois carrés préétablis (8, 9 et 10 square inches)

de 30 mois et 83,3% de plus de 30 mois. Parmi les bœufs Criollo, seulement 5,3% étaient âgés de moins de 30 mois, soit 1 animal sur 19, et pour les croisés, 3 animaux sur 5 soit 60%.

d'un appareil de carottage à main. Ces échantillons étaient uniformes et ne comportaient pas de nerf ou de tendon pour ne pas fausser les résultats (Bruns et al., 2000 ; Wheeler et al., 2005). Pour chaque animal, les échantillons ont été coupés dans leur moitié -parallèlement aux fibres musculaires- par la machine Warner-Bratzler. La lecture de la force de cisaillement était directe. Les valeurs aberrantes trop extrêmes par rapport aux autres, trop faibles, ou trop élevées ont été supprimées des données car elles n'étaient pas représentatives. Une moyenne des résultats a été établie pour chaque échantillon.

D'après l'USDA, le service marketing agricole, et la société américaine étudiant les normes de tendreté, la viande est « tendre » pour une pression de cisaillement comprise entre 3,91 et 4,41 kg/cm² et « très tendre » pour une pression inférieure à 3,91 kg/cm² (Halladay, 2013).

facilitent la lecture. Pratiquement, la méthode utilisée s'appuie sur le comptage des points du carré qui sont situés hors du faux-filet, puis au comptage des points situés dans le faux-filet mais hors du carré. En ajoutant ces derniers points au carré de base (8, 9 ou 10 squares inches), nous obtenons la taille totale du faux-filet (Figure 6). Cette grille permet également de mesurer l'épaisseur de gras en cm. Cette mesure est prise au 3/4 du faux-filet en partant de la 12^{ème} côte. Cette valeur est souvent ajustée afin de refléter le gras total de la carcasse. Il est donc possible d'augmenter cette valeur si la carcasse semble plus grasse ou au contraire de la diminuer si la carcasse est moins grasse. Cet élément est le plus important dans la détermination de la capacité à couper la viande. Ensuite, l'estimation du gras autour et à l'intérieur du rein, pelvis et du cœur est réalisée visuellement. Celle-ci s'exprime en pourcentage de la carcasse. Le poids de carcasse chaud intervient aussi dans l'équation ; il est établi lorsque l'animal est abattu à partir du poids de la carcasse après que la tête, la peau et les organes internes ont été enlevés.

Finalement, la note de rendement de carcasse se détermine par l'équation suivante :

$$\begin{aligned} & \text{Rendement de carcasse} \\ & = 2,5 \\ & + 2,5 \times \text{épaisseur de gras} \\ & + 0,0038 \times \text{poids de carcasse} \\ & + 0,2 \times \% \text{ de gras autour du rein, pelvis et cœur} \\ & - 0,32 \times \text{taille du faux-filet} \end{aligned}$$

Dans le système français, la notation des carcasses s'effectue selon la grille EUROP et la conformation de l'animal rentre aussi en jeu. Ces deux éléments n'existent pas dans l'évaluation mise en place par le Ministère de l'Agriculture Américain.

Figure 5 : Grille permettant d'établir la note de qualité de la carcasse aux Etats-Unis

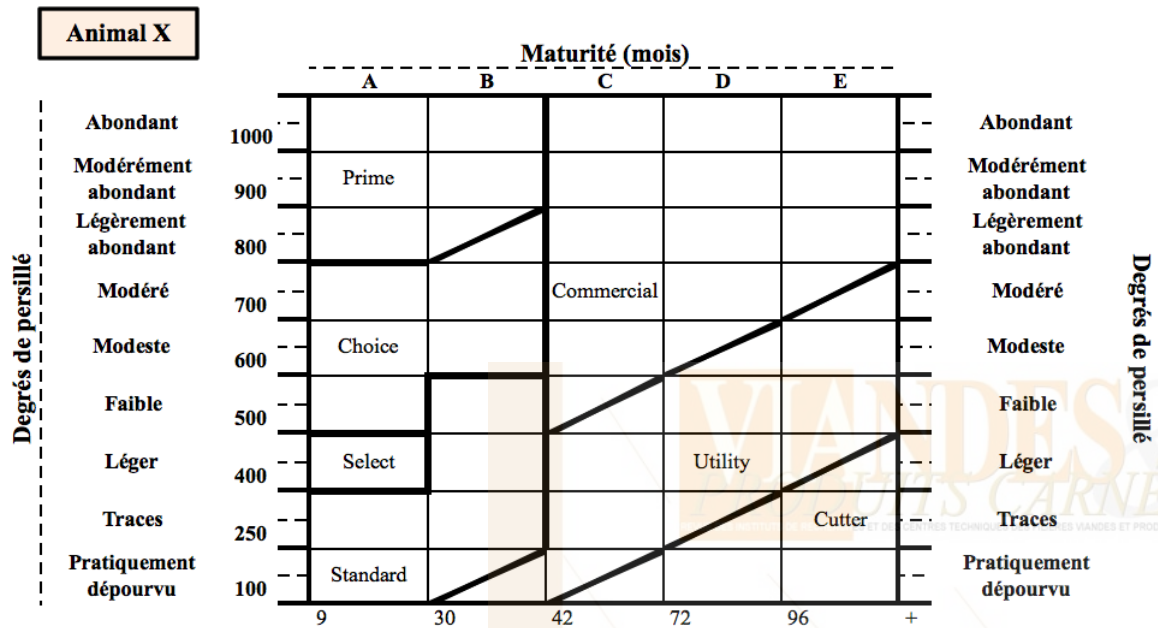
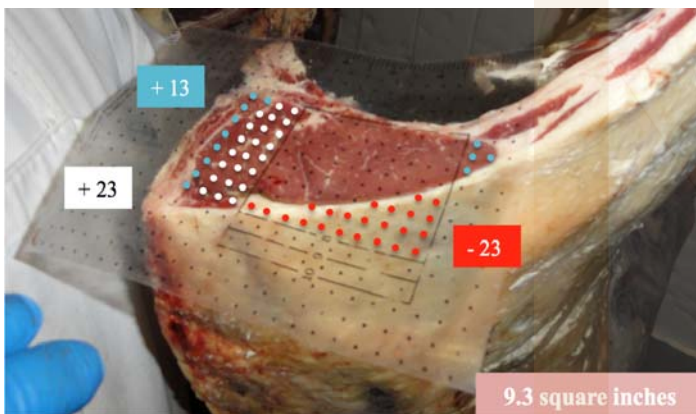


Figure 6 : Exemples de la représentation de la méthode d'évaluation de la taille du faux-filet pour deux animaux différents



Légende :

- Points dans le carré mais hors du faux-filet
- Points dans le faux-filet mais hors du carré et correspondant au nombre de points dans le carré mais hors du faux-filet
- Points supplémentaires dans le faux-filet mais hors du carré

I.3. Analyses statistiques

Pour déterminer si la distribution des variables étudiées est normale, nous avons utilisé le test de normalité de Shapiro.

Pour les variables normales, nous avons utilisé des tests paramétriques tels que le test de Student pour mettre en évidence les différences significatives entre les moyennes des deux races étudiées.

Pour les variables dont la distribution n'est pas normale, nous avons comparé les deux races étudiées avec le test de

Mann et Whitney qui met en évidence les différences significatives entre les médianes.

Ensuite, nous nous sommes intéressés à l'étude des corrélations entre les quatre variables quantitatives composant la note de rendement de carcasse. Pour cela, nous avons établi une matrice de corrélation selon le coefficient de Pearson et avons utilisé la table correspondante.

II. RESULTATS

II.1. Quelle que soit la race, une viande « très tendre » selon les critères de l'USDA

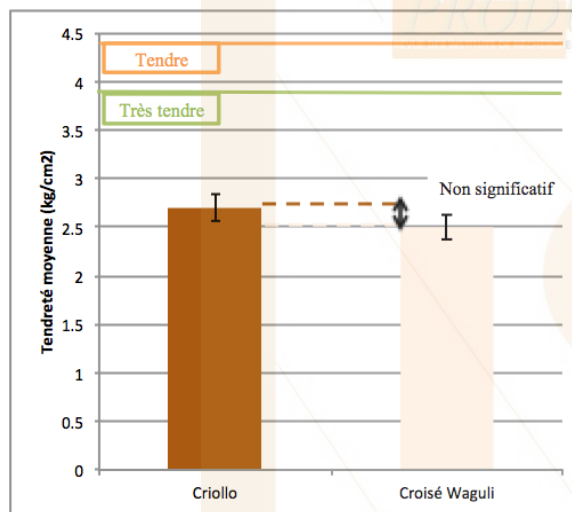
Pour les bœufs de race Criollo, la note moyenne de tendreté était 2,7 kg/cm² avec un minimum de 1,8 et un maximum de 4,6. Pour les bœufs croisés Waguli, la moyenne était de 2,5 kg/cm² avec un minimum de 2,1 et un maximum de 3,6. Globalement, 95,8% des bœufs ont été notés « très tendre » alors que seulement 4,2% des animaux, soit un seul bœuf Criollo n'a pas produit une viande très tendre.

D'après le test de normalité de Shapiro et pour un niveau alpha 0,05, la population n'est pas distribuée normalement

(p-value = 0.04). Cela est dû à la valeur extrême du bœuf Criollo 1007. En effet, si cet animal était mis de côté, la p-value obtenue était de 0.48.

D'après le test de Mann et Whitney, la différence entre les médianes de la tendreté entre les deux races était non significative bien que la médiane des bœufs Criollo était plus élevée que celle des bœufs croisés Waguli. La tendreté n'était donc pas différente selon les races (Figure 7).

Figure 7 : Comparaison de la note moyenne de tendreté en fonction de chaque race selon le test de Mann et Whitney et selon les normes de tendreté de l'USDA

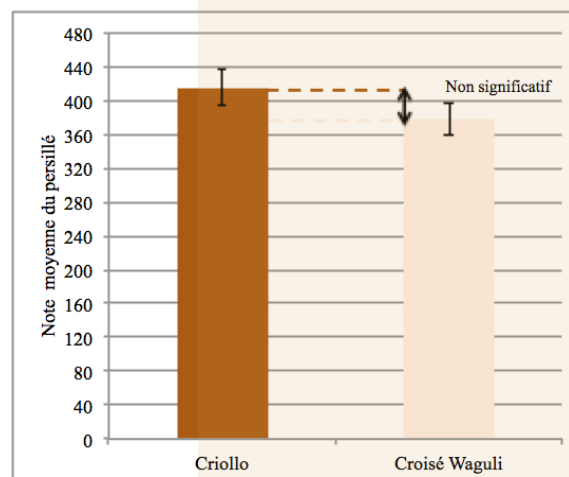


II.2. Des notes de qualité de la carcasse semblables pour les deux races

La moyenne de la note de persillé pour les bœufs Criollo était de 415 avec un minimum de 250 et un maximum de 580. Pour les bœufs croisés Waguli, la moyenne était de 378 avec un minimum de 250 et un maximum de 480. Les bœufs Criollo avaient donc un persillé plus important que les bœufs croisés Waguli.

D'après le test de normalité de Shapiro, la population était normalement distribuée (p-value = 0.32). Selon le test de Student, la différence observée entre les moyennes était non significative (p-value de 0,48). Nous avons donc conclu que le persillé ne variait pas selon la race (Figure 8).

Figure 8 : Comparaison de la note moyenne de persillé en fonction de chaque race et selon le test de Student



II.3. Des notes de rendement de carcasse plus élevées pour les bœufs de race Criollo

La note de rendement de carcasse moyenne des bœufs de race Criollo était de 2,19 avec un minimum de 1,65 et un maximum de 2,71 et la note de rendement de carcasse moyenne des bœufs croisés Waguli était de 1,84 avec un minimum de 1,62 et un maximum de 2,18.

D'après le test de normalité de Shapiro, la population était normalement distribuée (p-value = 0.13). D'après le test de Student, la différence observée entre les moyennes était significative (p-value = 0,02). La note de rendement de carcasse était donc différente selon les races (Figure 9).

Par ailleurs, l'étude de chaque variable composant l'équation de la note de rendement montrait que l'épaisseur de gras, le poids de carcasse, le % de gras autour et à l'intérieur du rein, pelvis et cœur (% KPH, Kidney Pelvic Heart) et la taille du faux-filet ne variaient pas selon la race (Tableau 1).

L'analyse des corrélations existant entre les différents composants de l'équation de la note de rendement de

carcasse montrait qu'il existait une corrélation faible positive mais non significative entre l'épaisseur de gras et le poids de carcasse ainsi qu'avec la taille du faux-filet, la première étant la plus faible de toutes les corrélations. Le poids de carcasse et la taille du faux-filet présentaient une corrélation qui était significativement positive. Il n'y avait pas de corrélation entre le poids de carcasse et le % KPH car la valeur était proche de 0. Toutes les autres corrélations avec le % KPH étaient faibles et négatives, ce qui montrait que ces variables variaient en sens opposé. Lorsque l'épaisseur de gras augmentait au sein de l'échantillon, le poids de carcasse et la taille du faux-filet augmentaient alors que le % KPH diminuait. Lorsque le poids de carcasse augmentait, la taille du faux-filet augmentait fortement. Enfin, lorsque la taille du faux-filet augmentait, le % KPH diminuait (Figure 10).

Figure 9 : Comparaison de la note moyenne de rendement en fonction de chaque race et selon le test de Student

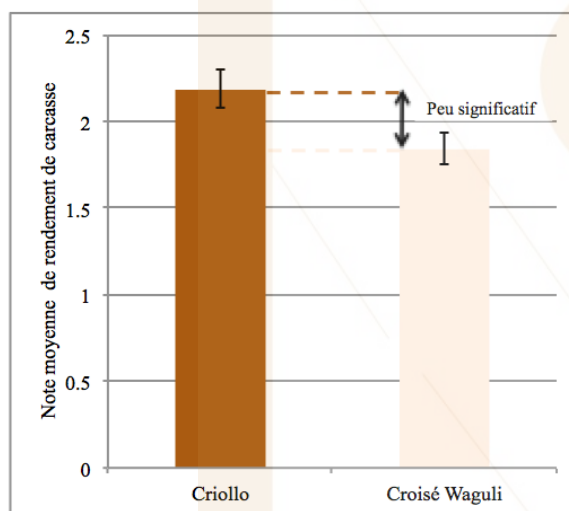
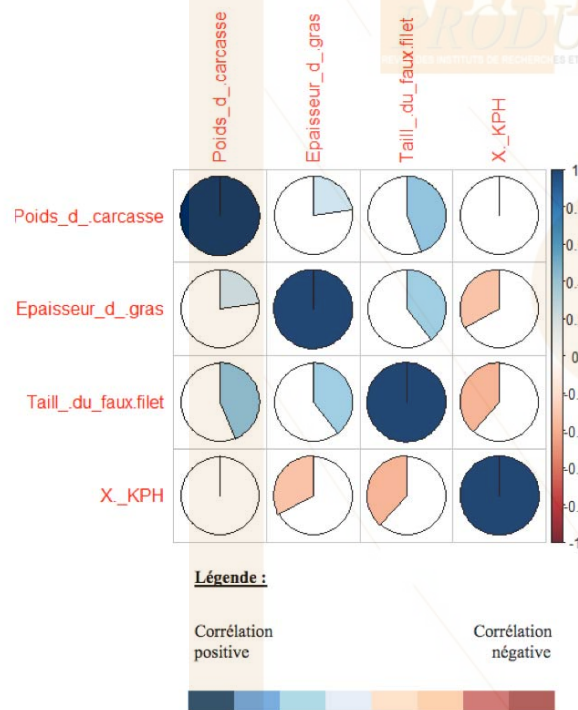


Tableau 1 : Etude statistique des variables composant la note de rendement de carcasse

	Epaisseur de gras		Poids de carcasse		% de gras autour et intérieur rein, pelvis et cœur		Taille du faux-filet	
Moyenne (Criollo / croisé Waguli)	0.22 cm	0.14 cm	228.1 kg	218.6 kg	2.03%	2%	9.96 square inches	10.14 square inches
Min / Max (Criollo / croisé Waguli)	0.1 / 0.5	0.1 / 0.2	205.9 / 259.9	199.1 / 255.4	1 / 3	2 / 2	8.7 / 11	9.8 / 10.5
Test de normalité de Shapiro (alpha = 0,05)	Population non normale		Population non normale		Population non normale		Population normale	
Test de Student (si pop normale)	/		/		/		p-value = 0.82	
Test de Mann et Whitney (si pop non normale)	p-value = 0.28		p-value = 0.16		p-value = 0.84		/	
Conclusion statistique	Médiane Criollo = Médiane croisé Waguli		Médiane Criollo = Médiane croisé Waguli		Médiane Criollo = Médiane croisé Waguli		Moyenne Criollo = Moyenne croisé Waguli	
Conclusion générale	Epaisseur de gras non différente selon les races		Poids de carcasse non différent selon les races		% de gras non différent selon les races		Taille du faux-filet non influencée par la race	

Figure 10 : Matrice de corrélation de la note de rendement de carcasse et sa représentation graphique

Variables corrélées étudiées		Coefficient de corrélation	Type de corrélation
Épaisseur de gras	Poids de carcasse	0.225	Non significatif
	Taille du faux-filet	0.392	P < 0.10 (tendance)
	% KPH	- 0.329	Non significatif
Poids de carcasse	Taille du faux-filet	0.438	P < 0.05 (significatif)
	% KPH	- 0.009	Non significatif
Taille du faux-filet	% KPH	- 0.384	P < 0.10 (tendance)



III. DISCUSSION

III.1. L'échantillonnage et les tests mis en place

Cette étude comptait 79,2% de bœufs de race Criollo et 20,8% de bœufs de race croisé Waguli. La représentativité de chaque race n'est donc pas égale, mais cet élément a été pris en compte dans les tests statistiques. Par ailleurs, il aurait été intéressant d'avoir 50% d'animaux âgés de moins de 30 mois et 50% de plus de 30 mois afin d'analyser le critère de l'âge également. Cependant, ce n'était pas l'un des objectifs de notre étude. A l'avenir, il pourrait aussi être intéressant d'utiliser des animaux croisés Criollo pour vraiment étudier l'impact de cette race sur la qualité de la

viande. Concernant la maturation de la viande, la durée idéale est de deux semaines (Marzin *et al.*, 2011). En effet, si les carcasses restent quatre semaines dans les frigos de l'université, la tendreté augmente, mais la qualité sanitaire se dégrade. L'objectif d'une maturation de la viande de 2 semaines a été atteint pour la majeure partie des animaux, bien que dans notre étude, pour les tests de tendreté et la notation des carcasses, la durée de maturation n'ait pas toujours été la même (2 à 4 semaines).

III.2. Les résultats

III.2.1. La tendreté de la viande

Seul un bœuf Criollo a été trouvé non tendre (4,6 kg/cm²), ce qui peut s'expliquer par le fait qu'il était utilisé dans les entraînements pour les rodéos lorsqu'il était au ranch de la Jornada au Nouveau-Mexique.

Les bœufs de race croisé Charolais x Friesian dont le mode d'alimentation se rapproche le plus de celui de notre étude présentent une tendreté de 4,1 kg/cm² (Keane et Allen, 1998). Dans cette même étude, des jeunes taureaux, avaient un mode d'alimentation de type intensif se rapprochant plus

de celui des feedlot et la tendreté de leur viande était de 4,8 kg/cm². Par ailleurs, la tendreté de 8 bœufs Criollo et 4 bœufs croisés élevés dans les mêmes conditions que le projet actuel a été étudiée et la tendreté moyenne était respectivement de 2,7 kg/cm² pour les premiers et de 2,5 kg/cm² pour les seconds (Audoin, 2013). Ces résultats sont comparables à ceux obtenus dans notre étude et montrent que la viande des animaux du ranch est particulièrement tendre et que les animaux de ces deux races parviennent bien

III.2.2. La note de qualité de la carcasse

La grille utilisée ne correspond pas parfaitement aux possibilités des animaux élevés au pâturage car pour des animaux dont l'âge est compris entre 30 et 42 mois, il leur est impossible d'obtenir la catégorie « select » et il leur est plus difficile d'obtenir « choice » dans la mesure où est attendu un degré de persillé plus élevé. Selon l'USDA, seulement 50% de la viande bovine est de type « choice » et 2% de type « select » (Source : USDA). De plus, les animaux nourris au grain ont souvent des notes plus élevées. Les animaux nourris au pâturage ont en effet besoin de plus de temps pour pouvoir être finis et abattus et il est donc rare d'avoir de tels animaux jeunes d'âge inférieur à 30 mois, ce qui n'implique pas que leur viande soit de moins bonne qualité. La grille n'est simplement pas tout à fait adaptée à ce type de production et le Ministère de l'Agriculture Américain devrait mettre en place une grille adaptée aux animaux de type « grassfed », c'est-à-dire nourris à l'herbe. Les résultats seraient ainsi plus justes et plus équitables pour les producteurs de ce type de viande. En effet, il est courant d'avoir des questions des consommateurs sur la note de qualité de la viande de l'animal qu'ils achètent, ainsi formulées : « Est-ce que votre viande est de type prime ou choice ? ». Or au vu des critères de l'USDA actuels, il est rare d'avoir des animaux de type grassfed correspondant à cette catégorie, sauf peut-être s'ils sont âgés de moins de 30 mois.

L'audit national de qualité de la viande américaine de 2011 (Moore et al., 2011), a étudié la qualité de la viande de 9 802 animaux issus de feedlot donc alimentés au grain. Il en résulte que 63,7% sont des bœufs et 92,8% sont de maturité

III.2.3. La note de rendement de carcasse

L'épaisseur de gras moyen autour du faux-filet est en général de 0,5 cm avec un minimum de 0 et un maximum de 1,6 cm (Moore et al., 2011). Dans notre étude, l'épaisseur de gras moyen des bœufs Criollo et Waguli était de 0,22 et 0,14 cm respectivement avec un minimum de 0,1 et un maximum de 0,5 cm. Les animaux issus de feedlot produisent donc plus de deux fois plus de gras externe que les animaux nourris au pâturage. Cela est notamment dû à l'alimentation à base de grain.

Le pourcentage de gras autour et à l'intérieur du rein, pelvis et cœur est en général compris entre 1,5 et 4,0% pour les animaux engraisés et finis au grain (Université de Tennessee, 2013) avec une moyenne de 2,3, un minimum de 0 et un maximum de 5 (Moore et al., 2011).

Dans notre étude, la moyenne est de 2% pour les deux races avec des valeurs allant de 1 à 3%. Ces observations confirment que, en général, les animaux alimentés au pâturage présentent moins de gras interne, autour de ces organes que ceux alimentés au grain.

Pour les bovins alimentés au grain, la taille du faux-filet est comprise entre 11 et 15 square inches soit 71 cm² et 97 cm² (Université de Tennessee, 2013) avec une moyenne de 13,8 square inches, un minimum de 7,8 et un maximum de 23,0 (Moore et al., 2011). Pour les bovins élevés au pâturage

à valoriser leur environnement. De plus, la race Waguli ayant été créée sur des critères de tendreté, cette particularité génétique semble donc vérifiée. Nous pouvons également conclure que la race Criollo produit de la viande très tendre puisque si l'on prend en compte les deux études, la viande de 26 animaux sur 27 a été classée très tendre. Ces données contribuent à infirmer l'hypothèse selon laquelle les animaux alimentés au pâturage produiraient une viande nécessairement moins tendre que ceux alimentés au grain.

A, c'est-à-dire des animaux dont l'âge est inférieur à 30 mois. La moyenne de note de persillé obtenue est de 440 avec un minimum de 100 et un maximum de 960. Dans notre étude, la moyenne de la note de persillé pour les bœufs Criollo est de 415 avec un minimum de 250 et un maximum de 580. Pour les bœufs croisés Waguli, la moyenne est de 378 avec un minimum de 250 et un maximum de 480. Les bœufs Criollo ont donc un persillé proche des animaux issus de feedlot. Ces derniers ont une valeur de persillé minimum plus faible même si ce sont des animaux jeunes mais qui ont la possibilité d'atteindre des valeurs de persillé très importantes. Ainsi, nous pouvons conclure que la race Criollo produit de la viande avec un persillé important et cela même pour des animaux alimentés à l'herbe. Les animaux de cette race sont donc capables de valoriser leur environnement efficacement et présentent probablement de bonnes dispositions génétiques pour le persillé. Par ailleurs, la différence de persillé observée entre les deux races de mon étude n'était pas significative.

Les températures élevées peuvent favoriser un meilleur « persillé » de la viande et un plus fort dépôt de gras en interne plutôt qu'au niveau sous-cutané (Mader et al., 2004 ; Nardone et al., 2006). Ces conditions climatiques sont présentes au « 47 Ranch » et cela peut en partie expliquer les bonnes valeurs de persillé obtenues par les animaux de notre étude. De plus, les bœufs de race Criollo sont connus pour déposer davantage de gras intramusculaire que les races de type européen qui déposent du tissu adipeux plutôt en externe (Herring, 2009).

de notre étude, la taille du faux-filet est systématiquement inférieure à 11 square inches. Les animaux de feedlot produisent donc un faux-filet plus large mais cela est notamment dû à leur poids d'abattage plus important. En effet, la moyenne de leur poids de carcasse est de 322,4 kg avec un minimum de 140 kg et un maximum de 545 kg alors que pour les Criollos de notre étude, le poids moyen était de 228,1 kg (minimum de 202,3 kg et maximum de 259,9 kg) et que pour les croisés Waguli, le poids moyen est de 218,6 kg (minimum de 199,1 kg et maximum de 255,4 kg). Par ailleurs, pour les animaux issus des feedlot, la forme du faux-filet est plus carrée que pour les animaux issus du pâturage. Quant au poids vif, les Criollo pesaient en moyenne 432,4 kg et les croisés Waguli 435,3 kg contre seulement 366 kg pour des bœufs d'une autre étude avec un mode de conduite d'élevage semblable (Keane et Allen, 1998).

La note de rendement de carcasse est donnée sur une échelle allant de 1 et 5. Plus cette note est faible, plus il y a de viande sur la carcasse. La note de rendement de carcasse moyenne pour les animaux issus de feedlot est en général de 2,9 avec un minimum de 0,2 et un maximum de 7,1 (Moore et al., 2011). Pour les bœufs Criollo de notre étude, la note de rendement de carcasse moyenne est de 2,19 avec un

minimum de 1,65 et un maximum de 2,71 et pour les bœufs croisés Waguli, la note de rendement de carcasse moyenne est de 1,84 avec un minimum de 1,62 et un maximum de 2,18. Les animaux issus de feedlot ont donc moins de viande maigre sur la carcasse que les animaux nourris au pâturage. Cela s'explique par le fait que ces animaux ont plus de gras externe, de l'ordre de 0,5 cm en moyenne. D'après la note de rendement de carcasse, les bœufs croisés Waguli produisent plus de viande sur leur carcasse que les bœufs Criollo. La note de rendement est plus élevée pour les bœufs de race Criollo car leur épaisseur de gras autour du faux-filet est en

CONCLUSION

Cette étude avait comme objectifs principaux de répondre aux deux questions suivantes : d'une part, la viande d'animaux nourris à l'herbe diffère-t-elle des caractéristiques de la viande décrites pour les animaux nourris au grain et d'autre part, la viande de Criollo a-t-elle des caractéristiques qui diffèrent de celle des bovins de type croisé Waguli ?

Les différents résultats obtenus montrent que les animaux nourris au pâturage présentent un poids vif moins important que les animaux nourris au grain car leur croissance est plus lente et qu'ils ont donc besoin de plus de temps pour atteindre le même poids vif. Toutefois, les animaux de notre étude avaient un poids vif plus élevé que des animaux d'autres études avec un mode de conduite d'élevage semblable. Cela montre donc qu'ils sont capables de valoriser leur environnement difficile de manière efficace et qu'ils sont donc adaptés à leur milieu.

Par ailleurs, les animaux de notre étude présentaient une tendreté de viande exceptionnelle, qui est supérieure à celle des animaux nourris au grain ou d'autres races nourries à l'herbe. Ainsi, nous pouvons conclure que dans nos conditions d'observations, la race Criollo et la race croisé Waguli produisent de la viande d'une très bonne tendreté. Cela peut donc être considéré comme une de leurs caractéristiques génétiques. Concernant la note de qualité de la carcasse, les animaux de notre étude présentaient un persillé moins important que les animaux nourris au grain. Cela est en partie dû au type d'alimentation, mais également à l'âge d'abattage. Pour la note de rendement de carcasse, les animaux nourris au pâturage produisent en général plus de viande maigre en fonction du poids de carcasse que ceux alimentés au grain qui développent plus de gras externe. Les deux races que nous avons étudiées savent donc valoriser de manière efficace leur environnement et présentes de bonnes dispositions génétiques concernant la qualité de la viande.

Les différents résultats obtenus montrent que la différence de tendreté est non significative entre les deux races, ce qui signifie que la race Criollo possède une bonne prédisposition génétique pour ce critère, car la race Waguli a été grandement sélectionnée sur sa tendreté. Pour le persillé, il n'y a pas de différence significative entre les deux races. Pour la note de rendement de carcasse, elle est significativement plus élevée pour les Criollo. Les bœufs de

moyenne supérieure de 0,08 cm par rapport à celle des bœufs croisés Waguli ; et ce critère est un facteur important dans l'équation déterminant la note de rendement de carcasse.

En fin de compte, les producteurs utilisent davantage la note de rendement de carcasse que les consommateurs. En effet, pour les producteurs, cette note est un bon indicateur de la valeur de leurs animaux. Les consommateurs sont de leur côté plus familier avec la note de qualité de carcasse qui est utilisée pour estimer la palatabilité de la viande.

Le bœuf croisé Waguli produit donc plus de viande maigre que les Criollo.

Enfin, l'une des intentions de cette étude, qui avait été soulevée par l'éleveur Dennis Moroney, est de vérifier ou valider que la race bovine Criollo est la race la plus appropriée pour la production de viande dans le désert du Sud-Ouest des Etats-Unis. Au vu des résultats obtenus, cette race semble être une très bonne candidate car elle présente de nombreux atouts au niveau de la qualité de la viande mais, elle semble surtout très adaptée à l'environnement semi-aride du ranch. En effet, elle est capable de produire une viande de qualité tout en respectant son environnement par un comportement de pâturage différent de celui des races européennes. Même si cet aspect n'a pas été abordé dans notre projet, j'ai pu observer sur le terrain, que ces animaux ont la particularité de se déplacer beaucoup et sur de longues distances dans les terres afin de s'alimenter et de s'abreuver. De plus, ils consomment de nombreuses et diverses plantes présentes sur les parcelles, qu'elles soient sèches ou fraîches. Ainsi, ils abiment moins le terrain qui est parfois fragile dans ce milieu désertique et valorisent au mieux leur environnement.

Finalement, malgré sa grande tendreté, la race Waguli ne possède souvent pas beaucoup de persillé et nécessiterait une finition au grain pour optimiser ce critère ; ce dont n'a pas besoin la race Criollo. Par ailleurs, de par ses origines géographiques, la Criollo est plus adaptée au Sud des Etats-Unis et le Nord du Mexique que ne peut l'être la Waguli. Les animaux Criollo sont également très dociles et présentent de très bonnes qualités maternelles contrairement à la race Waguli qui ne possède pas de telles dispositions. Enfin, les animaux adultes Waguli sont d'un gabarit plus important et ne semblent donc pas être les plus adéquats pour les états du Sud des Etats-Unis et du Nord du Mexique affectés actuellement par la sécheresse.

N.B. : Les résultats de cette étude vont être utilisés par l'USDA-ARS Jornada Experimental Range et les scientifiques de l'Université du Nouveau-Mexique qui travaillent sur l'adaptabilité de la race Criollo à la sécheresse et par Gary Nabhan -célèbre auteur américain- dans son livre sur la durabilité.

Remerciements :

L'auteur remercie vivement Deb et Dennis Moroney de la Cross U Cattle Company / 47 Ranch pour le co-financement de ce projet, la participation à l'étude par l'utilisation de leurs animaux notamment et leur importante implication ; Gary Nabhan de l'Université d'Arizona pour le co-financement de ce projet ; John Marchello, Samuel Garcia, Crystal Carr, et tout le personnel du laboratoire de sécurité alimentaire (Food Product and Safety Lab) de l'Université d'Arizona pour la mise à disposition du matériel et des méthodes, leur aide dans l'utilisation des méthodes pour l'évaluation de la qualité de la viande et Alfredo Gonzales de l'USDA-ARS Jornada Experimental Range au Nouveau-Mexique pour les différents éléments transmis et pour la visite du ranch possédant le troupeau de Criollo le plus important des Etats-Unis.

Références :

Audoin F. (2013). Comparison of meat tenderness between northern European type crossbred cattle (from northern Europe) and Criollo cattle (from the North of Africa and Spain) using the Warner-Bratzler Shear Force test. Pre-optional internship, VetAgro Sup: 1-2.

Bjorklund E.A., Heins B.J., DiCostanzo A., Chester-Jones H. (2014). Fatty acid profiles, meat quality, and sensory attributes of organic versus conventional dairy beef steers. *Journal of Dairy Science*, 97, 3, 1828–1834.

Bruns K.W., Wulf D.M., Pritchard R.H. (2000). Steps for Warner-Bratzler Shear Force Assessment of Cooked Beef Longissimus Steaks at South Dakota State University, 72-78.

Darrell J.P. (2007). Tough Criollo a Solution in Dry Times? *Albuquerque Journal*, 1.

Halladay K. (2013). USDA sets beef tenderness standards. *Livestock Journal*, 15.

Herring A.D. (2009). Genetic aspects of marbling in beef carcasses. Department of Animal Science, Texas A&M University, 10-22.

Keane M.G., Allen P. (1998). Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Science*, 56, 3, 203–214.

Mader T.L., Davis M.S. (2004). Effect of management strategies on reducing heat stress of feedlot cattle: feed and water intake. *Journal of Animal Science*, 82, 10, 3077–3087.

Martínez A.M., Gama L.T., Cañón J., Ginja C., Delgado J.V., Dunner S., Landi V., Martín-Burriel I., Cecilia M., Penedo T., Rodellar C., Vega-Pla J.L., Acosta A., Alvarez L.A., Camacho E., Cortés O., Marques J.R., Martínez R., Martínez R.D., Melucci L., Martínez-Velázquez G., Muñoz J.E., Postiglioni A., Quiroz J., Sponenberg P., Uffo O., Villalobos A., Zambrano D., Zaragoza P. (2012). Genetic footprints of Iberian cattle in America 500 years after the arrival of Columbus. *Plos One*, 7, 11, 1-13.

Marzin V., Tribot Laspiere P., Turin F., Denoyelle C. (2011). Tendreté de la viande bovine : gestion de la maturation de 9 muscles. *Rencontre Recherche Ruminants*, 185-188.

Moore M.C., Gray G.D., Hale D.S., Kerth C.R., Grif D.B., Savell, J.W., Raines C.R., Belk K.E., Woerner D.R., Tatum J.D., Igo J.L., VanOverberke D.L., Ma G.G., Lawrence T.E., Delmore R.J., Christensen L.M., Shackelford S.D., King D.A., Wheeler T.L., Meadows L.R., O'Connor M.E. (2011). Cooler Assessment. *National Beef Quality Audit*, 10-28.

Nardone A., Ronchi B., Lacetera N., Bernabucci U. (2006). Climatic effects on productive traits in livestock. *Veterinary Research Communications*, 30, 1, 75–81.

Price D.K., Price J.W. (2013). Tenderness: it's in the genes. *Animal Production Science*, 1.

Rocho-Estrada J., Fredrickson E.L., Bezanilla-Enriquez G., Peinetti H.R., Gonzales A.L., Rios J. (2008). A comparison of grazing behavior between desert adapted Mexican Criollo cattle and temperate British breeds using two diverse landscapes in New Mexico and Chihuahua. *Society for Range Management, Building Bridges: Grasslands to Rangelands*, 2379.

The National Drought Mitigation Center. U.S. Drought Monitor Map Archive, [En ligne]. <http://droughtmonitor.unl.edu/MapsAndData/MapArchive.aspx>

United States Department of Agriculture – Agricultural Marketing Service. Grading, Certification and Verification, [En ligne]. <http://www.ams.usda.gov>

Wheeler T.L., Shackelford S.D., Koohmaraie M. (2005). Shear Force Procedures for Meat Tenderness Measurement, 1-7.

Wikipedia. Mousson nord-américaine, [En ligne]. http://fr.wikipedia.org/wiki/Mousson_nord-américaine