

HUNG NGUYEN DUC

**UTILISATION DES FEUILLES DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA*
DANS LES ALIMENTS POUR POULETS DE CHAIR.**

Mémoire
présenté
à la Faculté des études supérieures
de l'Université Laval
pour l'obtention
du grade de maître ès sciences (M. Sc.)

Département des sciences animales
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
UNIVERSITÉ LAVAL

AVRIL 2000

© Hung Nguyen Duc, 2000



National Library
of Canada

Acquisitions and
Bibliographic Services

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Acquisitions et
services bibliographiques

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file *Votre référence*

Our file *Notre référence*

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-48945-0

Canada

AVANT-PROPOS

L'auteur tient à remercier le Département des sciences animales de la Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Université Laval pour les ressources humaines et matérielles mises à sa disposition lors de la réalisation de ce travail.

L'auteur désire exprimer sa reconnaissance et sa gratitude les plus sincères au Dr Michel R. Lefrançois, directeur de ce mémoire pour l'aide, le support et les conseils judicieux apportés tout au long de ce travail de recherche.

La collaboration du personnel du Département des sciences animales fut indispensable à la réussite de ce travail. Des remerciements sincères s'adressent à M. Pierre Castonguay, M. Lucien Marois et M. Richard Prince pour leurs conseils, leur disponibilité et leur aide technique lors de la phase expérimentale. L'auteur tient à remercier Mme France Picard, M. André Roy et M. Jean Bricault pour leur aide technique au cours de sa phase expérimentale et des analyses de laboratoire. L'auteur remercie aussi M. Gilles Goulet pour son aide et ses conseils au cours de la préparation expérimentale.

L'aide financière apportée par l'Agence Canadienne de Développement International via son Programme Canadien de Bourses de la Francophonie, le Fonds de soutien à la maîtrise et l'aide apportée par la Faculté des Études Supérieures furent grandement appréciés par l'auteur. L'auteur tient à remercier ces organismes.

Finalement, l'auteur tient à remercier sincèrement tous ses amis et les membres de sa famille qui l'ont soutenu durant toute la durée de ses études au Canada.

RÉSUMÉ

Deux expériences ont été menées pour déterminer les effets de l'incorporation aux aliments de farine de feuilles de *Leucaena* (FFL), de farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau (FFLT) et de FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sur les performances zootechniques des poulets de chair, le rendement et la qualité de la carcasse des poulets de chair abattus à six semaines d'âge. Dans le premier essai, 0, 3, 6, 9 ou 12% de FFL et 9% de FFLT ont été incorporés aux aliments en remplacement d'une partie du tourteau de soya et du gluten de maïs. Dans le deuxième essai, les aliments contenaient soit 0% de FFL avec (0,5%) ou sans $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, soit 4% ou 8% de FFL non traitées, trempées dans l'eau ou supplémentée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Dans le premier essai, la prise alimentaire, le gain de poids et l'efficacité alimentaire diminuaient ($P < 0,001$) avec l'augmentation du taux de FFL. Il n'y a eu aucune différence ($P > 0,05$) pour la prise alimentaire, le gain de poids et l'efficacité alimentaire ainsi que pour le poids du gras intra-abdominal entre les traitements contenant 9% de FFL et 9% FFLT. Dans le deuxième essai, le gain de poids et l'efficacité alimentaire des oiseaux ont diminué avec l'augmentation du taux de FFL peu importe le type de traitement de la farine. La prise alimentaire n'était pas influencée ($P > 0,05$) par le taux de la FFL, ni par le taux de la FFLT et celui de la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Le gain de poids et la prise alimentaire ont été améliorés avec la FFLT par rapport à la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ($P < 0,05$). Les traitements alimentaires n'ont pas affecté significativement ($P > 0,05$) la déposition du gras intra-abdominal.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	ii
RÉSUMÉ.....	iii
TABLE DES MATIÈRES.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
LISTE DES ANNEXES.....	x
INTRODUCTION.....	1
Hypothèse de recherche.....	3
Objectifs de recherche.....	3
CHAPITRE 1- REVUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS.....	4
1.1 Provenance, composition chimique et valeur nutritive des feuilles de <i>Leucaena</i>	4
1.1.1 Provenance et distribution.....	4
1.1.2 Composition chimique et valeur nutritive.....	6
1.1.2.1 Composition chimique et facteurs l'influençant	6
1.1.2.1.1 Protéines.....	6
1.1.2.1.2 Minéraux.....	8
1.1.2.1.3 Pigments et caroténoïdes	9
1.1.2.1.4 Fibres	10
1.1.2.1.5 Facteurs antinutritionnels.....	11
1.1.2.2 Valeur nutritive.....	11
1.1.3 Composition chimique et la valeur nutritive du <i>Leucaena</i> récolté au Vietnam.....	13

1.2 Facteurs antinutritionnels contenus dans <i>Leucaena</i>	14
1.2.1 Mimosine et 3-hydroxy-4(1H)-pyridone (DHP)	14
1.2.1.1 Facteurs influençant la teneur en mimosine	14
1.2.1.2 Effets toxiques de la mimosine sur les animaux	16
1.2.1.3 Mécanisme de toxicité de la mimosine	18
1.2.1.4 Formation et effets toxiques de la DHP sur les animaux	22
1.2.2 Tanins	23
1.2.3 Inhibiteur de la trypsine	24
1.2.4 Gomme de galactane	24
1.2.5 Saponine	25
1.2.6 Flavones	25
1.2.7 Hémagglutinines	25
1.3 Approches pour limiter la toxicité de la mimosine	25
1.4 Potentiel d'utilisation de <i>Leucaena</i>	28
1.4.1 Production de fourrage de <i>Leucaena</i>	28
1.4.2 Potentiel d'utilisation de <i>Leucaena</i> dans les aliments pour animaux	29
1.5 Résultats de l'utilisation de <i>Leucaena</i> chez les oiseaux	32
1.5.1 Utilisation de <i>Leucaena</i> chez les poulets	32
1.5.1.1 Utilisation des feuilles de <i>Leucaena</i>	32
1.5.1.1.1 Utilisation des feuilles brutes	32
1.5.1.1.2 Utilisation des feuilles trempées dans l'eau	35
1.5.1.1.3 Utilisation des feuilles traitées chimiquement	36
1.5.1.2 Utilisations des graines de <i>Leucaena</i>	36
1.5.2 Utilisation de <i>Leucaena</i> chez la poule pondeuse	38
1.5.3 Utilisation de <i>Leucaena</i> pour les animaux au Vietnam	39
1.6 Conclusion	40
1.7 Liste des ouvrages cités	41

CHAPITRE 2- UTILISATION DES FEUILLES DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA*

DANS LES ALIMENTS POUR POULETS DE CHAIR	56
---	----

2.1 Résumé	56
2.2 Introduction	57
2.3 Matériel et méthodes	58
2.3.1 Expérience 1	58
2.3.2 Expérience 2	62
2.3.3 Analyses chimiques	65
2.3.4 Analyses statistiques	65
2.4 Résultats et discussion	66
2.4.1 Expérience 1	66
2.4.2 Expérience 2	86
2.4.3 Conclusions	103
2.5 Liste des ouvrages cités	104

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	Comparaison des teneurs en acides aminés du tourteau de soja, de la farine de poisson, de la luzerne et des feuilles de <i>Leucaena</i>	12
Tableau 2.1a	Composition des rations de démarrage pour l'Expérience 1.....	60
Tableau 2.1b	Composition des rations de finition pour l'Expérience 1	61
Tableau 2.2a	Composition des rations de démarrage pour l'Expérience 2.....	63
Tableau 2.2b	Composition des rations de finition pour l'Expérience 2	64
Tableau 2.3	Effets du taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur la prise alimentaire (g/période) des poulets à griller (Expérience 1)	67
Tableau 2.4	Effets du taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur le gain de poids (g/période) des poulets à griller (Expérience 1)	72
Tableau 2.5	Effets du taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur l'efficacité alimentaire (g de gain de poids /g d'aliment) des poulets à griller (Expérience 1)	75
Tableau 2.6	Effets du taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur le poids du foie et du gras intra-abdominal des poulets à griller (Expérience 1).....	78

Tableau 2.7	Effets du taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur le poids final, le poids de la carcasse et le rendement en viande des poulets à griller (Expérience 1).....	81
Tableau 2.8	Effets du taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur l'énergie métabolisable de la ration chez des poulets à griller (Expérience 1)	83
Tableau 2.9	Effets du type de traitement de la farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur la prise alimentaire (g/période) des poulets à griller (Expérience 2).....	88
Tableau 2.10	Effets du type de traitement de la farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur le gain de poids (g/période) des poulets à griller (Expérience 2)	91
Tableau 2.11	Effets du type de traitement de la farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur l'efficacité alimentaire (g de gain de poids / g d'aliment) des poulets à griller (Expérience 2)	94
Tableau 2.12	Effets du type de traitement de la farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur le poids du foie et du gras intra-abdominal des poulets à griller (Expérience 2)	96
Tableau 2.13	Effets des types de traitement de la farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur le poids final, le poids de la carcasse et le rendement en viande des poulets à griller (Expérience 2).....	99
Tableau 2.14	Effet du type de traitement de la farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur l'énergie métabolisable de la ration chez des poulets à griller (Expérience 2).....	101

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1	Structure chimique de la mimosine	18
Figure 1.2	Formation d'un complexe entre la mimosine et le phosphate de pyridoxal.....	20
Figure 1.3	Métabolisme de la mimosine	21
Figure 2.1	Prise alimentaire en fonction des taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> (FFL) de 0 à 6 semaines d'âge (Expérience 1)	68
Figure 2.2	Prise alimentaire en fonction des teneurs en mimosine de 0 à 6 semaines d'âge (Expérience 1)	69
Figure 2.3.	Efficacité alimentaire en fonction des teneurs en mimosine de 0 à 6 semaines d'âge (Expérience 1).....	76
Figure 2.4	Pourcentage du foie en fonction des teneurs en mimosine(Expérience 1)	79
Figure 2.5	Teneur en énergie métabolisable en fonction des taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> (Expérience 1)	84
Figure 2.6	Teneur en énergie métabolisable en fonction des teneurs en mimosine (Expériencel)	85

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A	Effet du taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur la prise alimentaire (g/semaine) des poulets à griller (Expérience 1).....	108
ANNEXE B	Effet du taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur le gain de poids (g/semaine) des poulets à griller (Expérience 1).....	109
ANNEXE C	Effet du taux de farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur l'efficacité alimentaire des poulets à griller (Expérience 1).....	110
ANNEXE D	Effet du type de traitement de la farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur la prise alimentaire (g/ semaine) des poulets à griller (Expérience 2)	111
ANNEXE E	Effet du type de traitement de la farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur le gain de poids (g/ semaine) des poulets à griller (Expérience 2)	112
ANNEXE F	Effet du type de traitement de la farine de feuilles de <i>Leucaena</i> sur l'efficacité alimentaire des poulets à griller (Expérience 2).....	113

INTRODUCTION

Le Vietnam est un pays en voie de développement dont l'économie repose essentiellement sur la production agricole. La main-d'œuvre agricole représente plus de 70% de la population active de la société. Cependant, le rendement du travail dans ce secteur est très bas. La valeur de la production agricole ne contribue qu'à environ 30% du revenu total du pays. Le volume annuel de la production agricole est faible. En effet, la production moyenne des céréales convertie en équivalent de riz non décortiqué en 1996 était de 387,7 kg par habitant et celle de viandes de seulement 9,6 kg par habitant, dont 70 à 80% de viande du porc (General Statistical Office-Socialist Republic of Vietnam, 1997). En général, les besoins du peuple en produits d'élevage ne sont pas encore satisfaits à cause de la faible production et du prix de revient élevé comparativement au revenu individuel.

La faiblesse du secteur de l'élevage, y compris l'élevage de volaille, explique la situation décrite ci-haut. En effet, selon les données statistiques de 1996, le Vietnam avait 2,95 millions de buffles, 3,8 millions de bovins, 16,92 millions de porcs, 512,8 milles chèvres et moutons et 151,4 millions de volaille, alors que le nombre d'habitants était d'environ 76 millions (General Statistical Office-Socialist Republic of Vietnam, 1997).

À partir de cette réalité et pour améliorer les conditions d'élevage au Vietnam incluant celles des volailles, il faut développer des méthodes scientifiques d'élevage fondées sur la rationalisation des dépenses investies dans ce domaine. À cet effet, il s'avère opportun d'utiliser les ressources alimentaires disponibles localement en vue de baisser le coût de production.

Une légumineuse, *Leucaena*, dont les feuilles et les graines possèdent des teneurs élevées en protéines, en vitamines et en xanthophylles, lesquelles sont des ingrédients nutritifs importants pour le développement des oiseaux représente une source alternative d'ingrédients alimentaires. Cette plante pousse dans presque toutes les régions du Vietnam et elle est capable de bien croître et de s'acclimater facilement aux différentes zones climatiques vietnamiennes. La production de fourrage et de protéines de *Leucaena* au Vietnam est assez grande. Sous des conditions climatiques normales, cette plante peut produire entre 40,2 à 45,5 tonnes de fourrage vert, soit l'équivalent de 11 à 12 tonnes de matière sèche ou de 2,15 à 3,25 tonnes de protéines brutes par ha par année (Le Hoa Binh et al, 1990). En plus d'être riche en éléments nutritifs, Les feuilles de *Leucaena* ne sont pas consommées par les humains. Ceci élimine toute compétition entre les humains et les animaux. Ce point est très important dans le choix des plantes qui peuvent servir comme aliments pour les animaux, surtout dans le cas d'un pays comme le Vietnam où les besoins alimentaires et nutritionnels des humains ne sont pas encore satisfaits. À cause de ses qualités, on peut espérer utiliser *Leucaena* comme une source protéique dans la ration des animaux tout en diminuant le coût de production des élevages au Vietnam.

Cependant, les feuilles de *Leucaena* contiennent aussi quelques facteurs antinutritionnels. Parmi ceux-ci, on retrouve la mimosine, la saponine, un inhibiteur de trypsine, la gomme de galactane et la flavone qui peuvent causer des effets néfastes sur la croissance, la reproduction et la santé des animaux. Ces facteurs limitent l'utilisation de cette plante dans la ration des animaux, particulièrement chez les non ruminants et les volailles.

La mimosine représente le facteur antinutritionnel le plus important. Il s'agit d'un acide aminé libre non présent dans les protéines pouvant causer des effets néfastes chez les animaux. Cependant, il serait possible de neutraliser et d'éliminer la mimosine présente dans la plante. On a obtenu des résultats assez satisfaisants pour permettre une utilisation plus large des feuilles de *Leucaena* en alimentation animale et une amélioration de la croissance, de la reproduction et de la santé des animaux.

Actuellement, on reconnaît que *Leucaena* convient bien aux bovins, aux buffles et aux chèvres. Cette plante est considérée comme un aliment assez complet pour les ruminants (Lulandala et Hall, 1991) et aussi comme un complément protéique pour les non-ruminants tels que le porc et le lapin. À des taux appropriés dans la ration, le *Leucaena* a des effets positifs sur le gain de poids vif et le rendement laitier chez les ruminants (Chee et Devendra, 1983 ; NAS, 1984). Chez le poulet, les effets de *Leucaena* sur la croissance, la reproduction, et la santé sont encore à l'étude. Ainsi les taux à incorporer dans la ration alimentaire ne sont pas encore clairement établis.

Ce projet d'étude vise donc à déterminer les effets de l'utilisation des feuilles de *Leucaena* dans la ration alimentaire des poulets sur la croissance et le rendement en viande. Il vise aussi à déterminer les taux d'incorporation aux aliments les plus appropriés pour le poulet de chair et à tester l'efficacité de deux traitements de détoxification des feuilles de *Leucaena*.

Hypothèse de recherche

Il est possible d'incorporer de la farine de feuilles de *Leucaena leucocephala* en remplacement d'autres sources protéiques conventionnelles sans affecter négativement les performances des poulets de chair.

Objectifs de recherche

1. Déterminer le taux maximum pratique d'incorporation de la farine de feuilles de *Leucaena leucocephala* dans les aliments pour poulets de chair.
2. Évaluer les effets du trempage de la farine de feuilles de *Leucaena leucocephala* dans l'eau et de l'addition de sulfate ferreux comme méthodes de détoxification des feuilles de *Leucaena leucocephala*.
3. Mesurer l'énergie métabolisable apparente (EMA) des rations.

CHAPITRE 1

REVUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

1.1 Provenance, composition chimique et valeur nutritive des feuilles de *Leucaena*

1.1.1 Provenance et distribution

Leucaena est une espèce de la famille légumineuse d'origine tropicale. Elle est connue sous le nom de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Le nom «*Leucaena* » est celui qui est accepté internationalement pour cette espèce. Par ailleurs, il existe aussi d'autres appellations qui varient selon les régions tels que :

Huakin (Amérique centrale)

Lamtoro (Indonésie)

Guaje (Mexique, Espagnol)

Kao haole (Hawaii)

Ipil-ipil (Philippine)

Yin hue huan (Chine)

Kubabul ou *Subabul* (Inde)

Tangantangan (îles du Pacifique)

Leucaena est originaire d'Amérique centrale et du Mexique. Elle a été introduite du Mexique en Asie de l'Ouest durant les 16^e et 17^e siècle par des navires de marchands et elle a été aussi transportée plus loin au 19^e siècle. Cette plante a d'abord été introduite dans les îles du Pacifique, aux Philippines, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, en Malaisie, au Nord de l'Australie et en Afrique de l'Est et de l'Ouest (NAS, 1980 ; NAS, 1984). En Tanzanie, le cultivar hawaïen s'est implanté dans la région d'Usambara Mountains (Tanzanie, Forest Division, 1983 ; NAS, 1984) et dans l'île de Zanzibar au début du 20^e siècle (NAS, 1984). Aujourd'hui, *Leucaena* se trouve dans presque tous les pays tropicaux, particulièrement dans

les régions où les sols sont dérivés des îles corallifères comme les îles du Pacifique (NFTA, 1985).

Leucaena est une plante très utilisée. Elle se prête à divers usages. En effet, ses nombreuses espèces donnent un fourrage très nourrissant, du bois d'œuvre, du combustible et un riche engrais organique. On peut s'en servir, entre autres, pour reboiser les pentes dans les régions tropicales ou ombrager les cultures ou encore comme pare-feu, brise-vent ou plante ornementale. Elle est très appréciée à cause de sa croissance très rapide et de sa capacité d'adaptation. Cependant, *Leucaena* croît mieux dans les plaines tropicales et sous-tropicales à une altitude de moins de 1000 m, à une température moyenne annuelle d'environ 20 °C, avec une pluviosité moyenne annuelle de plus de 600 mm et sur des sols argileux alcalins bien drainés avec un pH de 5,6 à 8,0 (Brewbaker, 1987 ; Tanzanie, Forest Division, 1983 ; Houming, 1983 ; Hutton, 1984; NFTA, 1985b).

Leucaena appartient à la famille des légumineuses et à la sous-famille des mimosacées laquelle comporte 18000 espèces. Ces plantes peuvent s'associer profitablement à des bactéries du sol du genre *Rhizobium*. Celles-ci pénètrent dans les jeunes racelles et se multiplient pour former des nodosités à la surface de la racine. Le *Rhizobium* est capable d'absorber de grandes quantités d'azote atmosphérique dans le sol et de le transformer en composés azotés organiques ou inorganiques. Presque tout l'azote fixé se trouve dans les feuilles et les grains du *Leucaena* (NFTA, 1985). Du fait de sa richesse en protéines, la feuille de *Leucaena* peut être utilisée comme engrais vert pour améliorer la fertilité du sol. Elle peut aussi être utilisée pour alimenter les animaux et parfois, les graines sont aussi consommées par les humains comme c'est le cas en Amérique centrale, en Indonésie et en Thaïlande (Sethi et Kulkarni, 1995).

Les différentes espèces du genre *Leucaena* ont des phénotypes variables du point de vue de la grandeur, de la forme, de la maturité, de la vitalité et du rendement. Ceci reflète une grande hétérogénéité génétique (Gray, 1967). Aujourd'hui, on compte plus de 100 cultivars qui ont été classifiés en trois grands types.

Le type hawaïen est petit et arbustif avec un sommet rond. Il peut atteindre une hauteur maximale de 5 m et commence à fleurir à l'âge de 4 à 6 mois. Il continue à fleurir à moins qu'une contrainte environnementale ne provoque une période de dormance de la plante.

Le type salvadorien est haut et mince avec une ramification limitée du tronc principal. Celui-ci peut atteindre 20 m de hauteur et 40 cm de diamètre. Ce type inclut toutes les sélections des cultivars géants de *Leucaena* comme la série K (K8, K28, K67) codée à l'Université d'Hawaii. Le *Leucaena* du type salvadorien commence à fleurir à l'âge de 8 à 12 mois et continue de fleurir annuellement par la suite.

Le type péruvien peut atteindre jusqu'à 15 m de hauteur. La plante est très ramifiée et présente un gros sommet feuillu. Le diamètre du tronc est de 5 à 10 cm. Ce type se met à fleurir à l'âge de 6 à 12 mois et une fois par année par la suite (Brewbaker et al. 1972 ; NAS, 1984)

1.1.2 Composition chimique et valeur nutritive

1.1.2.1 Composition chimique et facteurs l'influençant

1.1.2.1.1 Protéines

Des résultats d'analyse tirés de 65 publications parues de 1946 à 1992 et recensées par Garcia et al (1996) montrent que la composition chimique et la teneur en éléments nutritifs *Leucaena* sont à la fois riches et variables. Elles dépendent de plusieurs facteurs tels que l'espèce, le cultivar, la situation géographique, la saison, le stade de croissance et la nature du traitement après la récolte. Généralement, cette plante est riche en protéines, en minéraux, en vitamines et en pigments. La teneur moyenne en protéines brutes de la farine de feuilles est de 29,2% de la matière sèche (MS) (24,0 à 34,4%) et de 23,0% de la MS (10,0 à 30,0%) dans la plante entière. La teneur en protéines de la farine de feuilles de *Leucaena* est comparable à celle de la farine de luzerne (Garcia et al, 1996).

La teneur en protéines varie beaucoup selon les espèces et les cultivars. Gupta et al (1986) ont observé que, chez les 9 espèces étudiées, la teneur en protéines brutes dans les feuilles de l'espèce de *L. diversifolia* (K454) est la plus grande (22,34% de la MS) et la teneur en protéines brutes observées dans les feuilles de l'espèce de *L. pulverulenta* (K75) est la plus faible (15,65% de la MS). Damothiran et Chandrasekaran (1982) ont aussi observé que la teneur en protéines brutes varie en fonction des cultivars de *L. Leucocephala*. Cette teneur atteint 29,10% pour le cultivar hawaïen géant, 26,12% pour le cultivar d'*Ipil-ipil*, 24,48% pour le cultivar de *Jhansi* et 22,85% de la MS pour le cultivar d'*Uruli Kanchan*. Jones et Jones (1983) ont aussi constaté que la teneur en azote dans des feuilles du cultivar péruvien de *L. Leucocephala* est plus faible que celle dans des feuilles du cultivar de *L. Cunningham* (4,2% vs 4,5%). Gupta et al (1991) ont aussi observé des différences significatives pour la teneur en protéines brutes chez de nouvelles variétés de *L. Leucocephala* en provenance de l'Inde.

La teneur en protéines brutes de *Leucaena* varie aussi beaucoup en fonction des parties de la plante. Généralement, cette teneur est élevée dans la jeune feuille et dans la graine. Akbar et Gupta (1984a) ont observé une teneur élevée en protéines brutes dans la graine et la jeune feuille du cultivar K8, soit 27,6% et 24,4% de la MS, respectivement, alors que cette teneur dans le pétiole et dans la cosse sèche n'est que de 10,3% de la MS. D'autres auteurs ont aussi rapporté que la graine est riche en protéines avec des valeurs de 21,3 (Dhamothiran et al, 1991) à 32,3% de la MS (Shejav et Prasad, 1995). La jeune feuille de *Leucaena* se caractérise par une teneur élevée en protéines brutes et une digestibilité élevée de la matière sèche *in vitro* (Deshmukh et al, 1987). La teneur en protéines des feuilles varie aussi selon la position sur la plante. Chandrasekaran (1981) a observé que les feuilles du sommet ont la plus grande teneur en protéines avec 28,4 à 35,0% de la MS, suivie des feuilles du milieu avec 23,8 à 28,2% de la MS et enfin des feuilles du bas avec 17,7 à 24,1% de la MS.

La concentration en protéines du *Leucaena* dépend également du stade de croissance de la plante et des intervalles entre les récoltes. Garcia (1988) a indiqué que la teneur en protéines brutes du fourrage de *Leucaena* diminue avec l'augmentation de l'âge de la plante. Takahashi et Ripperton (1949) ont montré qu'avec des intervalles entre les récoltes de 60, 90 et 120 jours, la teneur en protéines brutes du fourrage de *Leucaena* est respectivement de

22,2, de 17,6 et de 14,6% de la MS. Deshmukh et al (1987) et El-Ashry et al (1993) ont aussi observé que la teneur en protéines brutes des feuilles est plus grande au début de la croissance et qu'elle diminue avec l'âge des feuilles. Toruan-Mathius et Dedy Suhendi (1992) ont aussi constaté chez 6 cultivars de *L. diversifolia* des pourcentages élevés de protéines brutes et d'azote dans les jeunes feuilles par rapport aux feuilles matures. Au niveau des graines, Dhamothiran et al (1991) ont aussi constaté une corrélation négative entre la teneur en protéines brutes et l'âge de la cosse.

La concentration en protéines est aussi influencée par la situation géographique. D'Mello et Fraser (1981) ont observé que la concentration en protéines brutes dans la farine des feuilles du cultivar péruvien au Malawi est plus grande que celle des feuilles en Thaïlande (29,4 vs 22,4% de la MS). D'Mello et Acamovic (1989) ont aussi observé que les teneurs en protéines et en acides aminés varient considérablement chez des échantillons de différentes provenances d'un même cultivar. Ces différences pourraient être liées à la condition climatique où *Leucaena* pousse.

La saison est aussi un facteur qui influence la concentration en protéines du *Leucaena*. Gupta et al (1992) ont montré que la concentration maximale en protéines brutes dans le fourrage de *Leucaena* en Inde est atteinte durant la saison des pluies (juillet et août).

1.1.2.1.2 Minéraux

Leucaena est aussi riche en minéraux, particulièrement dans le fourrage. Les teneurs moyennes en minéraux dans le fourrage sont de 0,22% pour le soufre (0,14 à 0,29% de la MS), de 1,80% pour le calcium (0,88 à 2,90% de la MS), de 0,26% pour le phosphore (0,14 à 0,38% de la MS), de 0,33% pour le magnésium (0,17 à 0,48% de la MS), de 1,34% pour le sodium (0,22 à 2,66% de la MS) et de 1,45% pour le potassium (0,79 à 2,11% de la MS) (Garcia et al, 1996). Ce fourrage est donc riche en minéraux, mais pauvre en phosphore (Garcia et al, 1996). La concentration minérale de *Leucaena* varie considérablement entre les différentes espèces et même à l'intérieur d'une même espèce. La concentration minérale varie aussi en fonction des cultivars. De plus, une variation de concentration minérale a aussi été

observée chez les différentes parties de la plante et au cours des différentes étapes de la croissance.

D'Mello et Acamovic (1989) ont observé que les concentrations en calcium, en potassium, en fer, et en manganèse fluctuent largement. Austin et al (1992) ont aussi observé des différences significatives pour les teneurs en K, Ca, Mg, Mn, Cu et Zn et non significatives pour les niveaux de P, Na, Fe, B et Al dans le fourrage de différentes espèces de *Leucaena*. Le coefficient de variation des concentrations minérales pour différentes espèces atteint environ 20% (Austin et al, 1992). Gupta et al (1986) ont aussi noté que la teneur minérale totale varie largement en fonction des espèces et s'établit à 8,47% pour *L. diversifolia* et à 15,83% MS pour *L. leucocephala*.

El-Ashry et al (1993) ont signalé une augmentation de la teneur en minéraux totaux avec l'âge de la plante. Les teneurs en phosphore, en fer, en zinc et en manganèse diminuent, alors que les teneurs en calcium, potassium et en magnésium augmentent peu à peu avec l'âge. Deshmukh et al (1987) ont aussi montré que les teneurs en phosphore et en magnésium des bourgeons du cultivar *Subabul* de *L. Leucocephala* à l'âge de 30 jours sont significativement plus grandes que celles des bourgeons à l'âge de 45 et de 60 jours.

La concentration minérale dépend aussi des différentes parties de la plante. Toruan-Mathius, Nurita et Dedy Suhendi (1992) ont constaté que la teneur en phosphore des jeunes feuilles est supérieure à celles des feuilles matures.

1.1.2.1.3 Pigments et caroténoïdes

Leucaena est aussi riche en pigments et en caroténoïdes. Les caroténoïdes comprennent des carotènes qui peuvent être convertis en vitamine A avec une efficacité variable selon l'espèce animale. La farine de feuille de *Leucaena* contient aussi beaucoup de xanthophylles, une autre bonne source de pigments pour les animaux. Les xanthophylles n'ont pas d'activité vitaminique, mais peuvent être déposées dans les tissus par les oiseaux. La xanthophylle qui est déposée dans le jaune d'œuf et dans la peau est d'origine alimentaire car elle ne peut pas

être synthétisée par les oiseaux. La couleur du jaune d'œuf et de la carcasse produite par les pigments est un des critères importants de la qualité de l'oiseau (D'Mello et Acamovic, 1985). Les teneurs moyennes en β -carotènes et en xanthophylles dans la farine de feuilles sont respectivement de 227 à 248 mg / kg MS et de 741 à 766 mg /kg MS (D'Mello et Taplin, 1978) pour des différents cultivars de *Leucaena*, alors que la teneur en xanthophylles dans la farine de la luzerne n'est que de 400 à 500 mg / kg MS (Scott et al, 1969). Wood et al (1983) ont constaté une teneur élevée en caroténoïdes dans la farine de feuilles de *Leucaena* récoltées au Malawi. Par exemple, la farine de feuilles séchées rapidement au soleil contient 480 mg de carotène et 932 mg de xanthophylle par kg MS. Les teneurs en carotènes et en xanthophylles dépendent beaucoup de la méthode de transformation et de conservation des feuilles. Ces pigments sont facilement détruits par un séchage à l'étuve à une température élevée. La teneur en carotènes dans la farine de feuilles de *Leucaena* diminue avec la durée du stockage de 19 à 40 mg / (kg.mois) et la teneur en xanthophylles diminue aussi de 29 à 53 mg / (kg.mois) (D'Mello et Acamovic, 1989). Les caroténoïdes dans la farine de feuilles séchées au soleil sont plus stables que ceux dans la farine des feuilles séchées à l'étuve (D'Mello et Acamovic, 1989). La granulation et l'addition d'un antioxydant comme l'éthoxyquin ne ralentissent pas la réduction de la teneur en caroténoïdes pendant la durée de stockage ou au cours de la transformation (Wood et al., 1983).

1.1.2.1.4. Fibres

Leucaena contient aussi une teneur élevée en fibres brutes, ce qui contribue à diminuer la digestibilité des nutriments, en particulier chez les oiseaux. La teneur en fibres brutes dans le fourrage représente en moyenne 35% (32 à 38% de la MS) (Garcia et al, 1996). La teneur en fibres brutes dans la farine de feuilles (moyenne de 19,2% de la MS) est plus faible que dans le fourrage (Garcia et al, 1996). Cette teneur varie beaucoup en fonction des cultivars, même à l'intérieur d'un même cultivar, et elle varie aussi en fonction des parties de la plante. Damothiran et Chandrasekaran (1982) ont montré que la teneur en fibres brutes dans les feuilles varie de 19,8% de la MS pour le cultivar hawaïen géant à 23,2% de la MS pour le cultivar d'*Jhansi* et que cette teneur dans la graine fraîche est la plus faible (6,45% de la MS). À l'intérieur du cultivar péruvien, la teneur en fibres brutes dans la farine des feuilles récoltées

en Thaïlande est plus grande que celle dans la farine des feuilles récoltées au Malawi (12,4 vs 7,3 % de la MS) (D'Mello et Fraser, 1981).

Généralement, les parties jeunes de la plante ont des concentrations supérieures en éléments nutritifs par rapport aux autres parties. La feuille et la graine sont les deux parties de la plante les plus riches en nutriments. Lulandala et Hall (1988c), Maghembe et al (1983) et Singh (1982) ont constaté que la concentration des éléments nutritifs est grande dans les feuilles et diminue peu à peu en s'approchant du tronc. Les jeunes feuilles pourraient contenir de 27 à 34 % de protéines sur une base sèche (NAS, 1977). Ronia et al (1979) ont aussi observé que la teneur en protéines des jeunes feuilles est 1,5 fois plus élevée que celle des feuilles adultes (34,6 % vs 21,1%). Par contre, les teneurs en matière sèche et en lignine augmentent dans les parties matures et dans les vieilles feuilles (Joshi et al, 1983).

1.1.2.1.5 Facteurs antinutritionnels

Outre ses éléments nutritifs, *Leucaena* contient aussi des alcaloïdes qui sont considérés essentiellement comme des facteurs antinutritionnels pour les animaux. On retrouve de la mimosine, des tanins, un inhibiteur de la trypsine, de la gomme de galactane, de la saponine, des flavones et de l'hémagglutinine. Ces facteurs seront développés davantage dans la section 1.2.

1.1.2.2 Valeur nutritive

La valeur nutritive du *Leucaena* dépend beaucoup de sa teneur en protéines. Il est important de signaler que les protéines de la feuille et de la graine de *Leucaena* sont assez riches en acides aminés essentiels tels que l'isoleucine, la leucine, la phénylalanine et l'histidine, alors que la lysine et la méthionine sont présentes à des concentrations modérées. La composition et la concentration des acides aminés dans la feuille et la graine du *Leucaena* sont comparables à certains égards, à ce que l'on retrouve dans le tourteau de soja et la farine de poisson (Tableau 1.1). Cependant, on constate que la concentration en acides aminés soufrés est limitée. Cette limitation n'est pas importante pour les ruminants puisque les micro-

organismes du rumen sont capables de synthétiser ces acides aminés. Mais pour les non ruminants, la carence de ces acides aminés doit être compensée par des ajouts à la ration (Garcia et al, 1996).

Tableau 1.1 Comparaison des teneurs en acides aminés du tourteau de soja, de la farine de poisson, de la luzerne et des feuilles de *Leucaena*

Acide aminé (mg/ g azote)						
	Tourteau de soja	Farine de poisson	Luzerne	Graine de <i>Leucaena</i>	Feuilles de <i>Leucaena</i>	Cosse de <i>Leucaena</i>
Cystéine	106	69	77	79	42-88	21
Acide aspartique	756	625	1	643	864	432
Méthionine	88	175	96	64	88-100	42
Thréonine	244	269	290	138	266	133
Sérine	331	256	-	206	279	139
Acide glutamique	1138	813	-	911	640	320
Proline	300	244	-	222	305	152
Glycine	275	400	-	285	278	139
Alanine	275	394	-	205	311	155
Valine	300	325	356	204	255-338	127
Isoleucine	294	256	290	148	244-653	122
Leucine	448	475	494	283	444	222
Tyrosine	238	-	232	162	208-263	104
Mimosine	0	0	0	763	343	172
Phénylalanine	319	256	307	197	250-294	125
Lysine	388	500	368	324	313-349	157
Histidine	181	-	139	158	112-135	56
Arginine	463	375	357	493	294-349	147

Source : Meulen et al. (1979) et Brewbaker et Hutton (1979) (cité par Garcia et al, 1996)

La protéine de *Leucaena* est facilement digérée par les animaux. La digestibilité *in vitro* de la protéine isolée à partir des graines de *Leucaena* est de 76% (Sethi et Kilkarni, 1993). La digestibilité apparente des protéines brutes du fourrage de *Leucaena* chez les ruminants est de 64,7 % (Kharat et al. , 1980) à 78,0% (Upadhyay et al.,1974). La digestibilité de la matière sèche, des protéines brutes, des lipides et des fibres brutes d'un bon fourrage de *Leucaena* est respectivement de 71, 78, 48 et 57 % pour le bétail (Upadhyay et al.,1974). Hulman et al (1978) ont rapporté une digestibilité *in vitro* de la matière sèche du fourrage de 49,5 à 61,1%. Ce taux varie en fonction des cultivars, de l'âge et des parties de la plante et il

est le plus élevé pour la graine (Damothiran et Chandrasekhanran, 1982). Garcia (1988) a aussi constaté que l'énergie digestible et le pourcentage de protéines brutes du fourrage diminuent avec l'augmentation de l'âge des feuilles.

La teneur en énergie digestible du fourrage est de 11,6 (Sobale et al, 1978) à 12,9 MJ / kg MS (Upadhyay et al, 1974) pour les ruminants et celle de la farine de feuilles est de 10,13 MJ / kg MS pour le bétail (Rosas et al., 1980). Toutefois, on a aussi constaté que la concentration en énergie métabolisable de la farine de feuilles est très faible pour la volaille. D'Mello et Thomas (1978) ont mesuré une teneur en énergie métabolisable apparente (EMA) classique et en énergie métabolisable apparente corrigée pour l'azote (EMAn) de la farine de feuilles de *Leucaena* pour le poulet de 2,74 et 2,83 MJ / kg MS, respectivement. Les expériences effectuées par D'Mello et Acamovic (1982a) ont aussi montré que la valeur d'EMA classique et d'EMAn de la farine de feuilles du cultivar péruvien récoltées au Malawi et séchées au soleil pour le poulet était respectivement de 2,4 et de 2,8 MJ / kg MS. Ces valeurs apparaissent à première vue fausses en terme d'unité de mesure. On peut soupçonner une confusion entre MJ et Mcal. Ces valeurs semblent plutôt être rapportées sous forme de Mcal plutôt que MJ. La valeur faible d'EMA est attribuable au faible taux de digestion de la matière sèche de *Leucaena* chez les oiseaux (D'Mello et Thomas, 1978). Les teneurs élevées en fibres, en tanins et en mimosine sont les facteurs responsables de la faible valeur d'EMA observée chez les oiseaux (D'Mello et Acamovic, 1981).

1.1.3 Composition chimique et la valeur nutritive du *Leucaena* récolté au Vietnam

Les résultats de recherche au Vietnam ont montré que la composition chimique et la teneur en substances nutritives des feuilles de *Leucaena* sont assez stables pour chaque cultivar. Le taux de matière sèche dans la feuille est de 26,1 à 28,9% et sa teneur en protéines brutes est de 20,8 à 26,6% MS (Le Thi Hoa Binh et al. 1994). L'étude de Nguyen Ngoc Ha et al. (1994) sur les cultivars de *Leucaena* poussant au Vietnam a montré que la teneur en éléments nutritifs de la farine de feuilles varie selon la saison. Les plus grandes teneurs en protéines brutes et en β -carotène de la farine de feuilles ont été observées en novembre (saison sèche). Selon les travaux de l'Institut international d'élevage du Vietnam (National Institute of

Animal husbandry, 1995), la farine de feuilles de *Leucaena* obtenue après le séchage au soleil contient 88,30% MS, 22,50% de protéines brutes, 4,30% de lipides, 9,20% de fibres brutes, 1,34% de calcium et 0,20% de phosphore. Chaque kilogramme de farine de feuilles fournit 2195 kcal (EM) pour la volaille. De plus, les protéines de la farine de feuilles comportent suffisamment d'acides aminés essentiels. En général, la composition chimique et la teneur en substances nutritives dans la farine des feuilles de *Leucaena* du Vietnam sont équivalentes à celles retrouvées dans la farine des feuilles du *Leucaena* au sud-est asiatique (Nguyen Ngoc Ha et al, 1991).

En conclusion, les résultats d'analyses chimiques et de la valeur nutritive de *Leucaena* montrent que cette plante a une composition chimique très variable et une teneur élevée en éléments nutritifs nécessaires au développement de l'animal tels que les protéines, les minéraux, les vitamines et les pigments. Cependant, la présence des facteurs antinutritionnels constitue un frein à son utilisation dans la ration des animaux.

1.2 Facteurs antinutritionnels contenus dans *Leucaena*

Comme plusieurs autres plantes de la famille des légumineuses, outre les éléments nutritifs, *Leucaena* contient également quelques facteurs antinutritionnels tels que la mimosine, la 3-hydroxy-4(1H)-pyridone (DHP) (un produit intermédiaire du métabolisme de la mimosine) des tanins, un inhibiteur de la trypsine, de la gomme de galactane, de la saponine ainsi que d'autres substances. Ces facteurs sont des obstacles à l'utilisation de *Leucaena* dans la ration des animaux domestiques.

1.2.1 Mimosine et 3-hydroxy-4(1H)-pyridone (DHP)

1.2.1.1 Facteurs influençant la teneur en mimosine

La mimosine est un acide aminé présent dans les feuilles de *Leucaena* mais ne faisant pas partie des protéines. Sa teneur varie beaucoup selon l'espèce et le cultivar. De plus, une variation de la teneur en mimosine est aussi observée entre les différentes parties de la plante

et ce à différentes étapes de sa croissance. L'intervalle entre les récoltes et la façon de transformer la plante influencent aussi la teneur en mimosine.

La teneur en mimosine de *Leucaena* varie largement en fonction de l'espèce (Kewalramani et al, 1987 ; Sutikno et al, 1991). Elle est présente à un niveau élevé (5,4%) dans le cas de *L. Macrophylla* et à un faible niveau (1,2%) dans le cas de *L. diversifolia* (Rushkin, 1977). Hauad Marroquin et Foroughbakhch (1991) ont aussi montré que, dans une même espèce, la teneur moyenne en mimosine est très variable (de 3 à 9% pour *L. leucocephala* , de 1 à 2% pour *L. gregii* et de 2 à 5% de la MS pour *L. pulverulenta*). Chandrasekharan et Govindaswamy (1985) ont aussi noté que l'espèce de *L. diversifolia* a une teneur en mimosine (de 2,3 à 2,8% de la MS) inférieure par rapport à *L. lanceolata* (6,2% de la MS) et que l'hybride entre le *L. diversifolia* et le *L. leucocephala* a une faible teneur en mimosine (de 2,0 à 3,8% de la MS). Akbar et Gupta (1984) ont aussi constaté que la teneur en mimosine des cultivars de *L. leucocephala* varie 2,68 à 3,21% MS et que le cultivar K8 présente la plus faible teneur en mimosine. À l'intérieur d'une même espèce, la teneur en mimosine varie aussi considérablement en fonction des cultivars. Krishnamurthy et Mune Gowda (1983) ont observé que la teneur en mimosine du cultivar K8 de *L. leucocephala* est beaucoup moins élevée que celle du cultivar local de *Chiguru* (de 0,2 à 2,2% vs de 1,0 à 8,8%).

La teneur en mimosine varie beaucoup entre les différentes parties de la plante. Cette teneur est généralement élevée dans les graines et dans les jeunes feuilles. Ronia et al. (1979) ont montré que la teneur en mimosine est de 7,2% dans la graine, de 6,8% dans la jeune feuille et de 3,7% de la MS dans la cosse. Garcia et al. (1996) ont observé que la teneur moyenne en mimosine dans le fourrage et la farine de feuilles de *Leucaena* est de 2,4% et de 4,3% de la MS, respectivement. D'Mello et Acanovic (1989) ont aussi montré que la teneur en mimosine dans la graine varie de 3,3 à 14,5% de la MS. L'étude de Wong et Zahari (1995) a prouvé que la teneur en mimosine est de 3,6% dans le pétiole, de 8,6% dans la jeune feuille et de 12% de la MS dans le bourgeon de croissance, et qu'elle diminue continuellement avec l'âge de la feuille. Cette teneur est très variable d'une partie à l'autre de la plante. Par exemple, dans le cas du cultivar K8 de *L. leucocephala*, la teneur en mimosine est de 5,1%

pour la jeune feuille, de 3,0% pour la feuille mature, de 2,2% pour la branche, de 1,8% pour le pétiole, de 2,4% pour la cosse verte, de 1,8% pour la cosse sèche, de 5,0% pour la graine, de 4,9% pour le bourgeon et de 3,7% pour la fleur (Akbar et Gupta, 1984a).

Les stades de croissance influencent aussi la teneur en mimosine. Deshmukh et al. (1987) ont montré que la teneur en mimosine des feuilles atteint son maximum au 13^e jour (7,1% de la MS) et diminue continuellement avec la croissance de la plante avec des valeurs de 6 et 4,2% de la MS aux 45^e et 60^e jours. Gupta et al. (1992) ont aussi constaté une corrélation inverse entre la teneur en mimosine et l'âge de la feuille. Ce résultat est en accord aussi avec celui de Tangendjaja et Lowry (1986), de Ronia et al (1979) et de Sadekar (1995). Cependant, Hauad Marroquin et Foroughbakhch (1991) ont constaté que la concentration en mimosine tend à augmenter avec l'âge de la plante et que la concentration la plus faible est observée au début de la floraison.

La saison influence aussi la teneur en mimosine du *Leucaena*. En Inde, Gupta et al. (1992) ont rapporté que la teneur en mimosine augmente durant la saison chaude et humide (juillet et août). Au Mexique, Hauad Marroquin et de Foroughbakhch (1991) ont aussi rapporté que la teneur en mimosine est élevée en été de juin à août et faible en hiver et au début du printemps. De plus, l'intervalle des récoltes influence aussi la teneur en mimosine. Plus l'intervalle entre deux récoltes est grand, plus la teneur en mimosine est faible (Takahashi et Ripperton, 1949), supportant encore une diminution de la teneur en mimosine avec l'augmentation de la maturité.

1.2.1.2 Effets toxiques de la mimosine sur les animaux

La mimosine cause des troubles chez les animaux. La toxicité de la mimosine a été largement étudiée par Jones (1979), Brewbaker et Hutton (1979) et Meulen et al (1979). La mimosine pourrait causer des symptômes toxiques tels que l'alopecie, l'anorexie, la salivation excessive, l'hypertrophie de la glande thyroïde, un retard de croissance et de mauvaises performances de reproduction quand le régime alimentaire contient une quantité excessive de *Leucaena*. Jones (1979) a mentionné que les effets toxiques de la mimosine dépendent de la

quantité de mimosine ingérée par les animaux. Proverbs (1984) rapporte que la mimosine de *Leucaena* pourrait provoquer des effets néfastes chez les non-ruminants consommant une quantité de feuille de *Leucaena* supérieure à 10% de la ration. Pour les ruminants, la mimosine devient toxique lorsque la quantité de feuilles dépasse 30% de la ration. Les études de Szyszka et al. (1984) ont démontré que la dose acceptable de mimosine (g / (kg poids vif.jour)) est variable en fonction des espèces animales. Cette dose est de 0,16 pour le poulet ; de 0,21 pour la poule ; de 0,18 pour le bétail et la chèvre et de 0,14 pour le mouton. Les doses publiées par Ter Meulen et al (1980 cité par Szyszka et al, 1983) est de 0,21 pour le lapin, de 0,19 pour le poulet et la poule, 0,17 pour la chèvre et le bouc, de 0,12 pour le mouton et de 0,11 g / (kg poids vif .jour) pour le bétail.

La toxicité de la mimosine est facile à constater chez les oiseaux, en particulier chez les jeunes oiseaux. D'Mello et Acamovic (1989) ont montré que la vitesse de croissance et la consommation alimentaire étaient réduites chez les poulets nourris avec une ration contenant 3,3 g de mimosine par kg d'aliment. Des résultats similaires ont été observés chez les poulets alimentés avec une ration contenant 4,9 g de mimosine par kg d'aliment (Ter Meulen et al., 1984). Kamada et al (1997) ont aussi prouvé que les poulets nourris avec une ration toxique (contenant 10 g de mimosine par kg de MS) ont connu une réduction de la consommation alimentaire et du gain de poids vif, des problèmes de pattes et de reins. Les poulets nourris avec une ration contenant 15% de farine de graines de *Leucaena* pendant 12 jours ont aussi réduit leur consommation alimentaire et leur gain de poids vif (Kamada et al.,1997). Cependant, Tangendjaja et al (1985) ont constaté qu'une ration contenant une teneur en mimosine pure équivalente à celle de la ration contenant 20% de farine de feuilles de *Leucaena* ne produit pas une diminution des performances des poulets équivalente à celle observée avec une ration contenant 20% de farine de feuilles. D'Mello et Acamovic (1982b) ont observé que 92% de la mimosine ingérée est éliminée par les oiseaux alimentés avec un régime contenant de la farine de feuilles de *Leucaena*. Ceci suggère que la mimosine n'est pas le seul facteur expliquant la diminution des performances des poulets alimentées avec des feuilles de *Leucaena*. Cependant, une autre étude de D'Mello et Acamovic (1989) a aussi montré que les jeunes oiseaux sont plus sensibles à la mimosine pure que les oiseaux adultes.

1.2.1.3 Mécanisme de toxicité de la mimosine

Parmi les facteurs antinutritionnels contenus dans *Leucaena*, la mimosine est un de ceux qui influencent considérablement la valeur nutritionnelle de cette plante (Ross et Springhall, 1963 ; Librojo et Hathcock, 1974; D'Mello et Taplin, 1978). Il est important signaler qu'elle peut causer des effets nuisibles chez les animaux. La présence de mimosine est une des principales causes limitant la quantité de *Leucaena* dans la ration des animaux. Jusqu'à maintenant, plusieurs aspects du mécanisme expliquant la toxicité de la mimosine n'ont pas encore été révélés. Ce mécanisme apparaît complexe et beaucoup de théories sont proposées pour l'expliquer. Nous examinerons quelques-unes d'entre elles.

La mimosine est connue chimiquement sous le nom de β -[N(3-hydro-4 pyridone)]-acide α -amino propionique. Elle est présente sous forme d'acide aminé libre dans la plante de *Leucaena* (Figure 1.1). Elle pourrait exercer son action en bloquant les voies métaboliques des acides aminés aromatiques et du tryptophane (Lin et al., 1965). À cause de sa ressemblance structurelle avec la L-tyrosine, la mimosine agit probablement comme un analogue de la tyrosine et comme un antagoniste inhibant la biosynthèse des protéines dans l'organisme. Elle produit des symptômes toxiques incluant un retard de la croissance (Lin et al, 1964; Ter Meulen et al., 1981; Serrano et al., 1983). Les retards de croissance chez le bétail consommant la plante de *Leucaena* sont associés à des faibles niveaux de thyroxine sérique. Cette réduction du niveau de thyroxine sérique est causée par la mimosine (Jones et Winter, 1979-80).

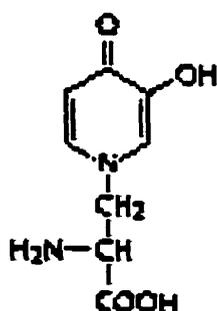


Figure 1.1 Structure chimique de la mimosine

La capacité chélatante de la fonction de 3-hydroxy-4-oxo du cycle de pyridone de la mimosine (Tsai et Ling, 1973) pourrait déranger l'action des enzymes liés aux métaux, surtout ceux qui contiennent des cations de fer, ce qui produit l'inhibition de quelques réactions biologiques (Tsai et Ling, 1972; Hashiguchi et Takashi, 1977). Dans des expériences chez des rats carencés en fer, la biodisponibilité du fer telle que mesurée dans l'hémoglobine sanguine, le foie et le cœur, et l'absorption du fer provenant du tempeh, un aliment fermenté préparé avec des graines de *L. leucocephala*, étaient plus élevées que celles des graines intactes de cette plante. Le trempage, le cuisson dans l'eau et la fermentation des graines de *L. leucocephala* pendant la préparation de tempeh réduisent considérablement le niveau de la mimosine, un inhibiteur de l'absorption de fer (Astuti et al, 1989).

La mimosine agit probablement aussi comme un antagoniste de la vitamine B₆ (Lin et Ling, 1962), ce qui inhibe l'activité de nombreuses enzymes qui requièrent le phosphate de pyridoxal (Fig. 1.2) (Fowden et al, 1967; Grove et al, 1978; Lin et Tung, 1966) comme la synthétase de la cystathionine et la cystathionase du foie du rat (Hylin, 1969). L'inhibition du système de synthèse de la cystéine à partir de la méthionine est important (Hylin, 1969), puisque les protéines des poils contiennent un niveau élevé de cystéine. Toute inhibition de la synthèse de cet acide aminé peut se répercuter sur la qualité et la quantité de poils. Cependant, d'autres études rapportent que l'interaction entre la mimosine et le phosphate de pyridoxal provoque la toxicité de la mimosine (Lin et al., 1965; El-Harith et al., 1981; Lin et al., 1967; Yangs et Ling, 1968).

Dans plusieurs systèmes biologiques, l'ADN (acide désoxyribonucléique), l'ARN (acide ribonucléique) et la synthèse des protéines sont inhibés en présence de la mimosine (Hegarty et al., 1964a; Serrano et al., 1983; Tsai et Ling, 1971; Tsai et Ling, 1972). Des analyses suggèrent que la mimosine puisse inhiber l'initiation de la réplication des cellules du hamster chinois (Mosca et al., 1992).

Les voies de dégradation de la mimosine et de la DHP ont été étudiées par de nombreux chercheurs (Serrano et al, 1983; Tsai et Ling, 1972; Tang et Ling, 1977). Dans des études chez les rats, les pigeons et les carpes, l'activité des enzymes qui dégradent la

mimosine ou la DHP était plus élevée dans les reins que celle dans le foie (Tang et Ling, 1977). L'urine des souris nourries avec une ration renfermant de la mimosine contenait de la mimosine, de la mimosinamine, des acides mimosiniques et une infime quantité de DHP. Les voies métaboliques possibles de la mimosine sont illustrées à la Figure 1.3 (Tang et Ling, 1977).

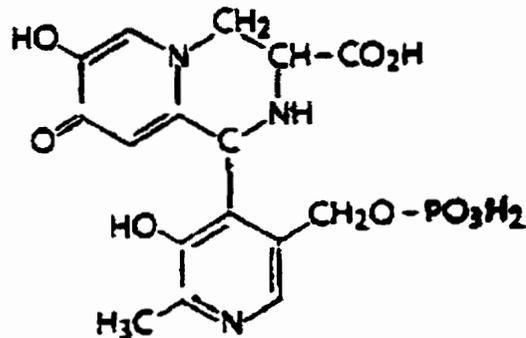
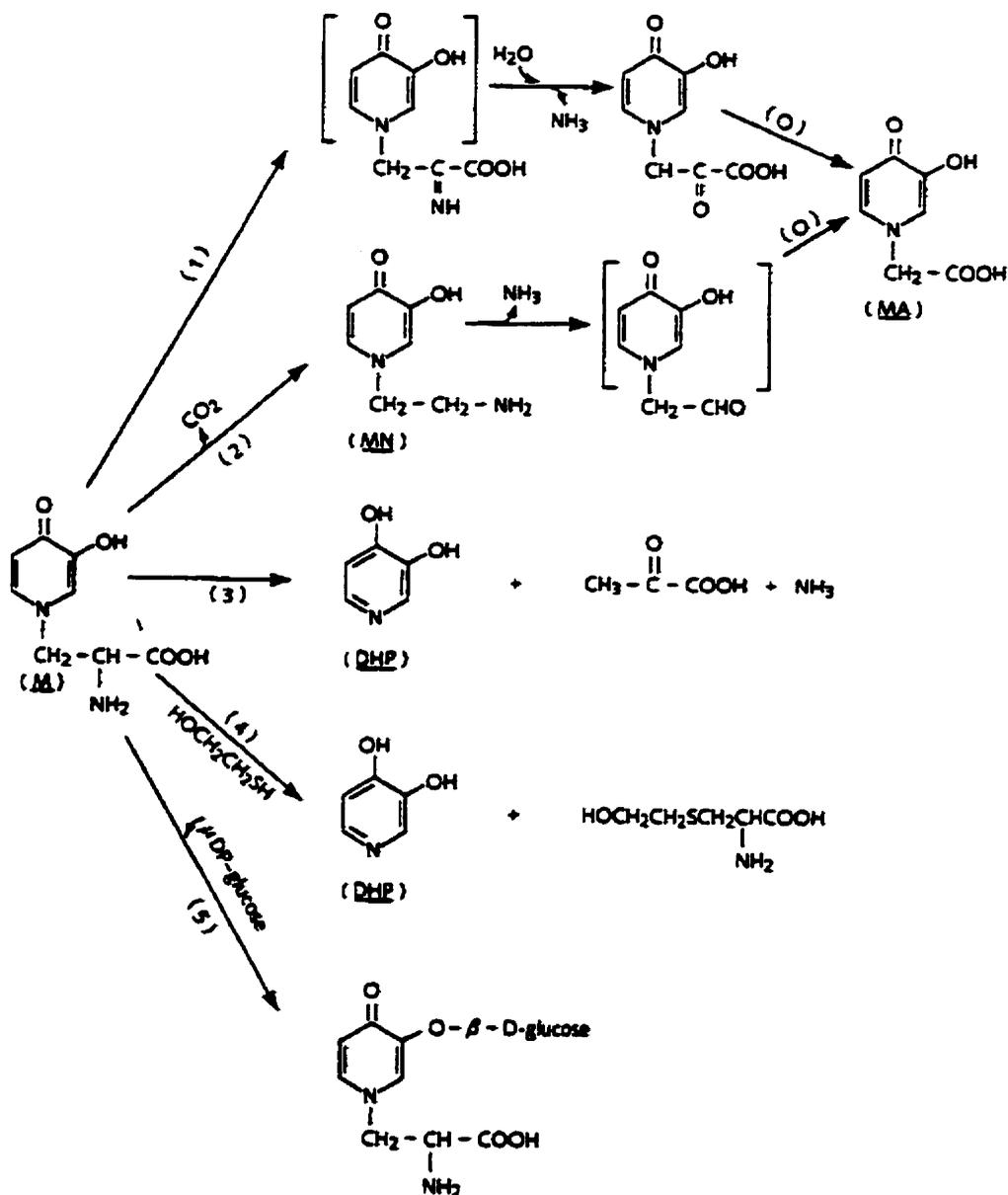


Figure 1. 2 Formation d'un complexe entre la mimosine et le phosphate de pyridoxal (Sethi et Kulkarni, 1995)

La mimosine a des effets néfastes sur la biosynthèse des collagènes dans le cartilage embryonnaire du poussin à cause de l'inhibition de la synthèse de l'hydroxy-proline (Tang et Ling, 1975). La réduction de la teneur en collagène ou le caractère fragile des collagènes dans divers organes pourrait provoquer des symptômes tels que des hémorragies capillaires, la protéinurie et la perforation de l'utérus chez les animaux (De Wreede et Waayman, 1970; Tang et Ling, 1975).

La mimosine a aussi des effets neurotoxiques chez les jeunes rats (Ter Meulen et al., 1979; Yoshida, 1944) qui développent une paralysie évidente des pattes postérieures en consommant une ration contenant 25% de *Leucaena*. Ces effets sont réversibles en réalimentant les animaux avec une ration témoin sans *Leucaena* (Ter Meulen et al., 1979).

L'alcaloïde semble interférer avec le métabolisme de certains acides aminés, surtout avec celui de la glycine. L'excrétion urinaire de la glycine qui est très élevée chez le rat après l'ingestion de la mimosine est probablement causée par l'interférence de la mimosine avec le



M : mimosine, DHP : 3,4-dihydroxypyridine, MN : mimosinamine, MA : acide mimosinique

Figure 1.3 Métabolisme de la mimosine (Sethi et Kulkarni, 1995)

métabolisme de la glycine (El-Harith et al, 1981). On pense que les acides biliaires conjuguent la mimosine au lieu de la glycine. Ceci amène la formation de complexes atypiques d'acide minochonique et d'acide mimochénodésoxycholique dans l'organisme (El-Harith et al, 1983). Ces sels biliaires atypiques peuvent influencer le métabolisme des lipides (par exemple à l'étape de l'absorption) et pourraient en conséquence influencer l'absorption des vitamines liposolubles (El-Harith et al, 1983).

1.2.1.4 Formation et effets toxiques de la DHP sur les animaux

La dihydroxypyridine (DHP) est un produit intermédiaire du métabolisme de la mimosine. La plus grande partie de la DHP dans la farine des feuilles de *Leucaena* apparaît suite à la dégradation enzymatique de la mimosine après la récolte (Hegarty et al., 1964b ; Lyon, 1985 ; Wee et Wang, 1987). Lowry (1983) a aussi suggéré que la dégradation de la mimosine en DHP est un processus enzymatique, mais aussi le fruit du travail des micro-organismes du rumen. Ces deux processus sont importants pour l'utilisation maximale de *Leucaena*. La plante de *Leucaena*, elle-même, contient une enzyme qui est capable de convertir rapidement la mimosine en DHP (Smith et Fowden, 1966). La mimosine se trouve dans tous les tissus de *Leucaena*, alors que l'enzyme responsable de sa transformation est confiné aux jeunes feuilles et à la jeune cosse verte. Elle n'est pas présente dans les parties vasculaires périphériques ou dans la vieille cosse, la graine et le pétiole (Lowry, 1981 ; Lowry, 1983). La conversion de la mimosine en DHP se produit quand l'enzyme entre en contact avec son substrat (mimosine), sous l'action de plusieurs facteurs tels que la macération dans l'eau, la mastication, les traitements à l'eau chaude, à la vapeur et d'autres traitements. Lowry (1981) a constaté que lorsque la feuille fraîche de *Leucaena* est macérée dans l'eau à un pH égal à 7 et à une température de 40⁰C pendant 4 minutes, 50% de la mimosine est convertie en DHP. Presque toute la mimosine (plus de 80%) était dégradée par le chauffage des feuilles intactes à 70⁰ C pendant 15 minutes (Tangendjaja, Lowry et Wills, 1984).

Cette enzyme de dégradation de la mimosine devient inactive à un pH inférieur à 4 et elle est aussi inactive si elle est chauffée à une température supérieure à 70⁰ C ou quand elle est séchée (Lowry, 1983). Donc, la conversion enzymatique de la mimosine en DHP est

presque complète chez les ruminants, alors que chez les non-ruminants elle est inhibée par l'acidité de l'estomac. Pour cette raison, la proportion de *Leucaena* recommandée dans la ration des non-ruminants et des oiseaux est inférieure à celle recommandée pour les ruminants.

La toxicité par la mimosine est très rare chez les ruminants puisque celle-ci est rapidement dégradée en DHP par l'action des micro-organismes du rumen et par l'enzyme présente naturellement dans la feuille de *Leucaena* (Lowry, 1981). Cependant, la DHP peut avoir quand même une action néfaste sur la glande thyroïde chez les mammifères (Christie et al, 1979 ; Jones et Megarrity, 1983). Le bétail consommant une quantité excessive de *Leucaena* peut donc souffrir d'alopécie ou d'anorexie et perdre du poids. Ces effets ne se produisent pas si le régime alimentaire est complété par d'autres aliments. Pour les oiseaux, les effets néfastes de la DHP n'ont pas été en évidence (D'Mello et Acamovic, 1989). Par conséquent, la dégradation de la mimosine en DHP pourrait apparaître comme une solution pour augmenter l'utilisation de *Leucaena* dans le régime alimentaire des oiseaux (Tangendjaja et Lowry, 1984). Toutefois, la majorité des auteurs considère quand même la DHP comme un facteur qui pourrait provoquer une perte d'appétit chez les animaux.

1.2.2 Tanins

Généralement, la concentration en tanins de la feuille de *Leucaena* est plus grande que celle de la graine (13 à 44 g vs 7,1 g / kg de MS) (D'Mello et Acamovic, 1989). Gupta et al. (1992) ont constaté une corrélation inverse entre la teneur en tanins et l'âge de la feuille. La saison influence aussi la concentration des tanins. En saison des pluies (juillet et août), la teneur en tanins augmente (Gupta et al., 1992). Les tanins réduisent la digestion des protéines puisqu'ils se lient à celles-ci dans le tube digestif (Hewitt et Ford, 1982). Le faible taux de rétention de l'azote chez les oiseaux nourris avec une ration contenant de la farine de feuilles de *Leucaena* et la faible valeur d'EMA de la farine de feuilles pour les oiseaux pourraient être attribuées aux tanins (D'Mello et Thomas, 1978 ; D'Mello et Acamovic, 1982a). De plus, les tanins sont aussi responsables de l'amertume des aliments contenant des feuilles de *Leucaena* (Acamovic et al., 1986). Toutefois, Lowry (1981) a constaté que la teneur en tanins est

suffisante pour précipiter la protéine des feuilles. Cela est suffisant pour protéger la protéine de la dégradation microbienne dans le rumen.

1.2.3 Inhibiteur de la trypsine

L'étude d'Acamovic et D'Mello (1984) a montré que l'activité de l'inhibiteur de la trypsine des graines est plus forte que celle des feuilles. Cette activité dans les graines de *Leucaena* est similaire à celle observée chez d'autres légumineuses telles que le soja (Valdebouze et al, 1980 ; Kadam et al., 1987). Du fait que l'inhibiteur de la trypsine pourrait réduire sévèrement l'utilisation des protéines (D'Mello et al, 1983), sa présence dans la graine et la feuille de *Leucaena* est certainement un facteur important contribuant à la diminution de la valeur nutritive de cette plante (Ter Meulen et al., 1984).

1.2.4 Gomme de galactane

La gomme de galactane est produite en grande quantité par les légumineuses incluant le *Leucaena* (Lyon et Kohler, 1981 ; Arora et Joshi, 1984). La concentration de cette gomme dans les graines est plus grande que dans les feuilles (320 vs 46 g / kg MS) (D'Mello et Acamovic, 1989). La gomme de galactane a un effet similaire à celui de β - glucanes des céréales. Elle peut provoquer une augmentation de la formation des substances visqueuses dans l'intestin des poulets. Cette augmentation de la viscosité entraîne une diminution du taux de mélange des enzymes digestives avec les aliments et du transport des nutriments vers la surface muqueuse d'absorption. Ceci diminue la digestibilité des poulets (Lesson et Summers, 1997). Verma et McNab (1982) ont rapporté que la gomme de galactane peut provoquer une réduction de la consommation alimentaire et de la croissance des poulets nourris avec une ration contenant du *Leucaena*. Cette gomme augmente aussi la vitesse d'excrétion des acides biliaires (Gee et al., 1983). C'est pourquoi elle pourrait jouer un rôle important dans la toxicité des graines de *Leucaena*.

1.2.5 Saponine

Des observations initiales ont montré l'absence de saponine dans la farine de feuilles de *Leucaena*. Cependant, dans une autre étude, on a détecté sa présence à une teneur de 11 g / kg MS dans les feuilles et les graines (cité par D'Mello et Acamovic, 1989). La saponine provoque aussi un goût amer dans la bouche des animaux (Acamovic et al., 1986). Les monogastriques consommant des régimes alimentaires contenant de la saponine présentent des effets néfastes sur la croissance et un dysfonctionnement du métabolisme du cholestérol (Oakenfull, 1981 ; Cheeke, 1976). Cheeke (1976) a aussi observé des effets néfastes sur la croissance des poulets nourris avec une ration contenant de la saponine. Toutefois, D'Mello et Acamovic (1989) pensent qu'avec la faible teneur des feuilles en saponine, cette dernière n'est pas vraiment responsable de la toxicité de cette plante légumineuse.

1.2.6 Flavones

Lowry et al. (1984) ont constaté la présence de flavones dans la feuille de *Leucaena* à un niveau de 60 g par kg. La plupart de flavones identifiées dans la farine de feuilles de *Leucaena* sont des glucosides comme la quercétine et la myricétine.

1.2.7 Hémagglutinines

Les hémagglutinines sont présentes dans de nombreuses graines de légumineuses. Elles sont capables de causer des effets néfastes chez les animaux (Grant et al., 1985). Cependant, l'activité des hémagglutinines est très faible dans la graine du *Leucaena* (D'Mello et Acamovic, 1989).

1.3 Approches pour limiter la toxicité de la mimosine

Malgré sa toxicité, la mimosine peut facilement être détruite par des agents physiques, chimiques et microbiens. Dans la nature, la mimosine peut être détruite par les rayons solaires,

une température élevée et quelques espèces microbiennes (Onwuka, 1997 ; Soedrjo et Bortharkur, 1996; Murthy et al., 1994). Il existe donc différents moyens pour éliminer la mimosine ou limiter sa toxicité. Les principales méthodes seront présentées dans les prochains paragraphes.

Parmi les moyens les plus simples d'éliminer et de limiter la toxicité de la mimosine, on retrouve le chauffage, l'irradiation solaire et la macération dans l'eau. La teneur en mimosine du fourrage de *Leucaena* est réduite quand ce dernier est chauffé à une température supérieure à 70⁰ C (NAS, 1977). Ter Meulen et al. (1979) ont aussi trouvé que la macération des feuilles de *Leucaena* dans l'eau pendant 36 h réduit la teneur en mimosine. Le chauffage à la température élevée et l'exposition au soleil diminue considérablement la teneur en mimosine de la farine de feuilles de *Leucaena* (Hegraty et al., 1964a; Benge et Curran, 1981; Akbar et Gupta, 1984). Les traitements à la chaleur et à l'eau tels qu'une cuisson dans l'eau (Benge et Curran, 1981), la macération des feuilles dans l'eau chaude (Wee et Wang, 1987) et l'étuvage humide (Kale, 1987; Sethi, 1989) des feuilles et des graines de *Leucaena* réduisent encore plus la concentration en mimosine que les traitements à la chaleur sèche (Ter Meulen et al., 1979; Mali et al., 1990). La macération de la farine de feuilles dans une solution aqueuse de ciment à pH égal à 8,0 et à une température de 45⁰ C pendant 10 minutes dégrade presque toute la mimosine (Tangendjaja et al., 1984) et les feuilles traitées à l'eau bouillante perdent presque toutes les mimosines (Soedrjo et Bortharkur, 1996). Cependant, le traitement à l'eau bouillante entraîne aussi une perte considérable des protéines solubles des feuilles.

Les graines brisées perdent leur mimosine plus facilement que les graines intactes (Soedrjo et Bortharkur, 1996). Dans le cas des feuilles et des graines lavées à l'eau (Padmavathy et Shobha, 1987 ; Labadan, 1969) ou macérées dans l'eau (Ter Meulen et al, 1979; Padmavathy et Shobha, 1987), la teneur en mimosine a été significativement diminuée. La macération prolongée dans l'eau pendant 48 h peut éliminer presque toute la mimosine (Wee et Wang, 1987). L'étude de Soedrjo et Bortharkur (1996) a aussi montré que la macération dans l'eau à la température de la pièce pendant 24 h élimine 97% de la mimosine des jeunes feuilles, des graines brisées et des cosses, et plus de 20% de la mimosine dans les graines intactes, sans réduire significativement les protéines solubles. L'étude de Murthy et al.

(1994) a indiqué que la macération dans l'eau à la température de la pièce pendant 12 h et l'étuvage sec à 100⁰ C pendant 12 h diminuent la teneur en mimosine plus que le séchage au soleil et les traitements au FeSO₄ à 0,2% ou au NaOH à 0,05M dans le cas de la farine de feuilles du cultivar *Subabul* de *L. leucocephala*.

On peut aussi se servir de quelques produits chimiques pour éliminer la mimosine et limiter aussi sa toxicité. La solution d'acétate de sodium est l'un des réactifs les plus efficaces et peut extraire 95% de la mimosine du *Leucaena* (Tawata et al., 1986). Le traitement des graines de *L. leucocephala* avec de nombreux réactifs a montré que les solutions d'urée et de bicarbonate de sodium ont complètement enlevé la mimosine. La teneur en mimosine des graines est réduite de 80% par rapport à sa teneur initiale en mimosine après le traitement avec une solution d'urée et de 88% après le traitement avec une solution de bicarbonate de sodium (Hossain et al., 1991). L'addition de sels minéraux (fer, zinc) permet aussi de diminuer la toxicité de la mimosine (Akbar et Gupta, 1984 ; Hathcock et Labadan, 1975 ; Bengé et Curran, 1981 ; Ross et Springhall, 1963) chez les rats, les poussins et les chèvres (Ter Meulen et al., 1979 ; Yoshida, 1944 ; Labadan, 1969 ; Ross et Springhall, 1963 ; Lopez et al., 1979), malgré que cela n'ait pas été confirmé par tous les auteurs (Sethi, 1989 ; Perez-Gil et al., 1987). La réduction de la toxicité de la mimosine par les ions ferreux (Fe⁺²) pourrait être due à la formation de chélates ferriques de la mimosine (Tsai et Ling, 1973) après l'oxydation des ions ferreux en ions ferriques (Fe⁺³).

L'ensilage est une méthode efficace pour réduire la concentration de mimosine (Hongo et al, 1988). La mimosine de *L. Glauca* disparaît après fermentation par des bactéries lactiques (Sethi et Kulkarni, 1995). Khatta et al (1987) ont observé que la teneur en mimosine dans le fourrage diminue d'une manière continue avec la progression de la durée d'ensilage de 1 à 60 jours. Rosas et al (1980) ont aussi confirmé que la teneur en mimosine a été considérablement diminuée après 3 semaines d'ensilage. De plus, D'Mello et Acamovic (1989) ont montré que les traitements après la récolte comme le fanage et l'exposition au soleil réduisent la concentration de mimosine dans les feuilles de *Leucaena*.

Le développement de nouveaux hybrides à faible teneur en mimosine est une autre solution disponible (Tangendjaja et al, 1984). On a réussi à créer des hybrides entre les différentes espèces de *Leucaena* qui ont à la fois une faible teneur en mimosine et une teneur élevée en protéines. Les hybrides issus de *L. leucocephala* et de *L. pulverulenta* sont caractérisés à la fois par une faible teneur en mimosine et par une teneur élevée en protéines. Des expériences avec des chèvres ont montré que les effets néfastes causés par la mimosine ont été considérablement réduits chez les chèvres alimentées avec des hybrides par rapport à celles alimentées avec les lignées parentales (Morito et al., 1977).

L'approche la plus récente consiste à ajouter des micro-organismes capables de dégrader la mimosine et la DHP dans le rumen. Ceci permet de nourrir le bétail avec une ration constituée à 100% de *Leucaena*, sans effets toxiques (Sethi et Kulkarni, 1995). On a aussi isolé, au Venezuela, des micro-organismes qui sont capables de dégrader la DHP dans le rumen du mouton.

1.4 Potentiel d'utilisation de *Leucaena*

1.4.1. Production de fourrage de *Leucaena*

Leucaena est l'un des genres d'arbre croissant le plus rapidement sous les tropiques. Il est capable de produire une grande quantité de branches, de feuilles, de bourgeons, de fleurs, de cosses et de graines que l'animal peut manger. Gandara et al (1986) ont recommandé la feuille de *Leucaena* comme source d'aliment dans la ration du bœuf pendant l'hiver. Les pâturages de *Leucaena* sont capables de bien supporter la sécheresse et de bien s'adapter à plusieurs régions tropicales. Ils sont plus avantageux que n'importe quel autre pâturage tropical et ont le potentiel de devenir une source importante de fourrage et d'aliment pour le bétail, les oiseaux, les animaux sauvages (NAS, 1984) et les poissons (Ghatnekar et al., 1983a), particulièrement dans les régions sèches où les cultures industrielles sont rares.

Avec une gestion efficace, les pâturages de *Leucaena* peuvent maintenir un rendement élevé et supporter une pâture intensive (NAS, 1984). Quand les pâturages sont gérés en

rotation, ceux-ci peuvent persister pendant plus de 20 ans sans qu'il soit nécessaire d'ensemencer à nouveau (Jones et Harrison, 1980). On constate qu'à Hawaï, quelques espèces de *Leucaena* plantées avant la deuxième guerre mondiale sont toujours en production (NAS, 1984). Généralement, le rendement annuel en MS du fourrage de *Leucaena* est de 2 à 20 tonnes par ha (NAS, 1984; Jones, 1979). Les meilleures variétés fourragères qui sont plantées sur des sols fertiles peuvent produire un rendement annuel en MS de 12 à 20 tonnes par ha, ce qui est équivalent à une production annuelle de 2,4 à 6,8 tonnes de protéines par ha (NAS, 1984). Brewbaker et al. (1972), Takahashi et Ripperton (1949) et Guevarra et al. (1978) ont rapporté que *Leucaena* peut produire de 10 à 19,5 tonnes de matière sèche de fourrage par ha par an.

En zones tropicales sèches, le rendement du *Leucaena* est réduit à cause de la saison sèche. Cependant, à côté des facteurs climatiques et environnementaux, le rendement annuel en fourrage est influencé par la variété (Shih et Hu, 1981; Hu et Kiang, 1982), la densité de la population (Savory, 1979), la fréquence (Osman, 1981; Pathack et Patil, 1981) et la hauteur des coupes (Anslow, 1957; Guevarra et al., 1978).

Le rendement en protéines brutes de *Leucaena* dépend à la fois du rendement en fourrage et de la teneur en protéines de ce dernier. L'étude de Mendoza et al. (1983) sur le cultivar péruvien de *Leucaena* a montré que le rendement en protéines brutes est de 5,3 tonnes par ha par an pour une hauteur de coupe de 3,0 m avec des intervalles de récolte de 8 semaines, alors qu'il est de 4,5 tonnes par ha par an pour une hauteur de coupe de 3,0 m avec des intervalles de récolte de 12 semaines. Pour une hauteur de 3,0 m avec des intervalles 16 semaines, le rendement est de 4,7 tonnes de protéines brutes par ha par an.

1.4.2 Potentiel d'utilisation de *Leucaena* dans les aliments pour animaux

Quelques auteurs ont calculé l'accumulation et la répartition des éléments nutritifs dans la biomasse de *Leucaena*. NAS (1984) rapporte les données suivantes pour les feuilles sèches de *Leucaena* aux Philippines: 2,3 à 4,3% d'azote, 0,2 à 0,4% de phosphore, 1,3 à 4,0% de potassium, 0,8 à 2,0% de calcium et 1,0% de magnésium. En se basant sur cette analyse, un

hectare de *Leucaena* arbustif coupé à une hauteur d'un mètre à chaque 3 mois peut fournir un feuillage contenant 500 à 600 kg d'azote, 44 kg de phosphore et 787 kg de potassium et aussi du calcium et des oligo-éléments (Lulandala et Hall, 1991). Toutefois, les ingrédients nutritifs de *Leucaena* dépendent aussi de la fertilité du sol (Ahmad et Ng, 198; Van den Beldt, 1982).

Dans des situations favorables, les pâturages mixtes combinant *Leucaena* et des graminées dans une proportion de 1 : 1 pourraient supporter 6 bovins ou plus par ha au cours de la saison sèche et ils sont rapidement reconstitués au début de la saison de pluie (NAS, 1984). Quirk et al (1988) ont montré que la vitesse de croissance du bétail a été augmentée par le pâturage de *Leucaena leucocephala*. Les jeunes bovins alimentés avec de la canne à sucre coupée supplémentée de *Leucaena* ont gagné 0,6 kg de poids vif par jour (NAS, 1977).

Au Nord de l'Australie, on a constaté que le gain annuel de poids vif des bovins pâturant un mélange de *Leucaena* et d'herbe est 900 kg / ha. Ce gain est le double pour de bons pâturages tropicaux ou des pâturages de légumineuses (NAS, 1977). Chee et Devendra (1983) ont observé que le gain de poids vif des bovins augmente directement avec l'augmentation de la proportion du *Leucaena* dans le pâturage. Au sud-est de l'île de Queensland en Australie, Jones et Bray (1983) ont constaté que de jeunes bovins pâturant la plante de *Leucaena* ont obtenu un gain de poids vif de 50 à 100% supérieur à ceux pâturant des pâturages « siratro » (*Glycine vightii*), qui est considéré localement comme le meilleur choix. D'autres auteurs ont aussi montré que l'inclusion de proportions appropriées de *Leucaena* dans le régime alimentaire améliore considérablement le gain de poids vif de la chèvre, du mouton, du porc et du lapin (Chee et Devendra, 1983 ; Dingayan et Fronda, 1950 ; Malynics, 1974 ; Manidool, 1983 ; NAS, 1984).

À Hawaïi, les vaches alimentées avec un régime alimentaire contenant du *Leucaena*, atteignent un rendement annuel en lait de 9700 litres par ha (NAS, 1984 ; Plucknett, 1970 ; Stobbs, 1972). Au sud de l'Australie, le rendement annuel en lait des vaches nourries avec du *Leucaena* peut atteindre 5000 à 6000 litres par ha (NAS, 1977). Une étude réalisée en Inde a prouvé que des vaches et des buffles nourris avec un régime contenant 10% de feuillage de *Leucaena* produisent un rendement de lait de 20% supérieur à celui du groupe de témoin sans

Leucaena (Ghatnekar et al., 1983). Le lait de ces vaches a une couleur jaunâtre attribuée au carotène contenu dans *Leucaena*. Les régimes alimentaires contenant du *Leucaena* améliorent l'efficacité reproductive des vaches, le rendement en œufs et le taux d'éclosion des œufs chez les poules (NAS, 1984). Une autre recherche réalisée à l'Université d'Hawaïi a aussi montré que des poules nourries avec un régime alimentaire contenant la farine de feuilles de *Leucaena* ont connu une augmentation du taux d'éclosion des œufs (NAS, 1977).

Chez les non-ruminants, la tolérance à la mimosine est plus basse que celle des ruminants puisque la conversion de la mimosine en DHP est limitée à cause du niveau élevé d'acide dans leur estomac. Le porc est sensible à la mimosine. Pourtant, en Papouasie-Nouvelle-Guinée et aux Philippines, la farine de feuilles de *Leucaena* a été utilisée d'une manière satisfaisante pour compléter la ration (jusqu'à 10%) des porcs en croissance (Leche, 1974).

Chez les oiseaux, l'utilisation de *Leucaena* à des doses excessives pourrait retarder la maturité sexuelle, ce qui limite l'utilisation de la farine de feuilles de *Leucaena* dans la ration du poulet. Pourtant, la farine de feuilles de *Leucaena* devient un ingrédient alimentaire populaire pour les oiseaux élevés aux Philippines puisqu'elle fournit économiquement beaucoup de protéines, de minéraux et de vitamines. La farine de *Leucaena* contient aussi une teneur en carotène deux fois plus élevée que la luzerne. Ceci contribue à fournir une quantité considérable de vitamine A dans la ration de l'oiseau. Un régime alimentaire contenant de 4 à 6% de farine de feuilles de *Leucaena* peut restituer la santé des oiseaux et des porcs souffrant d'une carence en vitamine A (NAS, 1977). De plus, la richesse en pigments de la farine de feuilles de *Leucaena* augmente aussi l'intensité de la couleur du jaune de l'œuf et de la peau des oiseaux. Les résultats de l'utilisation de *Leucaena* chez les oiseaux seront développés davantage dans la section 1.5.

En conclusion, *Leucaena* présente un grand potentiel d'utilisation comme fourrage et comme source de nutriments pour les animaux, surtout dans les régions tropicales arides et durant l'hiver. Le rendement en fourrage et en nutriments varie largement selon l'espèce et le cultivar et dépend de plusieurs autres facteurs. *Leucaena* est généralement capable de produire

en quantité un fourrage de bonne qualité. Elle est très convenable pour les ruminants et peut aussi servir à nourrir les non-ruminants et les oiseaux. Elle constitue une importante source d'aliment disponible dans le cas des pays tropicaux en voie de développement (D'Mello et Thomas, 1977 ; Ter Meulen et al, 1979 ; Kale, 1987).

1.5 Résultats de l'utilisation de *Leucaena* chez les oiseaux.

Contrairement aux ruminants, les études sur les effets du *Leucaena* chez les oiseaux sont peu nombreuses. Ces études examinent essentiellement les effets de *Leucaena* sur la croissance, la reproduction, l'efficacité alimentaire et la santé des oiseaux. Plusieurs études arrivent aux mêmes conclusions, soit que la farine de feuilles à des niveaux de 4 à 6% de la ration n'a pas d'effets néfastes sur la croissance et l'efficacité alimentaire des poulets (Fraga et al., 1992; Hanif et al., 1985; D'Mello et al., 1987). La couleur du jaune d'œuf et de la carcasse ainsi que l'éclosion de l'œuf sont améliorées par la ration contenant de la farine de feuilles (D'Mello et al., 1987; NAS, 1984; NAS, 1977). Les études rapportent aussi que la farine de feuilles traitées pour diminuer la toxicité peut être utilisée à des niveaux supérieurs à 6% sans causer d'effets néfastes pour l'oiseau (Ahmed et al, 1991; Moat-M, 1988; Muthy et al, 1994). À des doses excessives dans la ration (> 10%), on note une détérioration de la croissance, de l'efficacité alimentaire et des cas d'hémorragie et de nécrose de l'appareil digestif (D'Mello et al, 1987; Nataman et Chandrasekaran, 1996; D'Mello et Taplin, 1978 et D'Mello et Acanovic, 1982b; Sharif et al, 1995). Par contre, d'autres études montrent que les performances des oiseaux ne sont pas affectées par la farine de feuilles de *Leucaena* même à des niveaux élevés (10 à 15%) dans la ration (Hussain et al., 1991; Murthy et al., 1994).

1.5.1 Utilisation de *Leucaena* chez les poulets

1.5.1.1 Utilisation des feuilles de *Leucaena*

1.5.1.1.1 Utilisation des feuilles brutes

L'étude de Fraga et al (1992), effectuée à Cuba sur 540 poulets blancs Cornish x Plymouth, a montré que des poulets nourris avec une ration contenant 5% de farine de feuilles de *Leucaena* séchées au soleil en remplacement d'une partie de la ration à base de maïs et de tourteau de soja pendant la période de 0 à 4 semaines d'âge ont connu un gain de poids vif plus important à l'âge de 6 semaines. L'efficacité alimentaire de ce groupe est plus élevée que celle du groupe de poulets témoins recevant la ration sans farine de feuilles.

Hanif et al (1985) ont utilisé 5% de farine de feuilles d'*Ipil-ipil* (une variété de *L. leucocephala*) pour remplacer une partie de la farine de poisson dans la ration de poulets Rhode Island à compter de 3 semaines d'âge. Les deux rations étaient isoprotéiques. Les résultats obtenus ont montré que l'utilisation de 5% de farine de feuilles d'*Ipil-ipil* dans la ration n'a pas eu d'effet néfaste sur la croissance, la consommation alimentaire et la maturité sexuelle des poulets. L'étude d'Abriam (1981) effectuée avec des poussins alimentés avec des rations contenant 0, 2, 4, 6, 8 ou 10% de la farine des feuilles d'*Ipil-ipil* pendant la période de démarrage a montré que la présence d'*Ipil-ipil* dans la ration affecte significativement le gain de poids vif hebdomadaire et celui à l'âge de 7 semaine, la consommation alimentaire pendant les premiers 7 jours et la conversion alimentaire. Cependant, la mortalité des poussins n'a pas été influencée par les rations contenant de l'*Ipil-ipil*. Les poulets alimentés avec la ration contenant 4% de farine de feuilles d'*Ipil-ipil* ont présenté des performances supérieures au groupe de témoin, alors que la ration contenant plus de 6% d'*Ipil-ipil* a diminué la vitesse de croissance des poussins. De même, après avoir effectué une étude avec 150 poulets de souche Hubbard alimentés avec des régimes alimentaires isoprotéiques et isoénergétiques contenant 0, 3, 6, 9 et 12% de la farine de feuilles pendant 8 semaines, Chen et Lai (1981) ont conclu que l'efficacité alimentaire et le gain de poids vif diminuent avec des taux élevés de farine de feuilles. La farine de feuilles peut être utilisée à un niveau maximal de 3% de la ration.

D'Mello et al (1987) ont observé que la farine de feuilles de *Leucaena* améliore la couleur de la carcasse du poulet et que l'utilisation de 5% de farine de feuilles en remplacement d'une partie de la ration de base des poulets n'a provoqué aucun effet néfaste sur la croissance du poulet. Cependant, la croissance du poulet a été significativement

diminuée avec une ration contenant 10% de farine de feuilles, tout comme l'efficacité alimentaire à des taux d'incorporation de 5 et 10%.

Certaines études ont démontré que l'incorporation de farine de feuilles de *Leucaena* à des niveaux supérieurs à 6% de la ration ne cause aucun effet nuisible sur la croissance, l'efficacité alimentaire et la santé des poulets. Prasert Pojun et Sumon Pojun (1989) ont montré qu'il n'y avait pas de différence significative pour la vitesse de croissance et pour la conversion alimentaire entre des groupes de poulets indigènes de la Thaïlande nourris avec une ration contenant 5% de farine de feuilles et 3% de farine de poisson (ration témoin) ou avec des rations contenant 10 et 15% de la farine de feuilles de *Leucaena* et sans protéines animales, pendant toute la durée d'élevage de 0 à 42 jours d'âge. Cependant, le groupe de poulets recevant une ration contenant 20% de farine de feuilles a présenté une croissance et une efficacité alimentaire plus faible que celles du groupe de poulets alimentés avec une ration contenant 5% de farine des feuilles et 3% de farine de poisson ($P < 0,01$). Ce dernier groupe a d'ailleurs obtenu les meilleures performances. Ces auteurs ont aussi suggéré que la farine de feuilles de *Leucaena* peut être incluse à des taux de 10 à 15% dans la ration des poulets indigènes en absence de farine de poisson.

Hussain et al (1991) n'ont pas observé de différences significatives entre des groupes de poulets recevant 0, 5, 10 et 15% de farine de feuilles de *Leucaena* en remplacement d'une partie de tourteau d'arachide en ce qui concerne le gain de poids vif et l'efficacité alimentaire pendant la période d'élevage de 1 à 35 jours d'âge. Toutefois, la ration contenant 20% de farine de feuilles produit les résultats significativement plus faibles.

Gulraiz et al (1991) ont aussi montré qu'il n'y avait pas de différence significative pour le gain de poids vif entre les poulets nourris avec une ration contenant 12% de farine de feuilles de *Leucaena* et ceux nourris avec une ration sans *Leucaena*. Ces résultats sont en accord avec ceux de Bastarrchea et al (1980) qui n'ont constaté aucun effet néfaste sur la croissance chez des poulets nourris avec une ration contenant 12,5% de farine de feuilles de *Leucaena*. Acamovic et D'Mello (1980) ont aussi démontré qu'une ration contenant 15% de

la farine de feuilles de *Leucaena* ne cause pas d'effets nuisibles sur la vitesse de croissance des poulets.

Cependant, certaines autres études ont mis en évidence les effets négatifs de l'addition de farine de feuilles à la ration des oiseaux sur la croissance et l'efficacité alimentaire. En Inde, Nataman et Chandrasekaran (1996) ont observé que le gain de poids vif des poulets nourris avec des régimes alimentaires contenant 5% et 10% de farine de feuilles de *Subabul* (une variété de *L. leucocephala*) était significativement plus faible que celui des poulets nourris avec un régime témoin sans farine de feuilles. L'efficacité alimentaire des poulets nourris avec un régime contenant 10% de farine de feuilles est significativement plus faible que celle des poulets nourris avec des régimes alimentaires contenant 0 et 5% de la farine de feuilles. Des résultats similaires ont été rapportés par D'Mello et al (1987), D'Mello et Taplin (1978) et D'Mello et Acamovic (1982b).

En résumé, les résultats obtenus des études montrent que la farine de feuilles de *Leucaena* semble avoir des effets variables sur les performances des poulets. Ces différences pourraient être liées à la tolérance aux substances antinutritionnelles, au besoin nutritif de la race des poulets et à la teneur en mimosine des feuilles utilisées dans ces études.

1.5.1.1.2 Utilisation des feuilles trempées dans l'eau

Le trempage dans l'eau peut diminuer considérablement la teneur des feuilles de *Leucaena* en mimosine (Soedarjo et Borthakur, 1996), ce qui permet d'augmenter le taux d'incorporation de feuilles de *Leucaena* dans la ration des oiseaux. En Inde, Murthy et al (1994) ont montré qu'il n'y avait pas de différences significatives pour le gain de poids et la conversion alimentaire entre le groupe de poulets nourris avec une ration contenant 20% de farine de feuilles de *Subabul* trempées dans l'eau pendant 12 h et le groupe de poulets du groupe témoin sans farine de feuilles de 0 à 8 semaines d'âge. Par contre, en Thaïlande, Chupong (1989) a rapporté que les performances des poulets nourris avec des rations contenant de la farine de feuilles de *Leucaena* traitées par macération dans l'eau ont été diminuées linéairement avec l'augmentation de 0 à 20% du taux de farine de feuilles dans la

ration. Cependant, la couleur des pattes était significativement améliorée. Les poulets nourris avec la ration contenant 15% de farine de feuilles ont atteint l'intensité de couleur la plus élevée. La différence des performances des poulets entre ces deux études pourrait être liée à la race des poulets et à la teneur en substances antinutritionnelles de la farine de feuilles utilisées.

1.5.1.1.3 Utilisation des feuilles traitées chimiquement

L'utilisation des traitements chimiques est aussi considérée comme une solution possible pour diminuer la toxicité de *Leucaena* et pour améliorer les performances des oiseaux. Acanovic et D'Mello (1980) et D'Mello et Acamovic (1982b) ont montré que l'addition de FeSO_4 ou de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ à des régimes alimentaires contenant de la farine de feuilles de *Leucaena* augmente l'excrétion de la mimosine dans les fientes chez le poulet et que cette excrétion était complète suite à l'ajout de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. D'Mello et Acamovic (1989) ont aussi trouvé que l'addition de FeSO_4 et de polyéthylène glycol à des régimes alimentaires contenant de la farine de feuilles de *Leucaena* réduit considérablement les effets toxiques de ce produit. Gulraiz Ahmed et al (1991) ont aussi montré qu'il n'y avait aucune différence significative pour la vitesse de croissance et pour l'efficacité alimentaire entre les groupes de poulets nourris avec un régime alimentaire contenant 12% de farine de feuilles de *Leucaena* traitées par l'ajout de 12 g FeSO_4 ou de 2 g NaOH ou de la combinaison de 12 g FeSO_4 et de 2 g NaOH / 100 g à la farine de feuilles et le groupe de poulets recevant un régime alimentaire sans farine de feuilles. Moat-M (1988) a aussi observé une amélioration de la croissance des poulets nourris avec un régime contenant 15% de farine de feuilles de *Leucaena* traitées avec une solution de chlorure ferrique (5% FeCl_3) à 80 à 90⁰ C pendant 15 minutes par rapport aux poulets nourris avec un régime contenant 15% de farine de feuilles non-traitées avec d'une solution de chlorure ferrique entre 7 à 28 jours d'âge.

1.5.1.2 Utilisation des graines de *Leucaena*

Outre les feuilles, les graines du *Leucaena* sont aussi une source intéressante de protéines qui peut être utilisée pour nourrir des oiseaux. Toutefois, on constate que les graines contiennent une concentration élevée de plusieurs facteurs antinutritionnels tels que la

mimosine (14,2%), les tanins (0,8%) et la gomme de galactane (24,6%) (Shejav et Prasad, 1995). Par conséquent, une quantité élevée de graines dans la ration peut provoquer des effets nuisibles chez les oiseaux. Sharif et al (1995) ont utilisé des rations contenant 0, 5, 10, 15 ou 20% de farine de graines de *Subabul* en remplacement de maïs et de tourteau d'arachide. Les résultats obtenus ont montré que le gain de poids vif, la consommation alimentaire et l'efficacité alimentaire ont été diminués chez les poulets alimentés avec des rations contenant 10, 15 et 20% de la farine des graines pendant la période de 0 à 8 semaines d'âge. La mortalité des poulets alimentés avec une ration contenant 20 % de farine de graines a atteint 25%. De même, en utilisant des rations isoprotéiques contenant 0, 5, 10, 15 ou 20% de farine de graines, Lee Bryant et Yang (1982) ont aussi trouvé que la croissance et l'efficacité alimentaire diminuent chez les poulets nourris avec des régimes alimentaires contenant 5 à 20% de farine de graines. L'addition de 0,3% FeSO_4 aux régimes alimentaires contenant la farine de graines n'a pas significativement amélioré la croissance et l'efficacité alimentaire des poulets. Okonkwo et al (1995) ont aussi observé des effets néfastes de la farine de graines de *Leucaena* sur la croissance et l'efficacité alimentaire des poulets, à des taux d'incorporation de 10 et 20% en remplacement du tourteau d'arachides dans les rations.

Cependant, à des niveaux faibles d'incorporation dans la ration ou après des traitements appropriés, les graines de *Leucaena* peuvent être utilisées chez les oiseaux sans effets néfastes. Reddy et al (1995) ont utilisé des rations isoprotéiques contenant 0, 5, 10 ou 15% de farine de graines de *Subabul* de *L. leucocephala* pour nourrir des poulets entre 10 et 45 jours d'âge. Les résultats obtenus ont montré que les poulets nourris avec une ration contenant 5% de farine de graines présentent le gain du poids vif et l'efficacité alimentaire les plus élevés par rapport aux poulets nourris avec des rations contenant 0, 10 et 15% de farine de graines

Les graines de *Leucaena* décortiquées, après macération dans l'eau, chauffage et lavage, peuvent aussi être utilisées comme source supplémentaire de protéines pour les oiseaux. Des oiseaux alimentés avec un régime alimentaire contenant 10% de graines traitées n'ont montré aucune dégradation de la croissance, de l'efficacité alimentaire, de la qualité et du taux d'éclosion des œufs. La composition des carcasses et la qualité du sperme n'étaient

pas affectées (Bryant, 1980). Melchor et Valdez (1987) ont aussi prouvé que le remplacement d'une partie d'une ration commerciale avec de la farine de graines d'*Ipil-ipil* traitées à l'eau améliore significativement la croissance des poulets de Magnolia entre 0 à 4 semaines d'âge et les poulets nourris avec une ration contenant 5% de farine de graines d'*Ipil-ipil* ont présenté le poids vif le plus élevé et l'efficacité alimentaire la plus grande par rapport aux poulets nourris par des rations contenant 0, 10 et 15% de farine de graines.

1.5.2 Utilisation de *Leucaena* chez la poule pondeuse

Certains autres auteurs ont aussi vérifié les effets de *Leucaena* chez la poule pondeuse. Les résultats obtenus semblent indiquer que la poule est capable de supporter des doses de *Leucaena* supérieures au poulet. Ekpenyong (1989) a trouvé que des poules nourries avec des régimes alimentaires contenant 10 et 20% de farine de feuilles fanées pendant 3 jours avant le séchage au soleil ont perdu du poids vif et que la production d'œufs a diminué pendant les 2 premières semaines. Par la suite, le poids vif, la consommation alimentaire et la production d'œufs de ces poules se sont rétablis. Il n'y avait pas de différences significatives pour le poids vif, la consommation alimentaire et la production d'œufs entre le groupe de poules témoin (sans farine de feuilles de *Leucaena*) et les groupes de poules nourries avec des régimes contenant de la farine de feuilles. Les poules alimentées avec un régime contenant 20% de farine de feuilles ont produit des œufs plus gros avec un jaune plus foncé comparativement au groupe témoin.

Aux Philippines, Austria (1986) rapporte qu'un taux de 10% de farine de feuilles d'*Ipil-ipil* (cultivar de *L. leucocephala*) traitées au NaOH dans un aliment commercial ne cause pas d'effets toxiques chez la poule. Rakhee-Bhatnagar et al (1996) ont aussi constaté qu'il n'y avait pas de différence significative pour les performances de croissance entre des poules blanches Leghorn alimentées avec des rations contenant 5 et 10% de farine de feuilles de *Leucaena* et celles alimentées avec une ration sans farine.

Aquino (1986) a montré que des poules alimentées avec un régime alimentaire contenant 5% de farine de feuilles d'*Ipil-ipil* en remplacement d'une partie d'une ration

commerciale obtiennent la production d'œufs la plus élevée et le gain de poids vif le plus grand par rapport aux poules alimentées avec des régimes alimentaires contenant 0, 10 et 15% de farine de feuilles. L'intensité de la couleur du jaune d'œuf a été améliorée avec l'augmentation du pourcentage de farine de feuilles dans la ration.

La farine de feuilles de *Leucaena* influence aussi l'âge à la maturité sexuelle de la poule. Les performances des poules sont diminuées avec des rations contenant des doses excessives de *Leucaena*. Springhall (1965) a rapporté que la mimosine de la feuille de *Leucaena* peut être un inhibiteur de la maturité de la poule. Cependant, à un taux de 5% dans la ration, la farine de feuilles de *Leucaena* n'a pas d'effets néfastes sur la maturité sexuelle de la poule (Upase et Jadhav, 1994; Tangendjaja et Sarmanu, 1986). Cette réduction pourrait être attribuée à la toxine principale de *Leucaena* soit la mimosine (Rakhee-Bhatnagaret al., 1996). D'autres paramètres caractérisant la qualité de l'œuf comme l'épaisseur de la coquille ne sont pas significativement influencés par une ration contenant de la farine de feuilles de *Leucaena*.

1.5.3 Utilisation de *Leucaena* pour les animaux au Vietnam

Au Vietnam, les études sur les effets de *Leucaena* chez les oiseaux sont rares. Cependant, Nguyen Ngoc Ha et al (1994) ont observé que des rations contenant de 3 à 5% de farine de feuilles produisent des effets positifs sur la production et le taux d'éclosion des œufs et que la teneur en carotène de l'œuf augmente avec le taux d'incorporation de la farine dans la ration. Tu Quang Hien (1994) a utilisé des feuilles de *Leucaena* dans les aliments pour les porcs, les lapins et les chèvres et d'autres auteurs vietnamiens ont aussi utilisé *Leucaena* comme ingrédient alimentaire pour les bovins et les buffles. Les résultats obtenus démontrent que l'on peut incorporer avec profit *Leucaena* dans la ration.

En résumé, les feuilles et les graines de *Leucaena* sont les deux parties de la plante contenant le plus d'éléments nutritifs. Elles peuvent être utilisées comme source de protéines, de pigments et de vitamines. Des études des effets des feuilles et des graines de *Leucaena* sur l'oiseau ont été effectuées sur divers aspects et à différents niveaux d'incorporation dans la ration. Aux niveaux appropriés dans la ration, l'utilisation des feuilles et des graines de

Leucaena ne cause pas d'effets négatifs sur la croissance, l'efficacité alimentaire du poulet, la production, la qualité et l'éclosion des œufs de poule et sur la composition de la carcasse des volailles. Cependant, les taux les plus appropriés et les moyens les plus efficaces de traitement en vue d'éliminer les effets toxiques du *Leucaena* doivent être étudiés davantage.

1.6 Conclusion

Leucaena est une légumineuse d'origine tropicale capable de produire une quantité importante de fourrage de bonne qualité. Ses feuilles et ses graines sont des ingrédients alimentaires riches en protéines, en minéraux en vitamines et en pigments. *Leucaena* est très convenable pour les ruminants et peut aussi servir à nourrir les non-ruminants et les oiseaux. Elle constitue une importante source d'aliment disponible localement dans le cas des pays tropicaux en voie de développement. La présence de facteurs antinutritionnels dont la mimosine semble le plus important est un obstacle à l'utilisation courante de *Leucaena* dans les aliments pour animaux (Castillo et al. , 1964 ; Holmes, 1981 ; Hutton et Gray, 1959 ; Jones et Bray, 1983 ; Lowry, 1983). Cependant, il semble exister des moyens qui pourraient permettre de réduire ce problème.

1.7. Liste des ouvrages cités

- Abriam, R.M. 1981. Performance of broilers (Peterson strain) fed with starter mash and different amounts of *Ipil-ipil* (*Leucaena*) leaf meal. *Leucaena Research Reports*. 2: 41.
- Acamovic, T et D'Mello, J.P.F. 1980. The effect of metal ion supplemented *Leucaena* diets on chicks growth and mimosine excretion. *Leucaena Newsletter*, 1: 38.
- Acamovic, T et D'Mello, J.P.F. 1984. Trypsine inhibition by *Leucaena* leaf meal, *Leucaena* seeds and mimosine. *Leucaena Research Reports*. 5: 74-75.
- Acamovic, T., D'Mello J.P.F et Fiona M.Renwich. 1986. The presence of saponins in *Leucaena* leaf meal and seeds. *Leucaena Research Reports*. 7: 106-107.
- Ahmad, N et Ng, F.S.P. 1981. Growth of *Leucaena leucocephala* in relation to soil pH nutrient levels and *Rhizobium* concentration. *Leucaena Research Reports*. 2: 5-10.
- Akbar, M.A et Gupta, P.C. 1984a. Nutrient composition of different cultivars of *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Research Reports*. 5: 14-15.
- Akbar, M.A et Gupta, P.C. 1984. Mimosine in subabul (*Leucaena leucocephala*) Indian I Dairy Sci. 37: 287-289.
- Akbar, M.A et Gupta, P.C. 1985. Proximate composition, tannin and mimosine and mineral content of various plant parts of subabul (*Leucaena leucocephala*). Indian J. Anim. Sci. 55: 808-812.
- Anslow, R.C. 1957. Investigation into the potential productivity of 'Acacia' (*Leucaena glauca*) in Mauritius. *Revue agricole et sucrière de l'Ile Maurice*. 36: 39-49.
- Aquino, P.L. 1986. Effect water-soaked *Ipil-ipil* (*Leucaena leucocephala*) leaf meal on egg production and egg quality of single comb white leghorn caged layers. CLSU [Centre Luzon State University] Sci. J. (Philippine), v.5 (2); v.6 (1): 84-85.
- Arora, S.K et Joshi, U.N. 1984. Chemical composition of *Leucaena* seeds. *Leucaena Research Reports*. 5: 16.
- Astuti, M., Indrati, R et Atmajaya, Y. 1989. The iron bioavailability of *Leucaena leucocephala* tempeh. R. Soc. Chem. 72 (Special Pub): 197-201.
- Austin, M.T., Sorensson, C.T., Brewbaker, J.L et Sun,W. 1992. Mineral nutrient concentrations in edible forage fractions of 20 *Leucaena* genotypes at Waimanalo, Hawaii. *Leucaena: research reports*. 13: 77-81.
- Austria, P.Jr. 1986. Feeding ten-week old pullets with sodium hydroxide-treated *Ipil-ipil* leaf meal until point of lay. CLSU [Centre Luzon State University] Sci. J. (Philippines), v.5 (2); v.6(1): 85.

- Bastarrachea, J.L., Laviada, E.M., Lopez, M., Lopez, C., Echazarreta, C., Franco et Godoy, R. 1980. Observations on the effect of *Leucaena* meal for laying hens and broiler. *Trop. Anim. Prod.* 5: 301-302.
- Benge, M.D et Curran, H. 1981. The use of *Leucaena* for soil erosion control and fertilization. In :Benge MD, ed. *Leucaena leucocephala : a tree that defies the woodcutter.* Washington, DC: Office of Agriculture, Development; Section 6: 1-13.
- Brewbaker, J.L et Hutton, M.E. 1979. *Leucaena*. In: G.A.Ritchie (Editor). *New Agricultural Crops. AAAS Selected Symposium 38*, West View Press, Colorado, Chapter 10.
- Brewbaker, J.M. 1987. *Leucaena* : a multipurpose tree genus for tropical agroforestry. In H.A. Stepler and P.K.R.Nair, eds. *Agroforestry: a decade of development.* Nairobi: ICRAF: 289-323.
- Brewbaker, J.L., Plucknett, D.L et Gonzalez, V. 1972. Varietal variation and yield trials of *Leucaena leucocephala* (*Koa haole*) in Hawaii. *Research Bulletin 166*. Honolulu, Hawaii (USA): University of Hawaii Agricultural Experiment Station, pp. 28.
- Bryant P.K. Lee. 1980. Feeding value of *Leucaena* seeds for swine, chickens and rats. *Leucaena Newsletter*. 1: 35.
- Castillo, L .S., Aglibut, F.B., Gerpario, A.L., Gloria,L.S., Catapia, A.R. and Resurreccion, R.S. 1964 . *Leucaena leucocephala* Benth. For poultry and livestock. 1. Leaf meals with high and low mimosine content in chick rations. *Philippine Agriculturalist*. 47: 393-411.
- Chandrasekaran, N.R. 1981. Studies on forage potential of *Leucaena*. *Leucaena Research Reports*. 2: 19-21.
- Chandrasekharan, P et Govindaswamy, M. 1985. Occurrence of mimosine in the leaves of some species of *Leucaena* and hybrid derivatives of *L. diversifolia* and *L.leucocephala*. *Leucaena Research Reports*. 6: 25-26.
- Chee, W.C et Devendra, C. 1983. Research on *Leucaena* forage production in Malaysia. In *Leucaena Research in the Asian-Pacific Region*. Ottawa: IDRC, pp.55-60.
- Cheeke, P.R. 1976. Nutritional and physiological properties of saponins. *Nutr. Rep. Int.* 13: 315-324.
- Chen, M.T et Lai, Y.L. 1981. Effect of *Leucaena* diet on chick growth. *Leucaena Research Reports*. 2: 47.

- Christie, G.S., Lee, C.P et Hegarty, M.P. 1979. Antithyroid properties of 3-hydroxy-4(1H)-pyridone: antiperoxydase activity and effect on the thyroid function. *Endocrinology*, 105: 342-347.
- Chupong, S. 1989. Effect of water-soaked *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) leaf meal in broiler ration. Bangkok (Thailand), 72 leaves.
- D'Mello J.P.F et Thomas, D. 1977. Animal feed. In: Rushkin FR,ed. *Leucaena* : promising forage and tree crops for the tropics. Washington, DC: National Academy of Sciences: 30-32.
- D'Mello, J.P.F et Acamovic, T. 1985. *Leucaena* as a source of xanthophyll pigments for poultry. *Leucaena Research Reports*. 6: 76-77.
- D'Mello, J.P.F et Acamovic, T. 1982a. Apparent metabolizable energy value of dried *Leucaena* leaf meal for young chicks. *Trop. Agric. (Trinidad)* 59: 329-332.
- D'Mello, J.P.F et Taplin, D.E. 1978. *Leucaena leucocephala* in poultry diets for the tropics. *Worl. Rev. Anim. Prod.* 14: 3: 41-47.
- D'Mello, J.P.F et Thomas, D. 1978. The nutritive value of dried *Leucaena* leaf meal form Malawi: Studies with young chicks. *Trop. Agric. (Trinidad)* 55: 45-50.
- D'Mello, J.P.F et Acamovic, T. 1982b. Growth performance of, and mimosine excretion by, young chicks fed on *Leucaena leucocephala*. *Anim. Feed Sci. Technol.* (Netherlands).7: 247-255.
- D'Mello, J.P.F et Fraser, K.W. 1981. The composition of leaf meal from *Leucaena leucocephala*. *Trop. Sci.* 23: 75-78.
- D'Mello, J.P.F et Acamovic, T. 1981. The metabolisable energy value of *Leucaena leucocephala* leaf meal for chicks. *Leucaena Research Reports*. 2: 63.
- D'Mello, J.P.F., Acamovic, T et Walker, A.G. 1983. Nutrient content and apparent metabolizable energy values of full-fat winged beans (*Psophocarpus tetragonolobus*) for young chicks. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 60: 290-293.
- D'Mello, J.P.F., Acamovic, T et Walker, A.G. 1987. Evaluation of *Leucaena* leaf-meal for broiler growth and pigmentation. *Trop. Agric.* 64(1): 33-35.
- D'Mello, J.P.F et Acamovic, T. 1989. *Leucaena leucocephala* in poultry nutrition – a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 26:1-2, 1-28.
- Damothiran et Chandrasekaran, N.R. 1982. Nutrition studies with *Leucaena* forage. *Leucaena Research reports*. 3: 21-22.

- De Wreede, S et Wayman, O. 1970. Effect of mimosine on the rat foetus. *Teratology*. 3: 21-27.
- Deshumkh, A.P; Doiphode, D.S; Desale, J.S et Deshmukh, J.S. 1987. Chemical composition of *Sababul* as influenced by types and growth stages. *Journal of Maharashtra Agricultural University (India)*.12: 25-27.
- Dhamothiran, L., Paramathma, M., Surendran, C et Chandrasekharan. 1991. *Leucaena* – a source of protein and concentrate. *Leucaena Research Reports*. 12: 29-30.
- Dingayan, A.B et Fronda, F.M. 1950. Comparative study on the influence of leaves and young shoots of dentrosema, *Ipil-ipil* and sweet potato as green feed in the growth of chicks. *Philippine Agriculturalist*. 34: 110-113.
- Ekpenyong, T.E. 1986. Nutriment and amino acid composition of *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Anim.Feed Sci.Technol.*, 15: 183-187.
- Ekpenyong, T.E. (1989). Effect of *Leucaena* leaf meal in layer rations. *Leucaena Research Reports*. 10: 54.
- El-Ashry, M.A; Khattab, H.M; El-Nor, S.A.A et Abo-El-Nor, S.A. 1993. « *Leucaena leucocephala* »: a new forage for farm animals in Egypt. 2. The chemical composition of *Leucaena* leaves and mimosine detoxification at different stages of maturity. *Egyptian J. Anim. Prod.* 30: 1, 83-91.
- El-harith, E.A, Mohme H., Ter Meulen U., Bartha, M et Gunther. K.D. 1981. Effects of mimosine on some serum enzyme activities and amino acid metabolism in the rat. *Tierphysiol Tierernahrg Futtermittelkde.* 46: 255 –263.
- El-Harith EA., Hiller, A et Ter Meulen U. 1983. The effect of administration of glycine and tyrosine on the growth depression caused by mimosine in rats. *Z tierphysiol Tierernahrg Futteermittelkde.* 50: 132-137.
- Fowden, L., Lewis, D et Tristram, H. 1967. Toxic amino acids: Their action as anti-metabolites. *Adv Enzymol.* 29: 89-163.
- Fraga, L.M., Valdivie, M et Rodriguez, C. 1992. A Note the use of *Leucaena leucocephala* leaves in broiler diets. *Cuban J.Agric.Sci.* 26: 3, 283-285.
- Gandara, F.R., Goldfaib., Arias Manotti, A.A et Ramirez, W.M. 1986. *Leucaena leucocephala* (Lam) as a winter protein bank for native grassland in Corriantes Province. *Revista, Argentina de Production Animal* 6: 561-572.
- Garcia, G.W (1988). Production of *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) and Cassava (*Manihotesculenta*) forages and their nitrogen utilisation by growing dairy cattle fed sugarcane based diets. Ph.D. Thesis, Department Livestock Sciences. Faculty of Agriculture University of West Indies.

- Garcia, G.W., Ferguson, T.U., Neckles, F.A et Archibald, K.A.E. 1996. The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 60: 29-41.
- Gee, J.M., Blackburn, N.A et Johnson, I.T. 1983. The influence of guar gum on intestinal cholesterol transport in the rat. *Br. J. Nutr.*, 50: 215-224.
- General Statistical Office – Socialist Republic of Vietnam. 1997. Statistical yearbook. Statistical publishing house.
- Ghatnekar, S.D., Auti, D.G et Kamat, V.S. 1983. Biomangement of *Leucaena* plantation in Ion Exchange (India) Ltd. In: Chouinar A.ed. *Leucaena* research in the Asian-Pacific region- Proceedings of a workshop held in Singapore, Nov 1982. Ottawa: IDRC: 109-112.
- Ghatnekar, S.D., Auti, D.G et Kamat, V.S. 1983a. Feeding *Leucaena* to Mozambique tilapia and Indian major carps. In *Leucaena* Research in the Asian-Pacific Region. Ottawa: IDRC, pp. 61-63.
- Gowda, DR., Devegowda, G et Ramappa, BS. 1984. Effect of *Subabul* leaf meal (*Leucaena leucocephala*) and sorghum in layer diets. *Indian J. Poultry Sci.*, 19:3, 180-186.
- Grant, G., Greer, F., McKenzie, N.H et Pusztai, A. 1985. Nutritional response of mature rats to kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) lectins. *J. Sci. Food Agric.*, 36: 409-414.
- Gray, S.G. 1967. Inheritance of growth habit and quantitative characters in intervarietal crosses in *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Aust. J. Agric. Res.* 18: 64-83.
- Grove, J.A., Ballata P.D., Eastmo, V et Hwang, L.R. 1978. Studies on the metabolic effects of mimosine. *Nutr Rep Int.*, 17: 629-635.
- Guevarra, A.B., Whitney, A.S et Thompson, J.R. 1978. Influence of intr-row spacing and cutting regimes on the growth and yield of *Leucaena*. *Agronomy Journal.* 70: 1033-37.
- Gulrail Ahmed., Barque, A.R., Assad, A., Rasool. S., Hanjra, S.H et Iqbal, A. 1991. Effect of chemical treatment on nutritional value of *Leucaena (Ipil-ipil)* leaf meal in broiler ration. *Bangladesh J. Anim. Sci. (Bangladesh)*. 20(1-2): 9-14.
- Gupta, B.K., Ahuja, A.K et Khajuria, H.N. 1991. Fodder analysis of *Leucaena* varieties. *Leucaena Research Reports.* 12: 40-41.
- Gupta, V.K., Kewalramani, N., Ramachandra, K.S et Upadhyay, V.S. 1986. Evaluation of *Leucaena* species and hybrids in relation to growth and chemical composition. *Leucaena Research Reports.* 7: 43-45.
- Gupta, B.K., Ahuja, A.K et N.S. Malik. 1992. Seasonal variation in antiquality factors of *Leucaena leucocephala* in India. *Leucaena Research Reports.* 13: 26-28.

- Hanif, M.A., Hamid, M.A., Reza, M.A et Meah, M.N. 1985. A comparative study of *Ipil-ipil* and bean leaf meal on the performance of growing chicks [in Bangladesh]. *Bangladesh J. Anim. Sci. (Bangladesh)*. 14 (1-2): 36-42.
- Hashiguchi, H et Takashi, H. 1977. Inhibition of two copper-containing enzymes, tyrosinase and dopamine betahydroxylase, by L-mimosine. *Mol Pharmacol*. 13: 362-367.
- Hathcock, J.N et Labadan, M.M. 1975. Toxicity of mimosine and *Leucaena leucocephala* extracts to chicken embryos. *Nutr Rep Int*. 11: 63-69.
- Hauad Marroquin, L.A et Foroughbakhch, R. 1991. Variation in mimosine content among three species of *Leucaena* in eastern Nuevo Leon, Mexico. *Leucaena Research Reports*. 12: 63-65.
- Hegarty, M.P., Schinckel, P.G et Court, R.D. 1964a. Reaction of sheep to the consumption of *Leucaena Glauca* and to its toxic principle mimosine. *Aust. Agric. Res*. 15: 153-167.
- Hegarty, M.P., Court, RD et Thorne, MP. 1964b. The determination of mimosine and 3,4-dihydroxypyridine in biological material. *Aust. J. Agric. Res*. 15:168-179.
- Hewitt, D et Ford, J.E. 1982. Influence of tanins on the nutritional quality of food grains. *Proc. Nutr. Soc*. 41: 7-17.
- Holmes, J.H.F. 1981. Toxicity of *Leucaena leucocephala* for steers in the wet tropics. *Tropical Animal Health and Production*. 13: 94-100.
- Hongo, F., Tanaka A., Kawashima, Y., Tawata, S et Sumagawa, K. 1988. The effects of various kinds of mimosine reduced *Leucaena* meal on rats. *Jpn. J. Zootech. Sci*; 59: 688-700.
- Hossain, M.A., Mustafa, A.I., Alam, M et Khan, M.Z.A. 1991. Study on the removal of mimosine from *Ipil-ipil (Leucaena leucocephala)* seed. *J.Bangladesh Chem. Soc*. 4: 83-85.
- Houming, J. 1983. Introduction and trial plating of *Leucaena* in china. In *Leucaena Research in the Asian-Pacific Region*. Ottawa: IDRC: 123-126.
- Hu, T.W et Kiang, T. 1982. Wood production of spacing trial of *leucaena* in Taiwan. *Leucaena Research Reports*. 3: 59-61.
- Hulman, B., Owen, B et Preston, T.R. 1978. Comparison of *Leucaena Leucaena* and groundnut cake as protein sources for beef cattle fed ad libitum molasses / urea in Mauritius. *Trop. Anim Prod*. 3: 1-8.
- Hussain, J., Satyanarayana Reddy, P.V.V et Reddy, V.R. 1991. Utilisation of *Leucaena* leaf meal by broilers. *Br. Poultry Sci*. 32 (1): 131-137. ISSN: 0007-1668.

- Hutton, E.M. 1984. Breeding and selecting *Leucaena* for acid tropical soil. *Pesquina Agropecuaria Brasileira*. 19: 263-74.
- Hutton, E.M et Gray, S.G. 1959 . Problems in adopting *Leucaena glauca* as a forage for the Australian tropics. *Empire J. Exp. Agric.* 27: 187-196.
- Hyllin J.W. 1969. Toxic peptides and amino acids in foods and feeds. *J. Agric. Food Chem.* 17: 492-496.
- Jones, R.M et Jones, R.J. 1983. Nutrient concentration in edible material of *Leucaena leucocephala* cv Peru and *Cunningham*. *Leucaena Research Reports*. 4: 8.
- Jones, R.J et Winter, W.H. 1979-1980. Tropical crops and pastures. CSIRO Divisional Report. Melbourne, Australia: CSIRO.
- Jones, R.J. 1979. Value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. *World Animal Review*. 31: 13-23.
- Jones, R.J et Bray, R.A. 1983. Agronomic research in the development of *Leucaena* as a pasture legume in Australia. In *Leucaena Research in the Asian-Pacific Region*. Ottawa: IDRC, pp.41-48.
- Jones, R.J et Harrison, R.L. 1980. Survival of individual plants of *Leucaena leucocephala* in grazed stands. *Trop. Agric.* 57: 265-66.
- Jones, R.J et Megarrity, R.G. 1983. Successful transfer of DHP-degradation bacteria from Hawaiian goats to Australian ruminants to overcome the toxicity of *Leucaena*. *Aust. Vet. J.* 63: 259-262.
- Joshi, U.N., Arora, S.K., Paroda, R.S et Saini, M.L. 1983. Positional effect on chemical composition of *Leucaena* leaves. *Leucaena Research Reports*. 4: 24.
- Kadam, S.S., Smithard, R.R., Eyre, M.D et Armstrong, D.G. 1987. Effects of heat treatment of antinutritional factors and quality of proteins in winged bean. *J. Sci. Food Agric.* 39: 267-275.
- Kale, A.U. 1987. Nutritive value of *Leucaena leucocephala* (*Subabul*). Doctoral thesis, University of Bombay.
- Kamada Y., Oshiro, N., Oku. H., Hongo, F et Chinen, I. 1997. Mimosine toxicity in broiler chicks fed *Leucaena leucocephala* seed powder. *Anim. Sci. Tech.* 68:2, 121-130.
- Kewalramani, N., Ramchandra, K.S., Upadhyay, U.S et Gupta, V.K. 1987. Proximate composition, mimosine and mineral contents of *Leucaena* sp. and hybrids. *Indian J. Anim. Sci.* 57: 1117-1120.

- Kharat, S.T., Prasad, V.L., Sobale, B.N., Sane, M.S., Joshi, A.L et Rangnekar, D.V. 1980. Note on comparative evaluation of *Leucaena leucocephala*, *Desmanthus virgatas*, and *Medicago sativa* for cattle. *Indian J. Anim. Sci.* 64: 399-404 (Abstract).
- Khatta, V.K., Kumar, N., Gupta, P.C et Sagar, V. 1987. Effect of ensiling at different intervals on mimosine content of subabul (*Leucaena leucocephala*). *Indian J. Anim. Sci. (India)*. 57 (4): 340-342. ISSN: 0367-8318.
- Krishnamurthy, K et Mune Gowda, M.K. 1983. Forage yield of *Leucaena* var. K8 under rained conditions. *Leucaena Research Reports*. 4: 25-26.
- Labadan, M.M. 1969. Effects of various treatment and additives on the feeding value of *Ipil-ipil* leaf meal in poultry. *Philipp Agric.* 53: 392-401.
- Le Thi Hoa Binh, Vu Chi cuong, Hoang Thi Lung, Phan Thi Phan , Ngo Dinh Giang. 1990. Ket qua nghien cuu tuyen chon tap doan cay keo dau va cao luong lam thuc an gia suc. Ket qua nghien cuu KHKT 1985-1990, Bo nong nghiep va CNTP(Viet nam).
- Leche, T.F. 1974. Legumes and grazing ruminants a Papua New Guinea. *Science in New Guinea* 2: 30-33.
- Lee, Bryant P.K et Yang, Y.F. 1982. *Leucaena* seed as a feed ingredient for broiler chicks. *Leucaena Research Reports*. 3: 66.
- Leeson, S et Summers, J.D. 1997. *Commercial Poultry Nutrition* : 22-26. Guelph, Ont. University Books.
- Librojo, N.T et Hathcock, J.N. 1974. Metabolism of mimosine and other compounds from *Leucaena leucocephala* by the chicken. *Nutr. Rep. Int.* 9: 217-222.
- Lin, J.K et Tung, T.C. 1966. Biochemical study of mimosine. III. Comparative study on the activities of metal containing enzymes in B6-deficient and mimosa fed rats. *Tai-Wan I Hsueh-Hui Twa. Chin.* 65 : 119-124.
- Lin, J.K., Ling, T.A et Tung, T.C. 1965. Biochemical study of mimosine. II. Comparative study on the interaction of mimosine and other amino acids with pyridoxal 5-phosphate in vitro. *J. Formos Med. Assoc.*, 64 : 265-272.
- Lin, J.K., Lin, K.T., Ling, T.A et Tung, T.C. 1967. Biochemical study of mimosine. IV. Comparative of the effect of mimosine, phenylalanine, and glutamic acid on the activities of vitamin B₆-requiring enzymes in rats. *J. Formos Med. Assoc.* 66: 87-91.
- Lin, J.Y et Ling, K.H. 1962. Studies on the mechanism of toxicity of mimosine. *J. Formos Med. Assoc.* 61: 997.
- Lin, K.C., Lin, J.H et Tung, T.C. 1964. Effect of amino acids on the growth inhibition of rats caused by mimosine. *J. Formos Med. Assoc.*, 63 : 278-284.

- Lopez, P.L., Sayaboc, V.S et Deanon, A.S. 1979. The effect of ferrous sulfate on high *Ipil-ipil* *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit leaf meal fed layers. Philipp. Agric. 62 :116-129.
- Lowry, J.B. 1981. *Leucaena* research at BPT. *Leucaena* Research Reports. 2: 31-32.
- Lowry, J.B. 1983. Detoxification of *Leucaena* by enzymic or microbial processes. In *Leucaena* Research in the Asian-Pacific Region. Ottawa: IDRC: 49-54.
- Lowry, J.B., Cook, N et Wilson, R.D. 1984. Flavonol glycoside distribution in cultivars and hybrids of *Leucaena leucocephala*. J. Sci. Food Agric. 35: 401-407.
- Lulandala, L.L.L et Hall, J.B. 1991. *Leucaena leucocephala*: Potential role in rural development. International Council for Research in Agroforestry (ICRAF), pp. 65.
- Lulandala, L.L.L et Hall, J.B. 1988c. Nutrient accumulation in *Leucaena* aerial biomass and soil nutrient balance in a *Leucaena* wood production scheme under intercropping with maize and beans and in monoculture at Morogoro, Tanzania. Unpublished, pp. 16.
- Lyon, C.K. 1985. Degradation of mimosine during ensiling of *Leucaena*. J. Sci. Food Agric. 36: 936-940.
- Lyon, C.K et Kohler, G.O. 1981. Leaf protein concentrates from *Leucaena* leaves. *Leucaena* Research Reports. 2: 81.
- Maghembe, J.A., Kariuki, E.M et Haller, R.D. 1983. Biomass and nutrient accumulation in young *Prosopis juliflora* at Mombasa, Kenya. Agroforestry Systems. 1: 313-321.
- Mali, J.M., Kute, L.S., Jambhale, N.D et Kadam, S.S. 1990. Effect of heat processing on anti-nutrients in *Leucaena* seed. Indian J. Anim. Sci. 60: 383-385.
- Malynics, L.G. 1974. The effects of adding *Leucaena glauca* (*leucocephala*) meal to commercial rations for growing pigs. Papua New Guinea Agric. J. 25: 12-14.
- Mandal, A.B., Sunaria, K.R et Thakur, R.S. 1993. Replacement of maize with sorghum alone or with subabul leaf meal in layer diet. Indian J. Anim. Prod. and Management. 9: 2-3, 142-146.
- Manidool, C. 1983. *Leucaena* leaf meal and forage in Thailand. In *Leucaena* Research in the Asian in the Asian-Pacific Region. Ottawa: IDRC: 65-68.
- Melchor, P.I.Jr., Valdez, M.T.S.J. 1987. Utilization of water-treated *Ipil-ipil* seed meal in broiler ration. TCA [Tarlac College of Agriculture] Res. J. (Philippines). 9(1): 130-137.

- Mendoza, R.C., Altamarino, T.P et Janvier, E.O. 1983. Herbage, crude protein and digestible dry matter yield of *Ipil-ipil* (*Leucaena leucocephala* cv Peru) in hedgerows. *Leucaena Research Reports*. 4: 69.
- Moat, M et Sriskandarajah. 1986. Performance of broiler chicks fed heat and iron treated *Leucaena* leaf meal. *Leucaena Research Reports*. 7: 97-98.
- Moat, M. 1988. Performance of broiler chicks fed heat and iron treated *Leucaena* leaf meal (LLM). Proceeding of Papua New Guinea Society of Animal Production, Lae Morobe Province. Maximising Animal Production in Papua New Guinea: 34-38.
- Morito, N., Arisawa, M., Nagaes, M., Hsu, H.Y et Chen, Y.P. 1977. The nutritive value of dried *Leucaena* leaf meal from Malawi: Studies with young chicks. *Shoyakugaku zasshi*. 31: 172-174.
- Mosca, P.J., Dijkwel, P.A et Hamlin, J.L. 1992. The plant amino acid mimosine may inhibit initiation at origins of replication in Chinese hamster cells » *Mol. Cell. Biol.* 12 : 4375-4383.
- Murthy, P.S., Reddy, P.V.V.S., Venkatramaiah, A., Reddy-K.V.S et Ahmed, M.N. 1994. Methods of mimosine reduction in subabul leaf meal and its utilization in broiler diets. *Indian J. Poultry Sci.* 29: 2, 131-137.
- NAS (National Academy of Sciences). 1980. Firewood crops: shrub and tree species for energy production. Washington, DC: NAS, pp. 237.
- NAS. 1984. *Leucaena*: promising forage and tree crop for the tropics. Second edition. Washington, DC: NAS, pp. 100.
- NAS. 1977. *Leucaena*: promising forage and tree for the tropics. NAS. Washington, DC: 22-37, pp.115.
- Nataman, R et Chandrasekaran, D. 1996. Subabul leaf meal (*Leucaena leucocephala*) as a protein supplement for broiler. *Indian Vet. J.* 73:10, 1042-1044.
- National Institute of Animal Husbandry. 1995. Composition and nutritive value of Animal feeds in Vietnam. Agricultural publishing house: 140-141
- NFTA (Nitrogen Fixing Tree Association). 1985. *Leucaena*: Wood production and use. Waimanalo, Hawaii 96795 USA: 2-3.
- NFTA. 1985a. *Leucaena: Wood production and use*. Waimanalo, Hawaii (USA): NFTA, pp. 50.
- NFTA. 1985b. *Leucaena: Wood production and use*. Waimanalo, Hawaii (USA): NFTA, pp. 39.

- Nguyen Ngoc Ha, Dang Thi Tuan, Bui thi Oanh. 1994. Nghien cuu che bien va su dung bot la keo dau trong khau phan an cua ga mai de. Tap chi khoa hoc cong nghe va quan ly kinh te, Bo nong nghiep va phat trien nong thon (Viet nam).
- Nguyen Ngoc Ha, Dang Thi Tuan, Bui thi Oanh. 1994. *Leucaena* leaf meal (LLM) source of carotene and mineral for poultry. [Ket qua dung bot la keo dau nuoi ga thuong pham va ga giong]. Nong Nghiep Cong Nghiep Thuc Pham (Viet Nam). 1: 17-18. ISSN: 0866-7020.
- Nguyen Ngoc Ha, Dang Thi Tuan, Bui Van Chinh, Bui Thi Oanh, Phan Thi Phan, Vu Thi Thai. 1990. Xac dinh nang suat mot so giong keo dau va su dung lam thuc an bo sung cho gia suc, gia cam. Ket qua nghien cuu KHKT 1985-1990, Bo nong nghiep va CNTP (Viet nam): 132.
- Oakenfull, D. 1981. Saponins in food – a review. Food Chemistry 6: 19-40.
- Okonkwo, A.C., Wamagi, I.T., Okon, B.I et Umoh, B.I. 1995. Effect of *Leucaena leucocephala* seedmeal on the performance and carcass characteristics of broiler chickens from five to twelve weeks of age. Nigerian J. Anim. Prod. 22:1-2, 44-48.
- Onwuka, C.F.I. 1997. Effect of processing on mimosine contents some leaves fed to livestock. Archivos-de-Zootecnia. 46: 174, 179-180.
- Osman, A.M. 1981. Effects of cutting interval on the relative dry matter production of four cultivars of *Leucaena*. *Leucaena* Research reports. 2: 33-34.
- Padmavathy, P et Shobha, S. 1987. Effect of processing on protein quality and mimosine content of subabul (*Leucaena leucocephala*) J. Sci. Food Technol. 24 :180-182.
- Pathack, P.S et Patil, B.D. 1981. Nodulation and seedling growth in *Leucaena leucocephala* cultivars. *Leucaena* Research Reports. 2: 25.
- Perez-Gil, R.F., Arellano, M.L., Bourges, R.H et Pinal, O.A.M. 1987. Traditional and non – traditional food. II. Chemical composition of *Leucaena leucocephala* and its utilization as human food. Technol Aliment (Mexico City). 22(1): 20 -26.
- Plucknett, D.L. 1970. Productivity of tropical pastures in Hawaii. In Proceedings of Eleventh International Grassland Congress. Brisbane (Australia): University of Queensland Press, pp. 38-49.
- Poonam Sethi et Pushpa R.Kulkarni. 1995. *Leucaena leucocephala*: A nutrition profile. Food and Nutrition Bulletin, v. 16, no.3, The United Nations University: 224-237.
- Prasert Pojun et Sumon Pojun. 1989. Optimum levels of *Leucaena* leaf meal in native broiler feeding. Kaset Kaona (Thailand). 4(5): 57-70. ISS: 0857-3972.

- Proverbs, G. 1984. *Leucaena* ' A versatile plant '. Wildey (Barbados): CARDI: 34.
- Quirk, M.F., Bushell, J.J., Jones, R.J., Megarrity, R.G et Butler, R.L. 1988. Live – Weight grains on *Leucaena* and native grass pasture after dosing cattle with rumen bacteria capable of degrading DHP, a ruminant metabolite from *Leucaena*. J. Agric. Sci. 3(1): 165-175.
- Rakhee-Bhatnagar, Meena-Kataria et Verma-S.V.S. 1996. Effect of dietary *Leucaena* leaf-meal (LLM) on the performance and egg characteristics in White Leghorn hens. Indian J. Anim. Sci. 66(12): 1291-1294.
- Reddy, P.V.V.S., Reddy, V.R., Ahmed, N et Sharif, S.A. 1995. Nutritive value and utilization of *Subabul* seed in broiler diets. Indian Vet. J. 72:2, 143-145.
- Ronia, E., Endrinal, B et Mendoza, T.E.M. 1979. Mimosine levels of different parts and height of *Leucaena leucocephala* (lam) de Wit (Philippine). Philipp. J. of Crop Sci. (Philippine). 4 (1): 48-52.
- Rosas, H., Quintero, S.O et Gomez J. 1980a. Mimosine disappearance in arboreous *Leucaena* silage. *Leucaena* Newsletter. 1: 17.
- Ross, E et Springhall, J.A. 1963. Evaluation of ferrous sulfate as a detoxifying agent for mimosine in *Leucaena glauca* rations chickens. Aust. Vet. J. 39: 394-397.
- Rushkin, F.R. 1977. ed. *Leucaena*. Promising forage and tree crops for the tropics. Washington, DC: NAS.
- Sadekar, R.D. 1995. Quantitative estimation of mimosine in subabul (*Leucaena leucocephala* leaves at different ages of leaves and plant. PKV-Res. J. 19 : 2, 160-161.
- Savory, R 1979. *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit: varietal evaluation and agronomy. Ph.D. thesis. London: University of London, pp. 327.
- Scott, M.L., Nesheim, M.C et Young, R.J. 1969. Nutrition of the chicken. ML. Scott and Associates, Ithaca, NY, pp. 425-475.
- Serrano, E.P., Ilag, L.L et Mendoza, E.M.T. 1983. Biochemical mechanisms of mimosine toxicity to *Siderotium rolfsii*. Sacc.Aust. J. Biol. Sci. 36 : 445-454.
- Sethi, P. 1989. Nutritional and biochemical aspects of *Leucaena leucocephala*. Doctoral thesis, Department of Chemical Technology, University of Bombay.
- Sethi, P et Kulkarni, P.R. 1993. In vitro protein digestibility of *Leucaena leucocephala* seed kernels and protein isolate. Food Chem. 46: 159-162.
- Sethi, P et Kulkarni, P.R. 1995. *Leucaena leucocephala*: A nutrition profile. Food Nutr. Bulletin. 16 (3): 224-237.

- Sharif, S.A., Reddy, P.V.V.S., Naidu, M.A., Reddy, K.V.S et Ahmed, N.M. 1995. Utilization of subabul (*Leucaena leucocephala*) seed meal in broiler diets. *Indian J. Poultry Sci.* 30(3): 205-212.
- Shejav, P.A et Prasad, D. 1995. Evaluation of *Subabul (Leucaena leucocephala)* seed meal as a source of protein in broiler feed. *Indian J. Poultry Sci.* 30(3): 213-217.
- Shih, W.C et Hu, T.W. 1981. The yields of forage of *Leucaena leucocephala* in Taiwan. *Leucaena Research Report.* 2: 55-56.
- Singh, B. 1982. Nutrient content of standing crop and biological cycling in a *Pinus patula* ecosystem. *Forest Ecology and Management.* 4: 317-22.
- Smith, I.K et Fowden. 1966. A study of mimosine toxicity in plants. *J. Exp. Bot.* 17(53): 750-761.
- Sobale, B.N., Kharat, S.T., Prasad, V.L., Rangnekar, D.V and Deshumkh, S.S. 1978. Nutritive value of *Leucaena leucocephala* for growing calves. *Tropics Animal Hearth Production,* 10: 237-241.
- Soedarjo, M et Bortharkur, D. 1996. Simple procedures to remove mimosine from young leaves, pods and seed of *Leucaena leucocephala* used as food. *Int. J. Food Sci. Technol.* 31(1): 97-103.
- Springhall, J.A. 1965. Tolerance and excretion of mimosine in the fowl. *Nature (London),* 207:552.
- Stobbs, T.H. 1972. Suitability of tropical pastures for milk production. *Tropical Grassland.* 6: 67-69.
- Sutikno, A.I., Darma J., Prasetyo, H et Ternak B.P. 1991. Mimosine content in the sap of *Leucaena* species resistant and susceptible to *Heteropsylla cubana* Crawford. *Toxicol Environ Chem.* 33: 79-83.
- Szyska, M., Manfred ter Meulen, U et El-Harith, A. 1983. The possibilities of safe application of *Leucaena leucocephala* in the diets of productive livestock. *Leucaena Research Reports.* 4: 13-16.
- Szyska, M., ter Meulen,U., Boonlm Cheva-Isarakul., Posri, S et Potikanond, N. 1984. Results of research on *Leucaena* as an animal feed in west Germany. *Leucaena Research Reports.* 5: 5-11.
- Takahashi, M et Ripperton, J.C. 1949. Kao haole (*Leucaena glauca*), its establishment, culture, and utilization as forage crop. *Hawaii Agric. Exp. Station. Bulletin* 100.

- Tang, S.Y et Ling, K.H. 1975. The inhibitory effect of mimosine on collagen synthesis. *Toxicology*; 13: 339-342
- Tang, S.Y et Ling, K.H. 1977. Studies on the metabolism of mimosine. *J. Formos Med. Assoc.* 76 : 587-592.
- Tangendjaja B., Lowry JB et Wills R.B.H. 1984. Optimisation of conditions for the degradation of mimosine in *Leucaena leucocephala* leaf. *J. Sci. Food. Agric.* 35: 613-616.
- Tangendjaja, B et Lowry, J.B. 1984. Usefulness of enzymatic degradation of mimosine in *Leucaena* leaf for monogastric animals. *Leucaena Research Reports.* 5: 55-56.
- Tangendjaja, B et Sarmanu. 1986. Effect of *Leucaena* leaf meal and pure mimosine on sexual maturity of layers. *Leucaena Research Reports.* 7: 83-84.
- Tangendjaja, B., Ketaren, P.R et Lowry, J.B. 1985. Identification of anti nutritive factors in *Leucaena* leaf meal. Relative effect on chicks of dosing with pure mimosine and DHP. *Ilmu dan Peternakan.* 1: 369-372.
- Tangendjaja, B., Lowry, J.B et Kompiang, I.P. 1984. Feeding *Leucaena* leaf meal does not affect plasma cholesterol of chicks. *Leucaena research Reports.* 5: 57.
- Tangendjaja, B et Lowry, J.B. 1986. Change in mimosine, phenol, protein and fibre content of *Leucaena leucocephala* leaf during growth and development. *Aust. J. Exp. Agric.* 26 (3): 315-317.
- Tanzania, Forest Division. 1983. Trees for village forestry. Dar es Salaam: Ministry of Natural Resources and Tourism, pp. 126.
- Tawata, S., Hongo, F., Sunagawa, K., Kawashima, Y et Yaga, S. 1986. A simple reduction method of mimosine in the tropical plant *Leucaena*. *Sci. Bull. Coll. Agric. Univ. Ryukyus.* 33: 87-94.
- Ter Meulen, U., Struck, S., Schulke, E. et El-Harith, E.A. 1979. A review on the nutritive value and toxic aspects of *Leucaena leucocephala*. *Trop. Anim. Prod.* 4: 113-126.
- Ter Meulen, U., Glinther, K.D et El-Harith, E.A. 1981. Metabolic effects mimosine on tyrosine in the rat. *Z Tierphysiol Tierenahrq Futtermittelkde.* 46: 264-269.
- Ter Meulen, U., Pucher, F., Szyszka, M et El-Harith, E.A. 1984. Effects of administration of *Leucaena* meal on growth performance of, and mimosine accumulation in, growing chicks. *Arch. Gefluegelkd.* 48: 41-44.
- Toruan-Mathius, Nurita et Dedy Suhendi. 1992. Potential of six cultivators of diploid *Leucaena Diversifolia* as animal feed. *Leucaena Research Reports.* 13: 56-58.

- Tsai, W.C et Ling, K.H. 1971. Toxic action of mimosine. I. Inhibition of mitosis and DAN synthesis of H.Ep-2 cell by mimosine and 3,4-dihydroxypyridine. *Toxicology*; 9: 241-247.
- Tsai, W.C et Ling, K.H. 1972. Toxic action of mimosine. II. Factors which influence the mimosine toxicity to the H.Ep-2 cell. *J. Formos Med. Assoc.* 71: 23-30.
- Tsai, W.C et Ling, K.H. 1973. Stability constants of some metal ion chelates of mimosine and 3,4-dihydroxy pyridine. *J. Chin. Biochem. Soc.*, 2: 70-86.
- Tu Quang Hien. 1994. *Thong tin khoa hoc thang 2/1994. Truong dai hoc nong nghiep 3 (Vietnam)*
- Upadhyay, V.S., Rekib, A et Pathak, P.S. 1974. Nutritive value of *Leucaena leucocephala*. *Ind. Vet. I.* 51: 534-537.
- Upase, B.T et Jadhav, A.J. 1994. Effect of *Subabul* leaf meal feeding on sexual maturity, feed and economical efficiency of growing layer chicks. *Poultry-Adviser*, 27(10): 33-36.
- Valdebouze, P., Bergeron, E., Gaborit, T et Delort-laval, J. 1980. Content and distribution of trypsin inhibitors and heamagglutinins in some legume seeds. *Can. J. Plant Sci.*, 60: 695-701.
- Van den Beldt, R.J. 1982. Litterfall as a function of population in a 1-year-old *Leucaena* (K8) planting. *Leucaena Research Report.* 3: 95.
- Verma, S.V.S et McNab, I.M. 1982. Guar meal in the diets for broiler chickens, *Br. Poultry Sci.*, 23:95-105.
- Wee, K.L et Wang S. 1987. Effect of post-harvest treatment on the degradation of mimosine in *Leucaena leucocephala* leaves. *J. Sci. Food Agric.* 39: 195-201.
- Wong, H.K et Wan Zahari, W.M. 1995. Degradation of toxic dihydroxypyridine compound from *Leucaena leucocephala* by a rumen bacterium (Malaysia). *Malaysia J. Anim. Sci.* 1 (1): 50-54.
- Wood, J.F., Carter, P.M et Savory, R. 1983. Investigations into the effects of processing on the retention of carotenoid fractions of *Leucaena leucocephala* during storage, and the effects on mimosine concentration. *Anim. Feed Sci. Technol.* 9: 307-317.
- Yang, S.S et Ling, K.H. 1968. Excretion of kynurenic and xanthurenic acid by mimosine-intoxicated rats after L-tryptophan loading. *J. Formos Med. Assoc.* 67: 315-318.
- Yoshida, R.K. 1944. A chemical and physiological study of the nature and properties of the toxic principle in *Leucaena leucocephala* (Kao Haole). Doctoral thesis, University of Minnesota, Minneapolis, Minn, USA.

CHAPITRE 2

UTILISATION DES FEUILLES DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* DANS LES ALIMENTS POUR POULETS DE CHAIR

2.1 Résumé

Deux expériences ont été menées afin de connaître les effets de la consommation de farine de feuilles de *Leucaena leucocephala* (FFL) et ceux des méthodes de traitement de la FFL avec de l'eau ou avec 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sur les performances zootechniques des poulets de chair et la qualité de la carcasse. Dans le premier essai, 180 poussins mâles (Ross x Ross) d'un jour d'âge ont été distribués aléatoirement trois par cage entre 6 traitements selon un dispositif en blocs complets en fonction du poids initial. Ils ont été nourris à volonté pendant 42 jours avec une ration à base de maïs et de tourteau de soja contenant 0, 3, 6, 9 ou 12% de FFL et 9% de farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau (FFLT). À la fin de l'essai, deux poulets par cage ont été sélectionnés aléatoirement pour la mesure du gras intra-abdominal. La prise alimentaire, le gain de poids et l'efficacité alimentaire diminuaient ($P < 0,001$) avec l'augmentation du taux de FFL dans la ration. Une diminution de 13,9% a été observée pour la prise alimentaire, de 24,0% pour le gain de poids et de 11,6% pour l'efficacité alimentaire lorsque la dose de FFL passait de 0 à 12% de la ration. Une diminution significative du gain de poids de 12,3% ($P < 0,001$) et de l'efficacité alimentaire de 8,2% ($P < 0,001$) a aussi été observée chez les poulets nourris avec la ration contenant 9% FFLT par rapport au groupe témoin sans FFL. Cependant, la prise alimentaire n'a pas été affectée par la ration contenant 9% de FFLT. Le poids absolu du gras intra-abdominal a diminué ($P < 0,001$) linéairement avec l'augmentation de la teneur des aliments en FFL, alors que le poids du gras

exprimé en pourcentage du poids de la carcasse tendait à diminuer ($P= 0,06$) avec l'augmentation de la FFL. Il n'y a eu aucune différence ($P> 0,05$) observée pour la prise alimentaire, le gain moyen de poids, l'efficacité alimentaire et le poids du gras intra-abdominal entre le groupe recevant 9% de FFL et le groupe nourris avec 9% FFLT. Dans le deuxième essai, 216 poussins mâles (Ross x Ross) d'un jour d'âge ont été nourris avec des rations contenant soit 0% de FFL avec 0,5% ou sans $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, soit 4% de FFL non traitée ou traitée à l'eau, additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, ou encore 8% de FFL non traitée ou traitée à l'eau, supplémentée avec 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Le gain de poids et l'efficacité alimentaire étaient affectés significativement par le taux de FFL, par le taux de FFLT ou par le taux de la FFL traitée avec 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Une diminution du gain de poids de 10,2, 7,1 et de 11,4% et de l'efficacité alimentaire de 4,6, 6,5 et de 5,4% a été observée en passant de 0 à 8% de FFL, de FFLT et de FFL traitée avec 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, respectivement. La prise alimentaire n'était pas influencée ($P> 0,05$) par le taux de la FFL, ni par le taux de la FFLT ou celui de FFL traitée au $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Le gain de poids ($P= 0,05$) et la prise alimentaire ($P= 0,02$) ont été améliorés avec la FFLT par rapport à la FFL traitée au FeSO_4 . Le pourcentage du gras intra-abdominal n'était pas affecté significativement ($P> 0,05$) par les traitements.

2.2 Introduction

L'agriculture est encore aujourd'hui à la base de l'économie du Vietnam. Cependant, la production de protéines animales ne suffit pas à répondre à la demande de la population. Une des causes limitant le développement des élevages est le manque de sources économiques de protéines alimentaires. Pour améliorer cette situation, il est important d'augmenter la disponibilité des sources de protéines végétales nécessaires à l'alimentation des animaux de la ferme, comme les volailles.

Le Vietnam n'est cependant pas dépourvu de sources économiques et locales de protéines végétales. *Leucaena leucocephala* est une plante légumineuse capable de produire une grande quantité de protéines. Au Vietnam, *Leucaena leucocephala* peut produire de 2,15 à 3,25 tonnes de protéines brutes par ha par année (Le Thi Hoa Binh et al., 1990). La teneur moyenne en protéines de la feuille est de 29,2% de la matière sèche et elle est comparable à

celle de la luzerne (Garcia et al, 1996). La protéine de la feuille de *Leucaena* est assez riche en acides aminés essentiels. La composition et la concentration des acides aminés de la protéine de la feuille de *Leucaena* sont comparables à celles du tourteau de soja (Brewbaker et Hutton, 1979; Meulen et al., 1979).

Les feuilles de *Leucaena* sont considérées comme un aliment assez complet pour les ruminants. Aux proportions appropriées dans la ration, *Leucaena* permet un gain de poids et un rendement en lait intéressants chez les ruminants (Chee et Devengra, 1983; NAS, 1984). Cependant, l'utilisation des feuilles de *Leucaena* dans les aliments pour les animaux monogastriques, comme le porc et le poulet, demeure plus limitée en raison des facteurs antinutritionnels contenus dans les feuilles de cette plante. La mimosine est le facteur antinutritionnel principal des feuilles de *Leucaena* causant le plus d'effets nuisibles sur les performances zootechniques et sur la valeur nutritive des feuilles de cette plante (Ross et Springhall, 1963 ; Librojo et Hatthkock, 1974; D'Mello et Taplin, 1978). Elle pourrait causer des symptômes toxiques chez les animaux tels que l'alopécie, l'anorexie, la salivation excessive, l'hypertrophie de la lande thyroïde et un retard de croissance. Bien que quelques essais aient jusqu'à maintenant mesuré l'effet des feuilles de *Leucaena* sur les performances des volailles (Hanif et al, 1985; D'Mello et al., 1987; Hussain et al., 1991 ; Fraga et al., 1992; Natanam et Chandrasekaran, 1996 ; Chupong, 1989 ; Murthy et al., 1994), le potentiel d'utilisation des feuilles de cette plante chez ces animaux reste à déterminer.

Le premier objectif de cette étude est de déterminer les effets de taux croissants de farine de feuilles de *Leucaena leucocephala* incorporées aux aliments sur les performances zootechniques et la déposition des graisses corporelles chez les poulets de chair. Le deuxième objectif est de vérifier l'efficacité du trempage dans l'eau et de l'addition de sulfate ferreux comme méthodes de détoxification des feuilles de *Leucaena leucocephala* sur les performances zootechniques des poulets de chair.

2.3 Matériel et méthodes

2.3.1 Expérience 1

Cent quatre-vingt poussins mâles Ross X Ross âgés d'une journée, vaccinés contre la maladie de Marek ont été obtenus d'un couvoir commercial¹. Les poussins ont été bagués à l'aile, pesés et distribués aléatoirement entre six traitements alimentaires comportant 10 répétitions chacun, selon un dispositif en blocs complets en utilisant le poids initial comme facteur de blocage. Chaque unité expérimentale était constituée de trois poulets logés dans une cage grillagée en métal. La température du local a été maintenue à 32⁰C durant la première semaine et a été réduite graduellement à 20⁰C à six semaines d'âge. Les oiseaux ont été exposés à un cycle de 23 heures de lumière par jour durant les sept premiers jours puis à un cycle de 12 heures de lumière : 12 heures de noirceur par la suite. L'intensité lumineuse était de 50 lux la première journée puis a été réduite progressivement à 5 lux après une semaine et maintenue à ce niveau jusqu'à la fin de l'élevage.

La farine de feuilles utilisée dans cette expérience provient des feuilles de *Leucaena leucocephala* récoltées au Vietnam à l'été 1999 et broyées après séchage au soleil. La farine de feuilles traitée à l'eau a été obtenue de façon suivante: elle a été mise dans un sac en coton non blanchi de 5 onces, trempée dans l'eau pendant 24 heures, selon un ratio de 1 kg de farine par 10 litres d'eau, à la température de la pièce. Ensuite ce sac de farine a été retiré de l'eau, pressé et le contenu a été séché complètement à l'étuve à 65 à 70⁰C. Les teneurs en protéines et en mimosine de la FFF avant et après le traitement à l'eau sont 30,2 et 2,6, et 31,2 et 1,3% de la MS, respectivement.

Les poulets de chair étaient nourris avec une ration de début de 1 à 21 jours d'âge et avec une ration de finition de 22 à 42 jours d'âge. La composition des rations est donnée aux Tableaux 2.1a et 2.1b. Ces rations théoriquement isonutritionnelles de type pratique ont été formulées en s'inspirant des valeurs suggérées dans les guides d'élevage des compagnies de sélection Shaver pour les teneurs en protéines et énergies métabolisables et Hubbard pour les teneurs en acides aminés. Les teneurs en acides aminés et en énergie métabolisable de la farine de feuilles de *Leucaena* utilisées pour la formulation des rations sont tirées des tableaux

¹ Couvoir Dufo, 161 Boul. du Cap-à-l'Aigle, Cap-à-l'Aigle, Québec, Canada, G0T 1B0

Tableau 2.1a Composition des rations de démarrage pour l'Expérience 1

Ingrédients ¹	Démarrage (0-21 jours)					
	T1 (Témoin)	T2	T3	T4	T5	T6
	---(g/kg)---					
Maïs	598,5	577,0	555,5	533,9	512,2	536,0
Tourteau de soja	255,1	246,7	238,3	229,9	221,2	228,8
Farine de gluten de maïs	42,1	38,4	34,8	31,1	28	30,3
Farine de poisson Menhaden	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Huile de soja	22,7	27	31,4	35,7	40	35,6
Pierre à chaux	16,2	15,2	14,2	13,2	12,1	13,1
Phosphate dicalcique (21% P)	15,3	15,5	15,7	15,9	16,1	15,9
Sel	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1
Oxyde de chrome	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Prémélange vitamines-minéraux ²	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Chlorure de choline	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
DL-Méthionine	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	1,9
Monteban 70 ³	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
L-Lysine-HCl	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3
Farine de feuilles de <i>Leucaena</i>	0,0	30,0	60,0	90,0	120,0	0,0
Farine de feuilles de <i>Leucaena</i> trempée dans l'eau	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0
Composition calculée						
Protéine brute, %	22	22	22	22	22	22
EM, Kcal/kg	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Calcium, %	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Phosphore disponible, %	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Lysine, %	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Méthionine, %	0,55	0,56	0,57	0,58	0,59	0,58
Mimosine analysée, g/kg	0,00	0,75	1,50	2,25	3,00	1,12
Composition analysée						
Protéine brute, %	23,1	23,2	22,9	22,7	22,4	21,9
EM, kcal/kg	3090	3084	3083	3048	2840	2941

¹ Teneurs en énergie métabolisable et en acide aminé des ingrédients sont tirées des tableaux du Nutrient Requirement of Poultry (NRC, 1994).

² Ce supplément apporte par kg de ration : Vitamine A, 9000 UI; Vitamine D3, 2250 UI; Vitamine E, 40 UI; Vitamine K, 2500 mg; Vitamine B12, 10 µg; Riboflavine, 7 mg; Acide pantothénique, 9 mg; Acide folique, 0,6 mg; Niacine, 44 mg; Thiamine, 1mg; Pyridoxine, 3 mg; Biotine, 0,1 mg; Manganèse, 80 mg; Zinc, 55 mg; Iode, 1,1 mg; Fer, 22 mg; Cuivre, 20 mg; Sélénium, 0,3 mg.

³ Prémélange de Narasin 70 g/kg (Elanco, Eli Lilly Company Ltd, 3650 Danforth Avenue, Scarborough, Ontario, MIN 2E8).

Tableau 2.1b Composition des rations de finition pour l'Expérience 1

Ingrédients ¹	Finition (22-42 jours)					
	T1 (Témoin)	T2	T3	T4	T5	T6
	---(g/kg)---					
Maïs	651,6	630,1	608,5	587	564,8	589,1
Tourteau de soja	213,3	204,8	196,4	188	178,7	186,9
Farine de gluten de maïs	34,9	31,2	27,6	23,9	22,1	23,1
Farine de poisson Menhaden	35	35	35	35	35	35
Huile de soja	22,9	27,2	31,6	35,9	40	35,8
Pierre à chaux	15	13,9	12,9	11,9	10,9	11,8
Phosphate dicalcique (21% P)	14,1	14,3	14,5	14,7	14,9	14,7
Sel	3	3	3	3	3,1	3
Oxyde de chrome	3	3	3	3	3	3
Prémélange vitamines-minéraux ²	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Chlorure de choline	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
DL-Méthionine	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,7
Monteban 70 ³	1	1	1	1	1	1
L-Lysine-HCl	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4
Farine de feuilles de <i>Leucaena</i>	0,0	30,0	60,0	90,0	120,0	0,0
Farine de feuilles de <i>Leucaena</i> trempée dans l'eau	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,0
Composition calculée						
Protéine brute, %	20	20	20	20	20	20
EM., Kcal/kg	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Calcium, %	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Phosphore disponible, %	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Lysine, %	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Méthionine, %	0,50	0,51	0,52	0,53	0,54	0,53
Mimosine analysée, g/kg	0,00	0,75	1,50	2,25	3,00	1,12
Composition analysée						
Protéine brute, %	20,9	21,2	21,3	21,1	21,4	21,2
EM, kcal/kg	3212	3117	3043	3005	2899	3028

¹ Teneurs en énergie métabolisable et en acide aminé des ingrédients sont tirées des tableaux du Nutrient Requirement of Poultry (NRC, 1994).

² Ce supplément apporte par kg de ration : Vitamine A, 9000 UI; Vitamine D3, 2250 UI; Vitamine E, 40 UI; Vitamine K, 2500 mg; Vitamine B12, 10 µg; Riboflavine, 7 mg; Acide pantothénique, 9 mg; Acide folique, 0,6 mg; Niacine, 44 mg; Thiamine, 1mg; Pyridoxine, 3 mg; Biotine, 0,1 mg; Manganèse, 80 mg; Zinc, 55 mg; Iode, 1,1 mg; Fer, 22 mg; Cuivre, 20 mg; Sélénium, 0,3 mg.

³ Prémélange de Narasin 70 g/kg (Elanco, Eli Lilly Company Ltd, 3650 Danforth Avenue, Scarborough, Ontario, MIN 2E8).

du National Institute of Animal Husbandry (1995). Les poussins étaient nourris avec des rations à base de maïs et de tourteau de soja contenant 0, 3, 6, 9 ou 12 % de farine de feuilles de *Leucaena leucocephala* ou 9% de farine de feuilles traitées à l'eau en remplacement d'une partie du tourteau de soja et du gluten de maïs (Tableaux 2.1a et 2.1b). La prise alimentaire et le gain de poids de chaque unité expérimentale étaient mesurés à chaque semaine. L'eau et l'aliment étaient fournis à volonté tout au long de l'expérience. Les rations de démarrage et de finition comprenaient 0,3% d'oxyde de chrome pour évaluer la valeur d'énergie métabolisable de la ration. À la troisième et à la sixième semaine d'âge, des échantillons de fientes étaient récoltés pendant trois jours consécutifs et congelés à -20°C jusqu'au moment du séchage. L'énergie métabolisable a été déterminée sur 5 unités expérimentales choisies aléatoirement pour chaque traitement alimentaire. Les valeurs d'énergie ont été calculées à partir de l'équation suivante :

$$EM = E_{Ba} - (M_a / M_f) \cdot E_{Bf} \text{ (Larbier et Leclercq, 1992)}$$

(EM = Énergie métabolisable (kcal/ kg), E_{Ba} = Énergie brute de l'aliment (kcal/ kg), E_{Bf} = Énergie brute des fientes (kcal/ kg), M_a = Concentration du marqueur dans l'aliment (%), M_f = Concentration du marqueur dans les fientes (%))

À la fin de l'expérience, les oiseaux étaient pesés après un jeûne de 12 heures sans restriction d'eau. Deux poulets par cage ont été sélectionnés aléatoirement pour les mesures sur la carcasse. Après l'abattage par exsanguination et la coupe des pattes et de la tête, les carcasses ont été placées au congélateur à -20°C en attendant les mesures ultérieures. Les carcasses étaient décongelées à 4°C pendant 16 heures avant les dissections. Le foie et le gras intra-abdominal (gras présent autour du cloaque, des intestins et du gésier) étaient enlevés puis pesés, tout comme la carcasse éviscérée avec les reins.

2.3.2 Expérience 2

Deux cent seize poussins mâles Ross x Ross âgés d'une journée, vaccinés contre la maladie de Marek ont été obtenus du même couvoir que l'expérience 1. Après identification, ils ont été pesés et distribués aléatoirement en cages de trois entre huit traitements alimentaires

Tableau 2.2a Composition des rations de démarrage pour l'Expérience 2

Ingrédients ¹	Démarrage (0-21 jours)							
	T1 (Témoin 1)	T2 (Témoin 2)	T3	T4	T5	T6	T7	T8
	---(g/kg)---							
Maïs	598,5	589,1	569,8	570,6	560,4	541,0	542,6	531,6
Tourteau de soja	255,1	255,7	243,9	243,4	244,5	232,7	231,7	233,3
Farine de gluten de maïs	42,1	42,9	37,2	36,9	38,1	32,3	31,7	33,2
Farine de poisson Menhaden	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Huile de soja	22,7	25,6	28,5	28,6	31,4	34,3	34,4	37,3
Pierre à chaux	16,2	16,3	14,9	14,8	14,9	13,5	13,5	13,5
Phosphate dicalcique (21% P)	15,3	15,4	15,6	15,6	15,6	15,9	15,9	15,9
Sel	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,1
Oxyde de chrome	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
FeSO ₄ ·7H ₂ O ²	0,0	5,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	5,0
Prémélange vitamines- minéraux ³	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Chlorure de choline	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
DL-Méthionine	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	1,9
Monteban 70 ⁴	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
L-Lysine-HCl	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
L-Thréonine	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Farine de feuilles de <i>Leucaena</i>	0,0	0,0	40,0	0,0	40,0	80,0	0,0	80,0
Farine de feuilles de <i>Leucaena</i> trempées dans l'eau	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0	0,0	80,0	0,0
Composition calculée								
Protéine brute, %	22	22	22	22	22	22	22	22
EM, Kcal/kg	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Calcium, %	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Phosphore disponible, %	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Lysine, %	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
Méthionine, %	0,55	0,55	0,57	0,57	0,57	0,58	0,58	0,58
Mimosine analysée, g/kg	0,00	0,00	1,00	0,50	1,00	2,00	0,99	2,00
Composition analysée								
Protéine brute, %	23,8	23,6	23,3	23,7	22,9	23,4	24,4	23,6
EM, kcal/kg	3197	3085	3167	2991	3058	3028	3046	2900

¹ Teneurs en énergie métabolisable et en acide aminé des ingrédients sont tirées des tableaux du Nutrient Requirement of Poultry (NRC, 1994).

² Ce produit contient un minimum 98% FeSO₄·7H₂O. (Laboratoire MAT, 610, rue Adanac (suite 300), Beauport QC, G1C 7B7)

³ Ce supplément apporte par kg de ration : Vitamine A, 9000 UI; Vitamine D₃, 2250 UI; Vitamine E, 40 UI; Vitamine K, 2500 mg; Vitamine B₁₂, 10 µg; Riboflavine, 7 mg; Acide pantothénique, 9 mg; Acide folique, 0,6 mg; Niacine, 44 mg; Thiamine, 1 mg; Pyridoxine, 3 mg; Biotine, 0,10 mg; Manganèse, 80 mg; Zinc, 55 mg; Iode, 1,1 mg; Fer, 22 mg; Cuivre, 20 mg; Sélénium, 0,3 mg.

⁴ Prémélange de Narasin 70 g/kg (Elanco, Eli Lilly Company Ltd, 3650 Danforth Avenue, Scarborough, Ontario, MIN 2E8).

Tableau 2.2b Composition des rations de finition pour l'Expérience 2

	Finition (22-42 jours)							
	T1 (Témoin 1)	T2 (Témoin 2)	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Ingrédients¹			--(g/kg)--					
Maïs	689,7	680,4	657,3	655,5	650,1	605,2	601,6	605,2
Tourteau de soja	216,5	217,2	203,0	202,7	203,8	191,7	191,0	191,7
Farine de gluten de maïs	5,0	5,4	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Farine de poisson Menhaden	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Huile de soja	19,8	22,8	25,6	26,5	28,0	38,0	39,7	38,0
Pierre à chaux	5,4	5,5	5,2	6,6	4,2	15,9	18,7	10,9
Phosphate dicalcique (21% P)	14,1	14,2	14,4	14,4	14,4	14,8	14,8	14,8
Sel	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Oxyde de chrome	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
FeSO ₄ .7H ₂ O ²	0,0	5,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	5,0
Prémélange vitamines- minéraux ³	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Chlorure de choline	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
DL-Méthionine	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2
Monteban 70 ⁴	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
L-Lysine-HCl	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
L-Thréonine	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1
Farine de feuilles de <i>Leucaena</i>	0,0	0,0	40,0	0,0	40,0	80,0	0,0	80,0
Farine de feuilles de <i>Leucaena</i> trempées dans l'eau	0,0	0,0	0,0	40,0	0,0	0,0	80,0	0,0
Composition calculée								
Protéine, %	20	20	20	20	20	20	20	20
EM, Kcal/kg	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150	3150
Calcium, %	0,95	0,95	0,99	1,04	0,95	1,43	1,53	1,24
Phosphore disponible, %	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Lysine, %	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Méthionine, %	0,53	0,53	0,54	0,54	0,54	0,55	0,55	0,55
Mimosine analysée (g/kg)	0,00	0,00	1,00	0,50	1,00	2,00	0,99	2,00
Composition analysée								
Protéine brute, %	21,2	21,1	20,8	20,6	20,9	20,6	20,9	21,3
EM, kcal/kg	3269	3277	3174	3093	3179	3233	3035	3096

¹ Teneurs en énergie métabolisable et en acide aminé des ingrédients sont tirées des tableaux du Nutrient Requirement of Poultry (NRC, 1994).

² Ce produit contient un minimum 98% FeSO₄.7H₂O. (Laboratoire MAT, 610, rue Adanac (suite 300), Beauport QC, G1C 7B7)

³ Ce supplément apporte par kg de ration : Vitamine A, 9000 UI; Vitamine D3, 2250 UI; Vitamine E, 40 UI; Vitamine K, 2500 mg; Vitamine B12, 10 µg; Riboflavine, 7 mg; Acide pantothénique, 9 mg; Acide folique, 0,6 mg; Niacine, 44 mg; Thiamine, 1 mg; Pyridoxine, 3 mg; Biotine, 0,10 mg; Manganèse, 80 mg; Zinc, 55 mg; Iode, 1,1 mg; Fer, 22 mg; Cuivre, 20 mg; Sélénium, 0,3 mg.

⁴ Prémélange de Narasin 70 g/kg (Elanco, Eli Lilly Company Ltd, 3650 Danforth Avenue, Scarborough, Ontario, M1N 2E8).

comportant neuf répétitions par traitement selon un dispositif en blocs complets en utilisant le poids initial comme facteur de blocage. Les facteurs étudiés étaient le taux (0, 4, 8%) et le type de traitement de la farine de feuilles de *Leucaena leucocephala* : la farine de feuilles brutes, la farine de feuilles traitées à l'eau et la farine de feuilles brutes additionnée de 0,5% sulfate ferreux ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Les farines de feuilles, les conditions d'élevage et les paramètres mesurés étaient les mêmes que dans l'expérience 1. La composition des rations est présentée aux Tableaux 2.2a et 2.2b.

2.3.3. Analyses chimiques

La composition chimique des ingrédients alimentaires et des farines de feuilles de *Leucaena* a été mesurée selon les méthodes standards de l'AOAC (1990) : la matière sèche a été déterminée par la méthode no 934.01, les minéraux totaux ou les cendres par la méthode no 942.05, les lipides par la méthode no 930.09, les protéines brutes par la méthode no 976.05, la fibre brute par la méthode no 962.09, le calcium et le magnésium par la méthode no 975.03. L'énergie brute des aliments et des fientes a été mesurée avec une bombe calorimétrique adiabatique Parr 1720¹. La teneur en mimosine a été déterminée par HPLC en utilisant une colonne C₁₈ (4,6 x 250 mm) couplé à un détecteur UV à 280 nm. L'éluant est l'acide orthophosphorique 0,2% (v/v) circulant à débit de 1 ml/ minute (Tangendjaja et Wills, 1980).

2.3.4. Analyses statistiques

Les résultats des performances de croissance et des carcasses ainsi que les valeurs d'énergie métabolisable de la ration ont été analysées avec la procédure GLM (General Linear Models) de SAS[®] (SAS Institute, 1994) selon un modèle en blocs complets aléatoires. Pour l'expérience 1, l'effet du taux de farine des feuilles était décomposé en effet linéaire, quadratique et cubique à l'aide de contrastes orthogonaux (Steel et Torrie, 1980). Dans l'expérience 2, les effets des traitements étaient aussi décomposés en utilisant des contrastes orthogonaux (Steel and Torrie, 1980). Les effets du taux de farine de feuilles de *Leucaena*

¹ Parr Instrument Company, 211. Fifty- Third Street, Moline, 1 LLINOIS 61265 U.S.A

(FFL), de farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau (FFLT) et de farine de feuilles de *Leucaena* additionnée de 0,5% FeSO₄.7H₂O (FFLF) ont été analysés en utilisant des contrastes quantitatifs et les effets du type de traitement de farine de feuilles étaient décomposés en utilisant des contrastes qualitatifs.

2.4 Résultats et discussion

2.4.1 Expérience 1

La prise alimentaire a été affectée significativement ($P < 0,001$) par le taux de farine de feuilles brutes de *Leucaena* (FFL) que ce soit au cours de la période de démarrage, de finition ou durant tout l'élevage (Tableau 2.3). Elle a diminué linéairement avec l'augmentation du taux de FFL. Une diminution de la prise alimentaire de 15,6, 13,3 et de 13,9% a été observée en passant de 0 à 12% de FFL durant les périodes de démarrage, de finition et pour toute la durée d'élevage, respectivement (Tableau 2.3). Ces résultats vont dans le même sens que ceux de Murthy et al. (1994) qui ont utilisé des niveaux alimentaires de farine de feuilles séchées à l'obscurité de 0, 10 et 20% chez des poulets pendant la période de 0 à 8 semaines d'âge. Moat et Sriskandarajah (1986) ont aussi observé une diminution de la prise alimentaire lorsque le taux de farine de feuilles de *Leucaena* (FFL) passait de 0 à 15% de la ration des poulets de 0 à 21 jours d'âge. Fraga et al. (1992) ont aussi observé une diminution de la prise alimentaire chez des poulets nourris avec une ration contenant 5% de FFL pendant la période de 0 à 6 semaines. La diminution de la prise alimentaire pourrait être liée à la présence de la mimosine, une toxine contenue dans la FFL. D'Mello et Acamovic (1989) ont montré que la consommation alimentaire était sévèrement réduite chez des poulets nourris avec une ration contenant 3,3 g de mimosine par kg d'aliment. Dans la présente étude, une diminution de la prise alimentaire était déjà observée avec la ration contenant 1,5% de mimosine (6% de FFL) (Fig.2.1). Kamada et al. (1997) ont aussi démontré que la prise alimentaire des poulets de chair nourris avec une ration contenant 15 % de farine de graines de *Leucaena* pendant 12 jours était significativement diminuée et que la diminution de la prise alimentaire était attribuable à la mimosine contenue dans les graines de *Leucaena*. L'amertume causée par les tanins et la saponine contenus dans la FFL pourrait aussi expliquer en partie la diminution de

Tableau 2.3. Effet du taux de farine de feuilles de *Leucaena* sur la prise alimentaire (g/période) des poulets à griller (Expérience 1)

Traitement	FFL %	FFLT %	n	Âge (semaines)		
				0 à 3	4 à 6	0 à 6
1	0	0	10	1021	2988	4010
2	3	0	10	984	3057	4041
3	6	0	10	961	2909	3869
4	9	0	10	908	2761	3669
5	12	0	10	862	2591	3453
6	0	9	10	971	2860	3832
Moyenne				921	2861	3812
Écart-type résiduel				73	228	272
Contrastes (P=)						
Linéaire (1 à 5)				0,0001	0,0001	0,0001
Quadratique (1 à 5)				0,5874	0,0836	0,1097
Cubique (1 à 5)				0,9147	0,3944	0,4922
4 vs 6				0,0572	0,3332	0,1851
1 vs 6				0,1374	0,2154	0,1599

FFL = Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT = Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

Figure 2.1 Prise alimentaire en fonction des taux de farine de feuilles de *Leucaena* (FFL) de 0 à 6 semaines d'âge (Expérience 1)

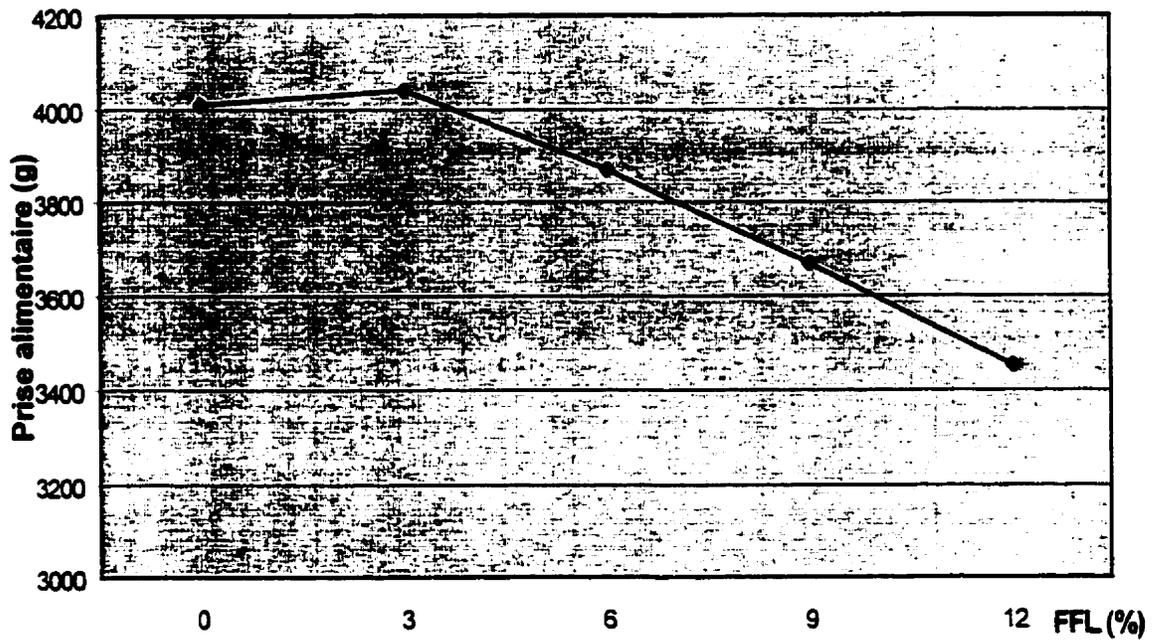
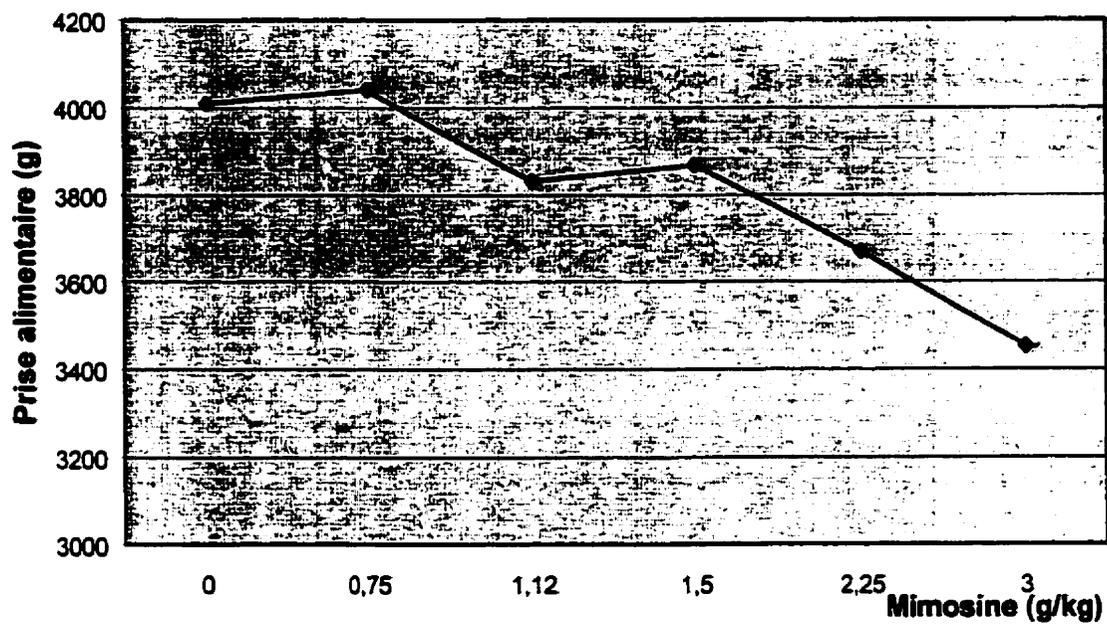


Figure 2.2 Prise alimentaire en fonction des teneurs en mimosine de 0 à 6 semaines d'âge
(Expérience 1)



la prise alimentaire. Par contre, certains auteurs n'ont observé aucune diminution significative de la prise alimentaire chez des poulets recevant des rations contenant 0 à 15% de FFL (Hussain et al, 1991; Rekhate et al, 1991; Natanam et Chandrasekaran, 1996).

Il n'y a aucune différence significative observée pour la prise alimentaire entre le groupe de témoin sans FFL et le groupe de poulets recevant 9% de FFLT durant les périodes d'élevage. L'amélioration de la prise alimentaire chez les poulets nourris avec la ration contenant de la FFLT pourrait être liée à la réduction de la teneur en mimosine dans la FFLT. En effet, la teneur en mimosine de la ration contenant 9% FFLT était inférieure à celle de la ration contenant 9% FFL (1,12 vs 2,25 g/ kg d'aliment) (Tableaux 2.1a et 2.1b). Soedarjo et Borthakur (1996) ont démontré que 97% de la mimosine des feuilles de *Leucaena* pouvaient être éliminées par le trempage dans l'eau pendant 24 heures. Nous notons que dans la présente étude, le trempage dans l'eau pendant 24 heures a permis de réduire de 50% la teneur en mimosine de la farine de feuilles brutes. Cependant, la mimosine n'est que l'un des facteurs expliquant la diminution de la prise alimentaire des poulets. En effet, la prise alimentaire des poulets recevant la ration contenant 1,5 g de mimosine / kg d'aliment (6% de FFL) était plus élevée que celle des poulets nourris avec la ration contenant 1,12 g de mimosine / kg d'aliment (9% de FFLT) durant la période de finition ou l'élevage total (Figure 2.2). En plus, une tendance quadratique sur la prise alimentaire a été observée en passant de 0 à 12% de FFL durant la période de finition ($P = 0,08$) ou durant tout l'élevage ($P = 0,11$). Ceci suggère qu'il n'y avait pas de diminution importante de la prise alimentaire chez les rations contenant un faible taux de FFL. L'effet quadratique indique une diminution de la prise alimentaire davantage marquée au-delà de 3% FFL dans la ration (Fig.2.1).

La prise alimentaire des poulets alimentés avec la ration contenant 9% de FFLT tendait ($P=0,06$) à être plus élevée que celle des poulets recevant 9% de FFL pendant la période de démarrage (Tableau 2.3). Cette tendance a disparu durant la période de finition ou durant tout l'élevage. Ceci suggère une adaptation des poulets à la farine de feuilles avec l'âge.

Le gain de poids des poulets de chair diminue linéairement ($P<0,001$) avec l'augmentation du taux de FFL dans la ration et ce au cours de toutes les périodes d'élevage

(Tableau 2.4). Lorsque le taux de FFL passe de 0 à 12%, la diminution du gain de poids atteint 23,0, 24,5 et de 24,0% comparativement au témoin pour les périodes de démarrage, de finition et complète d'élevage, respectivement (Tableau 2.4). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Nataman et Chandrasekaran (1996) qui ont utilisé des niveaux d'incorporation alimentaire de la FFL de 0, 5 et 10% chez des poulets de chair de 0 à 5 semaines d'âge. La diminution du gain de poids des poulets de chair nourris avec les rations contenant la FFL a été démontrée par plusieurs autres auteurs (Sharif et al., 1995; D'Mello et al., 1987; D'Mello et Acamovic, 1988). Par contre, Hussain et al. (1991) n'ont observé aucune différence significative pour le gain de poids des poulets de chair de 1 à 35 jours d'âge lorsque la dose de la FFL dans la ration passait de 0 à 15%. Des résultats similaires ont été aussi rapportés par Gulraiz et al. (1991), Bastarrchea et al (1980) et Acamovic et D'Mello (1980) avec des niveaux de FFL de 12, 12,5 et 15% de la ration des poulets. Ces différences entre les études pourraient être liées à la tolérance aux substances antinutritionnelles, au besoin nutritif de la race des poulets et à la teneur en mimosine de la farine de feuilles de *Leucaena* utilisées.

Cependant, une tendance quadratique ($P = 0,05$) a été observée en passant de 0 à 12% de FFL pour le gain de poids pendant la période de finition ou durant tout l'élevage (Tableau 2.4). Ce qui suggère qu'il n'y avait pas de diminution importante du gain de poids des poulets nourris avec la ration contenant un faible taux de FFL (3%) comparativement aux poulets recevant la ration témoin.

Hussain et al. (1991) ont démontré que la diminution du gain de poids des oiseaux nourris avec la ration contenant une grande quantité de FFL (20% de FFL) n'est pas attribuable à la diminution de la prise alimentaire. Cette diminution du gain de poids pourrait être liée à la présence de mimosine et aux tanins des feuilles de *Leucaena*. La mimosine inhiberait le métabolisme des acides aminés aromatiques tels que la tyrosine et le tryptophane (Lin et al., 1965), ce qui limiterait la biosynthèse des protéines dans l'organisme entraînant des symptômes toxiques, incluant des retards de croissance (Lin et al., 1964; Ter Meulen et al., 1981; Serrano et al., 1983). La vitesse de croissance a été sévèrement réduite chez des poulets nourris avec une ration contenant 3,3 g de mimosine par kg d'aliment (D'Mello et Acamovic, 1989). Dans la présente étude, une diminution sévère du gain de poids des poulets était déjà

Tableau 2.4 Effet du taux de farine de feuilles de *Leucaena* sur le gain de poids (g/période) des poulets à griller (Expérience 1)

Traitement	FFL %	FFLT %	n	Âge (semaines)		
				0 à 3	4 à 6	0 à 6
1	0	0	10	769	1625	2394
2	3	0	10	744	1633	2377
3	6	0	10	699	1510	2209
4	9	0	10	640	1392	2032
5	12	0	10	592	1227	1819
6	0	9	10	681	1418	2099
Moyenne			60	687	1468	2155
Écart-type résiduel				58	140	172
Contrastes (P=)						
Linéaire (1 à 5)				0,0001	0,0001	0,0001
Quadratique (1 à 5)				0,3815	0,0456	0,0549
Cubique (1 à 5)				0,5855	0,5520	0,5048
4 vs 6				0,1153	0,6892	0,3909
1 vs 6				0,0014	0,0018	0,0004

FFL = Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT = Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

observée avec la ration contenant 3,0 g de mimosine par d'aliment (12% de FFL). Les tanins pourraient aussi diminuer la digestibilité des protéines dans la ration contenant des feuilles de *Leucaena* à cause de la formation de complexes protéines-tanins dans le tube digestif (Hewitt et Ford, 1982). Hathcock et al (1975) ont observé une amélioration de la performance des poulets nourris avec une ration contenant à la fois des feuilles de *Leucaena* et une teneur élevée en protéines (de 250 à 260 g / kg de ration). Dans la présente expérience, une diminution du gain de poids des poulets nourris avec des rations contenant la FFL pourrait aussi s'expliquer par la diminution de l'énergie métabolisable de la ration. Comme nous le verrons plus loin, la teneur en énergie métabolisable a diminué avec l'augmentation du taux de FFL dans la ration ($P < 0,001$) (Tableau 2.8). La diminution de la disponibilité des protéines causée par la mimosine et les tanins pourrait être une des causes provoquant la diminution de la teneur en énergie métabolisable des rations contenant de la farine de feuilles de *Leucaena*.

Le gain de poids des oiseaux n'est pas affecté par le traitement à l'eau de la farine de *Leucaena*. En effet, il n'y a aucune différence significative ($P > 0,05$) entre le gain de poids des poulets nourris avec la ration contenant 9% de FFL et celui recevant la ration contenant 9% de FFLT durant les deux périodes d'élevage ou durant tout l'élevage (Tableau 2.4). Cependant, le gain de poids des oiseaux recevant 9% de FFLT était plus faible que celui des oiseaux du groupe témoin durant les deux périodes d'élevage ou l'élevage total (Tableau 2.4). Une diminution du gain de poids de 11,4, 12,7 et de 12,3% a été observée entre le traitement contenant 9% de FFLT et le groupe témoin pour les périodes de démarrage, de finition ou totale d'élevage, respectivement (Tableau 2.4). Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Chupong (1989) qui ont observé une diminution linéaire du gain de poids des poulets de 0 à 4 semaines lorsque la dose de FFLT passait de 0 à 20%. Par contre, Murthy et al (1994) n'ont observé aucune différence significative pour le gain de poids de 0 à 8 semaines entre les poulets nourris avec une ration sans FFL et ceux alimentés avec une ration contenant 20% de FFLT pendant 12 heures. Il se pourrait que cette différence soit reliée à la tolérance aux substances antinutritionnelles, au besoin nutritif de la race de poulet et à la teneur en éléments antinutritionnels de la farine de feuilles utilisées dans ces expériences.

La différence entre le gain de poids des témoins et celui des poulets nourris avec la ration contenant 9% de FFLT pourrait s'expliquer de la même façon que celle entre les témoins et les poulets recevant la ration contenant la FFL. En effet, la teneur en énergie métabolisable de la ration contenant 9% de FFLT était significativement inférieure à celle de la ration sans FFL ($P < 0,01$) (Tableau 2.8).

L'efficacité alimentaire a aussi diminué significativement ($P < 0,001$) par le taux de FFL, que ce soit en période de démarrage, de finition ou durant tout l'élevage (Tableau 2.5). Comme la prise alimentaire a diminué moins fortement que le gain de poids, la combinaison de ces deux effets a produit une détérioration de l'efficacité alimentaire (Tableau 2.5). Une diminution de l'efficacité alimentaire de 8,5, 13,1 et de 11,6% a été observé en passant de 0 à 12% de la FFL pour les périodes de démarrage, de finition et durant tout l'élevage, respectivement (Tableau 2.5). Ces résultats sont en accord avec la diminution de l'efficacité alimentaire observée par D'Mello et al (1987) chez des poulets de 0 à 22 jours d'âge avec des niveaux alimentaires de FFL séchées à obscurité de 0, 5 et 10%. Des observations similaires ont aussi été rapportées par Natanam et Chandrasekaran (1996). Par contre, Hussain et al (1991) n'ont observé aucune différence significative de l'efficacité alimentaire des poulets lorsque le taux de la FFL passait de 0 à 15% de la ration. Une faible taux de FFL dans la ration (de 3 à 5%) n'a pas produit d'effet négatif sur l'efficacité alimentaire des poulets de chair (Fraga et al., 1992; Hanif et al., 1985; Chen et Lai, 1981).

Cependant, un effet quadratique sur l'efficacité alimentaire a été observé en passant de 0 à 12% de FFL que ce soit la période de finition ($P = 0,09$) ou l'élevage total ($P = 0,10$) (Tableau 2.5). Ceci indique qu'il n'y avait pas de diminution importante de l'efficacité alimentaire entre le groupe témoin et celui des poulets recevant la ration contenant un faible taux de FFL (3%).

Il n'y a eu aucune différence ($P > 0,05$) entre l'efficacité alimentaire du groupe de poulets nourris avec la ration avec 9% de FFL et celui de poulets recevant la ration contenant 9% de FFLT durant toutes les périodes d'élevage (Tableau 2.5). Toutefois, l'efficacité alimentaire de ces oiseaux était significativement plus faible que celle du groupe témoin pour

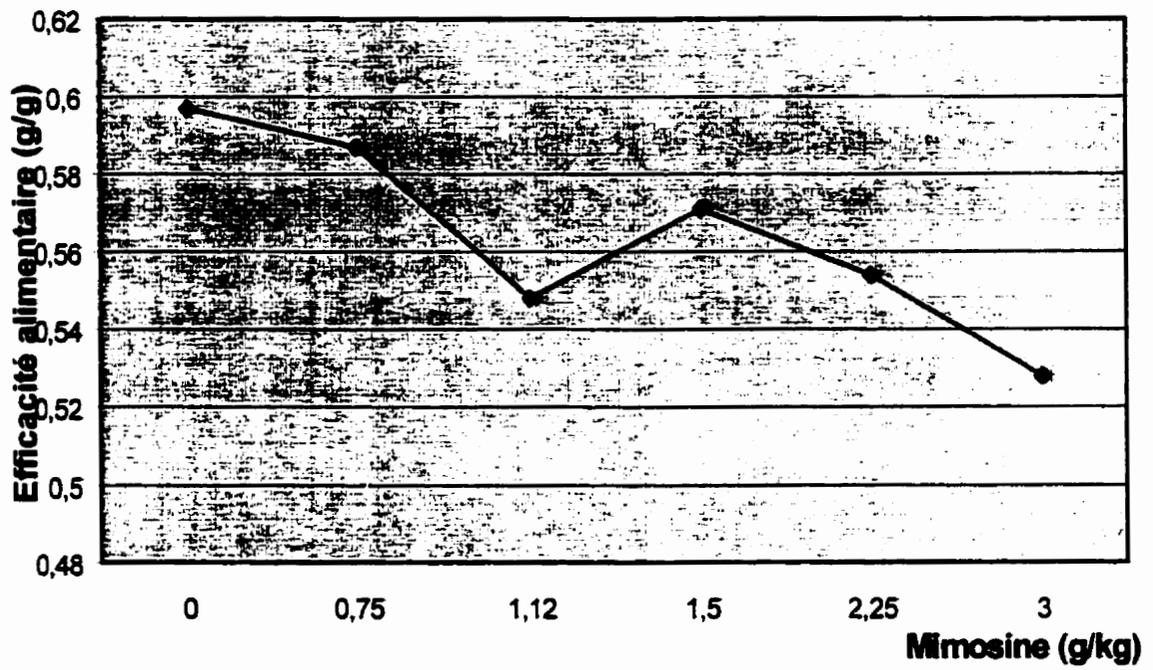
Tableau 2.5 Effet du taux de farine de feuilles de *Leucaena* sur l'efficacité alimentaire (g de gain de poids /g d'aliment) des poulets à griller (Expérience 1)

Traitement	FFL %	FFLT %	n	Âge (semaines)		
				0 à 3	4 à 6	0 à 6
1	0	0	10	0,752	0,544	0,597
2	3	0	10	0,756	0,535	0,587
3	6	0	10	0,727	0,520	0,571
4	9	0	10	0,703	0,505	0,554
5	12	0	10	0,688	0,473	0,528
6	0	9	10	0,701	0,495	0,548
Moyenne			60	0,721	0,512	0,564
Écart-type résiduel				0,027	0,002	0,017
Contrastes (P=)						
Linéaire (1 à 5)				0,0001	0,0001	0,0001
Quadratique (1 à 5)				0,3122	0,0862	0,1007
Cubique (1 à 5)				0,1307	0,6221	0,8755
4 vs 6				0,8705	0,3184	0,4244
1 vs 6				0,0001	0,0001	0,0001

FFL = Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT = Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

Figure 2.3 Efficacité alimentaire en fonction des teneurs en mimosine de 0 à 6 semaines d'âge (Expérience 1)



toutes les périodes de mesure. Murthy et al. (1994) n'ont aussi observé aucune différence significative de l'efficacité alimentaire entre le groupe de poulets nourris avec la ration contenant 20% de FFL séchée au soleil et celui alimenté avec la ration contenant 20% de FFLT pendant 12 heures, chez des poulets de 0 à 8 semaines d'âge.

Une baisse de l'efficacité alimentaire de 6,8, 9,0 et de 8,2% a été observée chez le groupe de poulets nourris avec la ration contenant 9% de FFLT par rapport au groupe recevant la ration témoin pour les périodes de démarrage, de finition et durant tout l'élevage respectivement (Tableau 2.5). Ces résultats sont en accord avec ceux de Chupong (1989) qui a noté une diminution linéaire de l'efficacité alimentaire des poulets lorsque le taux de FFLT passait de 0 à 20% ($P < 0,01$). Par contre, Murthy et al (1994) n'ont observé aucune différence significative pour l'efficacité alimentaire entre des poulets nourris avec une ration sans la FFL et ceux nourris avec une ration contenant 20% de FFLT. L'explication mentionnée plus tôt pour la différence de gain de poids entre ces deux études peut être reprise pour expliquer la différence concernant l'efficacité alimentaire.

Le Figure 2.3 montre que l'efficacité alimentaire des groupe de poulets nourris avec la ration contenant 1,5 et 2,25 g de mimosine / kg d'aliment (6 et 9% de FFL) était plus élevée que celle du groupe de poulets recevant la ration 1,12 g de mimosine / kg d'aliment (9% de FFLT) durant tout l'élevage. Ceci indique que la mimosine n'est que l'un des facteurs expliquant la diminution de l'efficacité alimentaire.

Les poids absolu et relatif du foie par rapport au poids de la carcasse ont été influencés significativement par le taux de FFL de la ration (Tableau 2.6). Une diminution du poids absolu du foie a été observée ($P < 0,05$) avec l'augmentation du taux de FFL (Tableau 2.6). Par contre, le poids du foie exprimé en pourcentage du poids de la carcasse a augmenté linéairement avec le taux de FFL de la ration ($P < 0,01$) (Tableau 2.6). Murthy et al. (1994) ont observé un œdème et une congestion du foie des poulets nourris avec des rations contenant 10 et 20% des feuilles de *Leucaena*. La mimosine n'est pas un seul facteur expliquant l'augmentation du pourcentage du foie. En effet, le poids du foie exprimé en pourcentage du poids de la carcasse des poulets nourris avec les rations contenant 1,5 et 3 g de mimosine / kg

Tableau 2.6 Effet du taux de farine de feuilles de *Leucaena* sur le poids du foie et du gras intra-abdominal des poulets à griller (Expérience 1)

Traitement	FFL %	FFLT %	n	Foie g	Foie ¹ %	Gras g	Gras ¹ %
1	0	0	10	47,96	2,86	45,14	2,68
2	3	0	10	47,07	2,89	36,84	2,23
3	6	0	10	44,72	2,96	33,71	2,21
4	9	0	10	43,03	3,25	34,13	2,50
5	12	0	10	42,10 ^a	3,35 ^a	23,84	1,89
6	0	9	10	48,16	3,51	36,92	2,69
Moyenne			60	45,56	3,14	35,01	2,37
Écart-type résiduel				6,49	0,48	11,35	0,68
Contrastes (P=)							
Linéaire (1 à 5)				0,0329	0,0087	0,0002	0,0617
Quadratique (1 à 5)				0,8310	0,5555	0,9743	1,0000
Cubique (1 à 5)				0,6714	0,6378	0,1685	0,0580
4 vs 6				0,0838	0,2334	0,5853	0,5205
1 vs 6				0,9443	0,0045	0,1124	0,9766

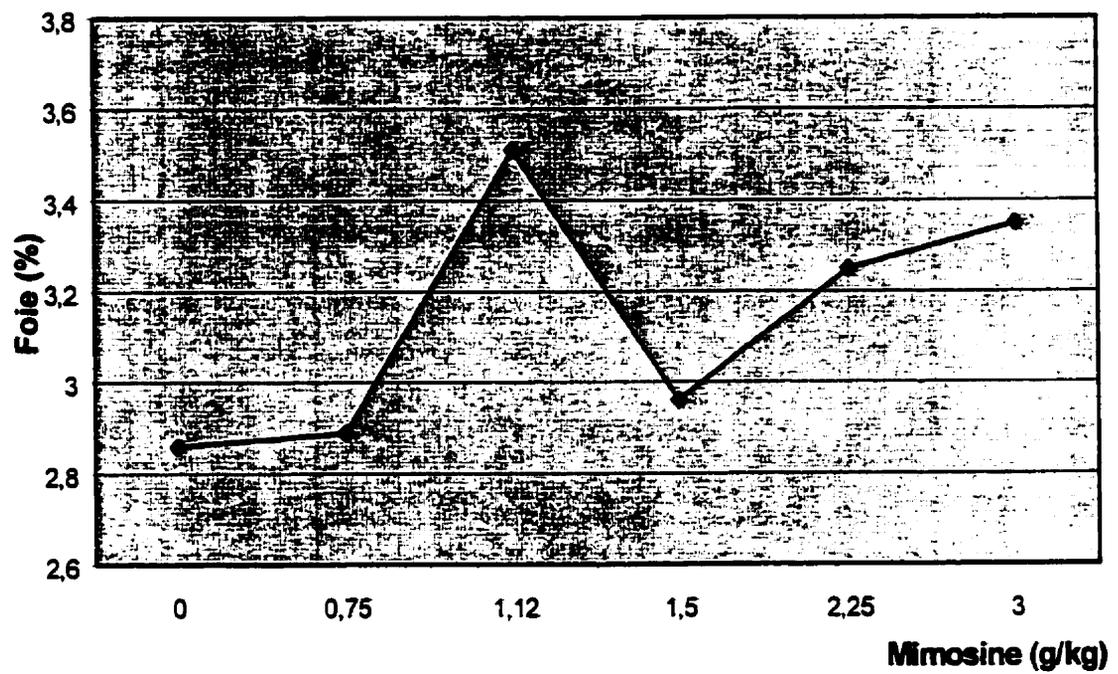
¹ Les poids du foie et du gras sont exprimés en pourcentage du poids de la carcasse éviscérée.

^a n=9

FFL = Farine de feuilles brutes de *Leucaena*.

FFLT = Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau.

**Figure 2.4 Pourcentage du foie en fonction des teneurs en mimosine
(Expérience 1)**



d'aliment était plus faible celui des poulets recevant la ration contenant 1,12 g de mimosine / kg d'aliment (Figure 2.4). L'augmentation du pourcentage du foie des poulets recevant 9% de FFLT pourrait être liée à la conversion de la mimosine en DHP durant le trempage de FFL dans l'eau.

Il n'y a eu aucune différence significative observée ($P > 0,05$) pour le poids du foie en termes absolu et en pourcentage de la carcasse entre les poulets nourris avec la ration de 9% de FFL et ceux nourris avec la ration contenant 9% de FFLT (Tableau 2.6). Par contre, une différence significative ($P < 0,01$) a été notée pour le pourcentage du foie entre le groupe témoin et celui recevant 9% de FFLT (Tableau 2.6). Les poulets nourris avec la ration contenant 9% de FFLT ont produit un poids du foie exprimé en pourcentage du poids de la carcasse plus élevé par rapport au groupe témoin (Tableau 2.6). La DHP produite par le trempage de FFL dans l'eau pourrait être une raison expliquant l'augmentation du pourcentage de foie des poulets recevant 9% de FFLT par rapport aux poulets nourris avec la ration contenant 9% de FFL.

Le poids absolu du gras intra-abdominal a diminué linéairement ($P < 0,01$) par le taux de FFL (Tableau 2.6), alors que le pourcentage de gras intra-abdominal tendait aussi à diminuer ($P = 0,06$) lorsque le taux de FFL de la ration passait de 0 à 12%. Toutefois, ces résultats semblent assez variables d'un groupe à l'autre tel qu'indiqué par la tendance ($P = 0,06$) pour un effet cubique du taux de FFL. Ekpenyong (1989) a observé une diminution du gras de la carcasse des poules nourries avec une ration contenant 10 et 20% de feuilles de *Leucaena* pendant 8 semaines. Une diminution du gras de la carcasse des poulets nourris avec une ration contenant 15% de feuilles de *Leucaena* a aussi été rapportée par Acamovic et al. (1982).

Il n'y a aucune différence significative ($P > 0,05$) pour les poids absolu et relatif du gras intra-abdominal par rapport au poids de la carcasse entre les groupes de poulets nourris avec la ration contenant 9% de FFL et avec la ration contenant 9% de FFLT (Tableau 2.6). Ceci nous amène à conclure que le traitement à l'eau de la FFL n'a pas eu d'effet important sur la déposition du gras intra-abdominal des poulets.

Tableau 2.7 Effet du taux de farine de feuilles de *Leucaena* sur le poids final, le poids de la carcasse et le rendement en viande des poulets à griller (Expérience 1)

Traitement	FFL	FFLT	n	Poids final moyen	Poids final moyen des poulets abattus	Poids de la carcasse	Rendement ¹
	%	%		g	g	g	%
1	0	0	10	2454	2466	1674	67,87
2	3	0	10	2449	2418	1632	67,50
3	6	0	10	2253	2269	1501	66,11
4	9	0	10	2073	2074	1351	65,01
5	12	0	10	1864	1933	1239	64,15
6	0	9	10	2149	2136	1375	64,37
Moyenne			60	2207	2216	1462	65,84
Écart-type résiduel				181	225	155	1,64
Contrastes (P=)							
Linéaire (1 à 5)				0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Quadratique (1 à 5)				0,0731	0,3878	0,3910	0,7224
Cubique (1 à 5)				0,3781	0,4944	0,4138	0,4409
4 vs 6				0,3583	0,5405	0,7312	0,3929
1 vs 6				0,0005	0,0021	0,0001	0,0001

¹ Rendement (%) = (poids de la carcasse / poids final des poulets abattus) x 100

FFL = Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT = Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau.

Le poids final moyen, le poids de la carcasse et le rendement en viande des poulets ont été diminué linéairement ($P < 0,001$) par le taux de FFL (Tableau 2.7). Lorsque le taux de FFL passait de 0 à 12%, une baisse de 24,0% a été observée pour le poids final moyen, de 26,0% pour le poids de la carcasse et de 5,5% pour le rendement en viande (Tableau 2.7).

Il n'y a eu aucune différence significative ($P > 0,05$) pour le poids final moyen, le poids de la carcasse et le rendement en viande entre le groupe de poulets nourris avec la ration contenant 9% de FFL et celui recevant la ration contenant 9% de FFLT (Tableau 2.7). Par contre, des diminutions ($P < 0,001$) pour le poids final moyen, le poids de la carcasse et pour le rendement en viande ont été observées entre les groupes de poulets recevant la ration contenant 9% de FFLT et sans FFL. Une diminution de 12,4% du poids final moyen, de 17,9% du poids de la carcasse et de 5,2% du rendement en viande a été observée chez les poulets nourris avec la ration contenant 9% de FFLT, par rapport aux poulets recevant la ration témoin (Tableau 2.7). Ces résultats sont la suite logique des effets observés sur le gain de poids. D'autres auteurs (Lessard) ont observé une diminution du rendement de la carcasse lorsque la croissance est ralentie.

La concentration en énergie métabolisable de la ration a diminué ($P < 0,001$) par le taux de FFL durant les deux périodes d'élevage (Tableau 2.8). Une diminution de 8,1% a été observée en passant de 0 à 12% de FFL de la ration pour la période de démarrage et de 9,7% pour la période de finition (Tableau 2.8). Cette diminution de la teneur en énergie métabolisable pourrait être liée à la présence de la mimosine et de tanins dans la FFL, ce qui a diminué l'efficacité d'utilisation des protéines de la ration par les poulets. De plus, chez les poulets, la diminution la valeur d'énergie métabolisable pourrait être attribuée à la faible digestibilité des nutriments causée par le contenu élevé en lignine des feuilles de *Leucaena* (D'Mello et Acamovic, 1988). Des effets quadratique et cubique sur la teneur en énergie métabolisable de la ration ont aussi été observés en passant de 0 à 12% de FFL que ce soit au cours de période de démarrage et ils ont disparus durant la période de finition (Tableau 2.8). Ceci suggère que l'effet de la FFL sur l'énergie métabolisable de la ration chez les poulets à 3 semaines d'âge était moins marqué que chez les poulets à 6 semaines d'âge et que cet effet est variable d'un groupe à l'autre. En effet, en période de 0 à 3 semaines d'âge, les rations

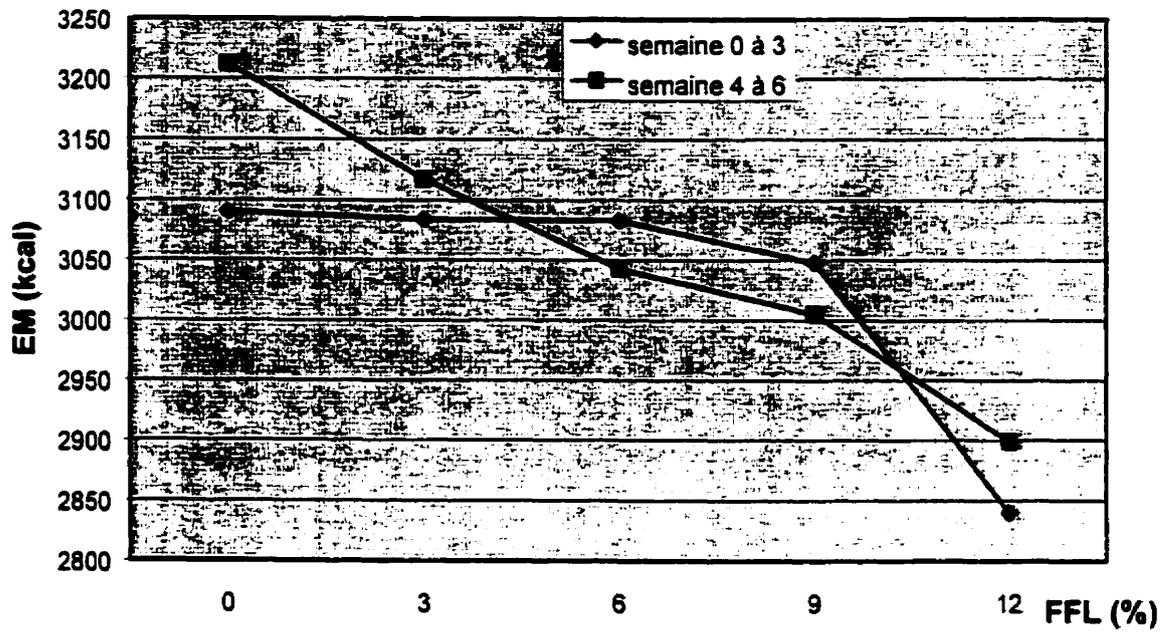
Tableau 2.8 Effet du taux de farine de feuilles de *Leucaena* sur l'énergie métabolisable de la ration chez des poulets à griller (Expérience 1)

Traitement	FFL %	FFLT %	n	Semaine 0 à 3 kcal/kg	Semaine 4 à 6 kcal/kg
1	0	0	5	3090	3212
2	3	0	5	3084	3117
3	6	0	5	3083	3043
4	9	0	5	3048	3005
5	12	0	5	2840	2899
6	0	9	5	2941	3028
Moyenne				3014	3051
Écart-type résiduel				38	48
Contrastes (P=)					
Linéaire (1 à 5)				0,0001	0,0001
Quadratique (1 à 5)				0,0001	0,8720
Cubique (1 à 5)				0,0031	0,1990
4 vs 6				0,0002	0,4568
1 vs 6				0,0001	0,0001

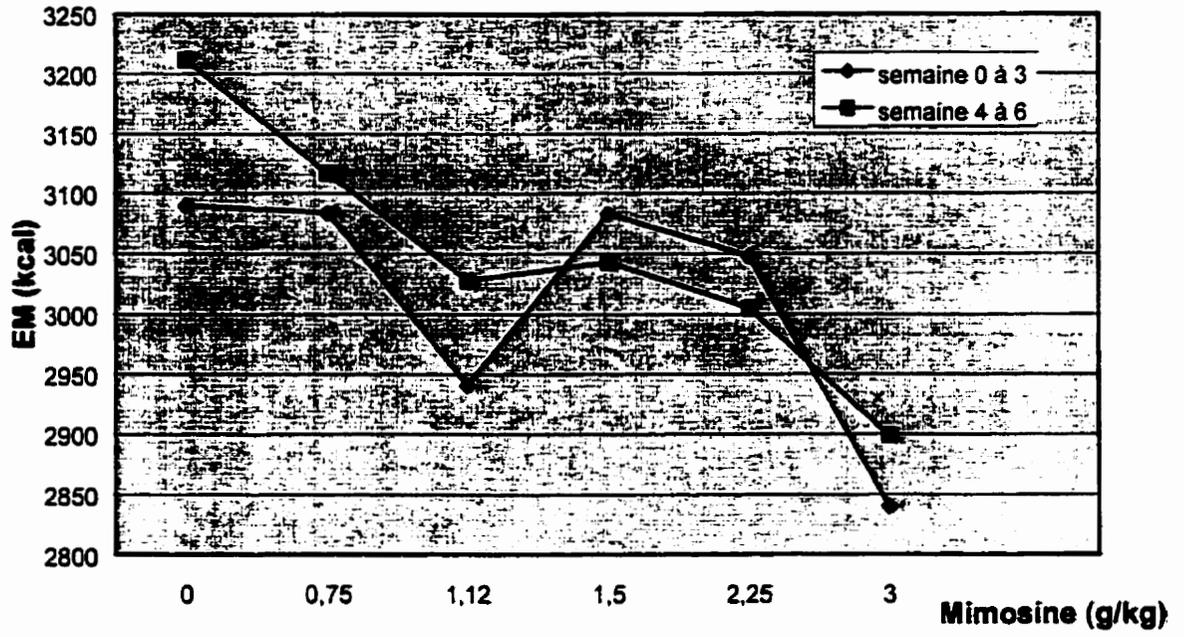
FFL = Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT = Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

Figure 2.5 Teneur en énergie métabolisable en fonction des taux de farine de feuilles de *Leucaena* (Expérience 1)



**Figure 2.6 Teneur en énergie métabolisable en fonction des teneurs en mimosine
(Expérience 1)**



contenant 0, 3, 6 ou 9% de FFL ont tous à peu près la même teneur en énergie métabolisable, la seule ration contenant 12% de FFL présente une teneur en énergie métabolisable plus faible (Tableau 2.8 et Figure 2.5). Il semble que l'effet de la FFL sur l'énergie métabolisable de la ration est lié au besoin en énergie des poulets. Une belle diminution linéaire de l'énergie métabolisable de la ration a été observée durant la période de finition (Tableau 2.8). Une forte augmentation de la teneur en énergie métabolisable de la ration a été notée entre les deux périodes d'élevage pour le groupe témoin alors que pour les autres groupes l'écart est plus faible entre les deux périodes (Figure 2.6). La réduction linéaire de l'énergie métabolisable est plus évidente pour la période de finition.

Une diminution de la teneur en énergie métabolisable de 3,5% a été observée avec la ration contenant 9% de FFLT par rapport à la ration contenant 9% de FFL pendant la période de démarrage (Tableau 2.8). Cette différence a disparu durant la période de finition. Cependant, une différence significative ($P < 0,001$) pour la teneur en énergie métabolisable a aussi été observée entre la ration témoin et celle contenant 9% de FFLT au cours des deux périodes d'élevage. Une baisse de la teneur en énergie métabolisable de 4,8% a été remarquée avec la ration contenant 9% FFLT par rapport à la ration témoin au cours de la période de démarrage, cette différence était de 5,7% en période de finition (Tableau 2.8). Comme mentionné précédemment, cette diminution de la teneur en énergie métabolisable avec la FFL et FFLT pourrait expliquer en partie la diminution des performances des poulets nourris avec ces produits.

2.4.2 Expérience 2

Dans l'expérience 1, nous avons constaté une diminution des performances des poulets lorsque le taux de FFL passait de 0 à 12%. Cette diminution des performances par rapport au groupe témoin a aussi été observée chez les poulets recevant 9% de FFLT. La détérioration des performances des poulets nourris avec la ration contenant la FFL pourrait, du moins en partie, être attribuée à la diminution de la teneur en énergie métabolisable causée par l'incorporation de la FFL dans la ration (Tableau 2.8). Il y a possiblement eu une surestimation de la teneur en énergie métabolisable de la FFL dans l'expérience 1. Nous avons aussi constaté une légère amélioration de la prise alimentaire, du gain de poids ainsi que du

poids final moyen des poulets recevant la ration contenant 9% de FFLT par rapport aux poulets recevant la ration contenant 9% FFL. Cependant, cette amélioration n'a pas effacé toute la différence entre les deux traitements. Ceci nous a conduit à réaliser un second essai visant à vérifier l'effet de l'ajout de FFL et de FFLT aux aliments, en tenant compte de la valeur d'énergie métabolisable de la ration mesurée dans l'expérience 1, et de comparer l'efficacité de deux méthodes de traitement de la FFL (trempage dans l'eau pendant 24 heures et addition de 0,5% de sulfate ferreux ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)) sur les performances zootechniques et la quantité de gras intra-abdominal des poulets de chair.

La prise alimentaire a été affectée significativement ($P < 0,05$) par le taux de FFL dans la ration seulement durant la période de démarrage (Tableau 2.9; contraste 1). Une diminution de la prise alimentaire de 10,1% a été observée en passant de 0 à 8% de FFL. Par contre, aucune différence significative pour la prise alimentaire n'a été observée en période de finition lorsque le taux de FFL passait de 0 à 8% (Tableau 2.9). Cependant, une tendance à une diminution ($P = 0,09$) de la prise alimentaire a été observée en passant de 0 à 8% de FFL durant tout l'élevage. Ces résultats sont partiellement en contradiction avec ceux obtenus lors de l'expérience 1 où la prise alimentaire des oiseaux a diminué linéairement avec l'augmentation du taux de FFL et cela à toutes les périodes d'élevage. Cependant, Natanam et Chandrasekaran (1996) n'ont pas observé de différence significative pour la prise alimentaire chez des poulets de 0 à 5 semaines d'âge lorsque le taux de la FFL passait de 0 à 10% de la ration. Par contre, plusieurs auteurs ont noté une diminution de la prise alimentaire des poulets causée par l'incorporation de la FFL à la ration (Murthy et al., 1994; Fraga et al., 1992 ; Moat et Sriskandarajah, 1986). Ceci suggère que la FFL semble donc avoir un effet variable sur la prise alimentaire et que cet effet est plus marqué lorsque les poulets sont plus jeunes.

Nous constatons qu'avec la même lignée de poulets (Ross x Ross) et le même lot de farine de feuilles utilisées dans nos deux expériences, la prise alimentaire des poulets de l'expérience 2 était moindre que celle des poulets de l'expérience 1. Cette différence peut s'expliquer par la « qualité » des poulets utilisés dans ces expériences. En effet, le poids initial moyen des poulets de l'expérience 1 était plus élevé que celui des poulets de l'expérience 2

Tableau 2.9 Effets du type de traitement de la farine de feuilles de *Leucaena* sur la prise alimentaire (g / période) des poulets à griller (Expérience 2)

Traitement	FFL	FFLT	Sulfate ferreux	n	Âge (semaines)		
	%	%	%		0 à 3	4 à 6	0 à 6
1	0	0	0	9	786	2740	3525
2	0	0	0,5	8	692	2601	3293
3	4	0	0	9	772	2780	3552
4	0	4	0	9	816	2731	3547
5	4	0	0,5	9	745	2558	3303
6	8	0	0	9	707	2606	3312
7	0	8	0	9	767	2734	3501
8	8	0	0,5	8	749	2555	3304
Moyenne				70	755	2665	3421
Écart-type résiduel					82	195	262
Contrastes (P=)							
1. Linéaire FFL					0,0440	0,1499	0,0893
2. Linéaire FFLT					0,6276	0,9465	0,8404
3. Linéaire FFLF					0,1672	0,7126	0,8726
4. Linéaire (1,5,8)					0,3499	0,0601	0,0906
5. 1 vs 2					0,0203	0,1300	0,0642
6. 3,6 vs 4,7					0,0610	0,5472	0,2994
7. 3,6 vs 5,8					0,7867	0,0455	0,1559
8. 4,7 vs 5,8					0,1136	0,0107	0,0168

FFL= Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT= Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

FFLF= Farine de feuilles de *Leucaena* avec addition de 0,5% FeSO₄.7H₂O

(44,4 vs 38,4 g). Ceci suggère que l'effet de la FFL peut être plus marqué lorsque les performances sont plus élevés.

Il n'y a eu aucune différence significative observée de la prise alimentaire des oiseaux lorsque le taux de FFLT ou de FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ passait de 0 à 8% dans la ration (Tableau 2.9; contrastes 2,3). Par contre, une tendance à une diminution de la prise alimentaire a été notée chez les groupes de poulets nourris avec les rations contenant la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ comparativement au groupe témoin 1 pendant la période de finition ou durant l'élevage total (Tableau 2.9; contraste 4). Cependant, à des taux plus élevés de FFL, Murthy et al. (1994) ont observé une diminution significative de la prise alimentaire des poulets nourris d'une ration contenant 20% de FFLT pendant 12 h par rapport à des poulets recevant la ration témoin sans FFL de 0 à 8 semaines d'âge. D'Mello et Acamovic (1982b) ont aussi observé une diminution de la prise alimentaire chez des poulets de 0 à 13 jours recevant la ration de 15% FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Une différence significative ($P < 0,05$) pour la prise alimentaire a aussi été observée entre les poulets recevant la ration témoin (témoin 1) et la ration témoin additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (témoin 2), mais seulement en période de démarrage (Tableau 2.9; contraste 5). Une diminution de la prise alimentaire de 12,0% a été notée chez le témoin 2 par rapport au témoin 1 en période de démarrage. De plus, une tendance à une diminution de la prise alimentaire du groupe témoin 2 par rapport au groupe témoin 1 a aussi été observée au cours de la période de finition ($P = 0,13$) ou durant tout l'élevage ($P = 0,06$). Cette diminution de la prise alimentaire pourrait être liée à la présence du $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dans la ration. Le $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ pourrait diminuer l'appétit du poulet.

La prise alimentaire a été aussi influencée significativement par les types de FFL (Tableau 2.9; contrastes 7,8). Une prise alimentaire supérieure de 6,9% ($P < 0,05$) a été observée avec la FFLT comparativement à la FFL supplémentée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ au cours de la période de finition et de 6,7% ($P < 0,05$) pour l'ensemble de l'élevage (Tableau 2.9; contraste 8). La plus faible énergie métabolisable des rations à base de FFLT

comparativement à celles à base de FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ pourrait expliquer cette amélioration de la prise alimentaire (Tableau 2.14; contraste 8).

Une diminution moyenne de la prise alimentaire de 5,1% ($P < 0,05$) a été observée avec les aliments contenant la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ comparativement aux aliments contenant uniquement la FFL et cela seulement en période de finition (Tableau 2.9; contraste 7). Ceci suggère un effet négatif du $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sur la prise alimentaire des poulets. Par contre, il n'y a eu aucune différence significative observée pour la prise alimentaire entre les rations contenant de la FFLT et celles à base de FFL et cela pour toutes les périodes d'élevage (Tableau 2.9; contraste 6). Cependant, une tendance à l'amélioration ($P = 0,06$) de la prise alimentaire a été observée avec la FFLT par rapport à la FFL durant la période de démarrage (Tableau 2.9; contraste 6).

Le gain de poids des oiseaux a été affecté significativement par le taux de FFL peu importe la période d'élevage (Tableau 2.10; contraste 1). Il a diminué avec l'augmentation du taux de la FFL. Une diminution du gain de poids de 13,6% a été observée en passant de 0 à 8% de FFL pour la période de démarrage, de 8,9% pour la période de finition et de 10,2% pour tout l'élevage (Tableau 2.10). Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus dans l'expérience 1 (Tableau 2.4). Une diminution du gain de poids a aussi été observée même en période de finition malgré l'absence de différence pour la teneur des rations en énergie métabolisable entre les traitements contenant de la FFL et le témoin sans FFL (Tableau 2.14; contraste 1). La diminution de 5% ($P = 0,15$) de la prise alimentaire chez le groupe de poulets nourris la ration contenant 6% de FFL par rapport au groupe témoin 1 peut expliquer en partie cette diminution du gain de poids. Natanam et Chandrasekaran (1996) ont observé une diminution du gain de poids chez des poulets nourris avec des rations isoénergétiques contenant 5 et 10% de FFL de 0 à 5 semaines d'âge. Des résultats similaires ont aussi été rapportés par Hussain et al. (1991) et Murthy et al. (1994) qui ont utilisé des rations isoénergétiques contenant de 0 à 20% de FFL.

Le gain de poids a aussi été influencé significativement ($P < 0,05$) par le taux de FFLT durant la période de finition et durant tout l'élevage (Tableau 2.10; contraste 2). Il a diminué

Tableau 2.10 Effet du type de traitement de la farine de feuilles de *Leucaena* sur le gain de poids (g/période) des poulets à griller (Expérience 2)

Traitement	FFL	FFLT	Sulfate ferreux (%)	n	Âge (semaines)		
	%	%			0 à 3	4 à 6	0 à 6
1	0	0	0	9	618	1590	2208
2	0	0	0,5	8	536	1540	2076
3	4	0	0	9	608	1587	2195
4	0	4	0	9	618	1543	2161
5	4	0	0,5	9	577	1457	2034
6	8	0	0	9	534	1448	1982
7	0	8	0	9	564	1488	2052
8	8	0	0,5	8	563	1393	1956
Moyenne				70	578	1507	2085
Écart-type résiduel					75	105	162
Contrastes (P=)							
1. Linéaire FFL					0,0219	0,0058	0,0045
2. Linéaire FFLT					0,1378	0,0432	0,0455
3. Linéaire FFLF					0,5030	0,0099	0,1588
4. Linéaire (1,5,8)					0,1306	0,0003	0,0022
5. 1 vs 2					0,0298	0,2899	0,0892
6. 3,6 vs 4,7					0,4274	0,9570	0,7386
7. 3,6 vs 5,8					0,9395	0,0128	0,0926
8. 4,7 vs 5,8					0,3925	0,0147	0,0461

FFL= Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT= Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

FFLF= Farine de feuilles de *Leucaena* avec addition de 0,5% FeSO₄.7H₂O

avec l'augmentation du taux de la FFLT. Aussi, en passant de 0 à 8% de FFLT, une dépression du gain de poids de 6,4% a été remarquée pour la période de finition et de 7,1% pour tout l'élevage (Tableau 2.10). Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Chupong (1989) qui a observé une diminution linéaire du gain de poids chez des poulets de 0 à 4 semaines d'âge lorsque le taux de FFLT passait de 0 à 20% de la ration.

Par contre, le gain de poids a été affecté significativement ($P < 0,01$) par le taux de FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ seulement en période de finition (Tableau 2.10; contraste 3). Il a diminué avec l'augmentation du taux de FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Une diminution du gain de poids de 9,5% a été observée en passant de 0 à 8% de FFL complémentée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Tableau 2.10, contraste 3). Cependant, une diminution significative du gain de poids a aussi été observée avec les rations contenant de la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ comparativement à la ration témoin 1 et cela pour la période de finition ($P < 0,001$) ou pour tout l'élevage (0,01) (Tableau 2.10; contraste 4).

Une différence significative ($P < 0,05$) pour le gain de poids a été observée entre le témoin 1 et le témoin 2 seulement en période de démarrage (Tableau 2.10; contraste 5). Une baisse du gain de poids de 13,3% a été remarquée chez le témoin 2 par rapport au témoin 1 durant cette période (Tableau 2.10). Il n'y a eu aucune différence significative pour le gain de poids durant la période de finition entre ces deux traitements. Cependant, une tendance à une diminution ($P = 0,09$) du gain de poids du groupe témoin 2 par rapport au groupe témoin 1 a aussi été notée durant tout l'élevage (Tableau 2.10; contraste 5). La diminution de la prise alimentaire des poulets recevant la ration témoin 2 par rapport aux poulets nourris avec la ration témoin 1 pourrait expliquer en partie cette diminution du gain de poids.

Aucune différence significative ($P > 0,05$) pour le gain de poids n'a été observée entre la FFL et la FFLT (Tableau 2.10; contraste 6). Par contre, une diminution moyenne ($P < 0,05$) du gain de poids de 6,1% a été remarquée avec la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en comparaison avec la FFL, seulement en période de finition (Tableau 2.10; contraste 7). En plus, une tendance à une diminution ($P = 0,09$) du gain de poids a été notée avec la FFL complémentée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ par rapport à la FFL durant tout l'élevage (Tableau 2.10;

contraste 7). La diminution du gain de poids des oiseaux recevant la FFL avec 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ par rapport à ceux nourris avec la FFL pourrait être liée à la forte diminution ($P < 0,01$) de l'énergie métabolisable de la ration observée avec les rations à base de FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, par rapport aux rations à base de FFL (Tableau 2.14; contraste 7).

Le traitement à l'eau de la FFL a produit un meilleur gain de poids ($P < 0,05$) que l'addition de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, que ce soit pendant la période de finition ou durant tout l'élevage (Tableau 2.10; contraste 8). Cette amélioration était de 6,4% pour la période de finition et de 5,6% pour tout l'élevage (Tableau 2.10). L'augmentation de la prise alimentaire des groupes de poulets nourris avec les rations contenant la FFLT par rapport aux groupes de poulets recevant les rations contenant la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Tableau 2.9; contraste 8) pourrait être une raison expliquant cette amélioration du gain de poids.

L'efficacité alimentaire a été affectée significativement par le taux de FFL et par le taux de FFLT, que ce soit à la période de démarrage, de finition ou durant tout l'élevage (Tableau 2.11; contrastes 1 et 2). Elle a diminué avec l'augmentation du taux de la FFL ou de la FFLT. Une diminution de l'efficacité alimentaire de 3,8% a été observée en passant de 0 à 8% de FFL pour la période de démarrage, de 4,1% pour la période de finition et de 4,6% pour tout l'élevage (Tableau 2.11). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus dans l'expérience 1 où l'efficacité alimentaire a diminué linéairement avec l'augmentation du taux de FFL (Tableau 2.6). De même, lorsque le taux de FFLT passait de 0 à 8%, une baisse de l'efficacité alimentaire de 6,4% a été remarquée pour la période de démarrage et celle de finition et de 6,5% pour tout l'élevage (Tableau 2.11). Ces résultats sont en accord avec ceux de Chupong (1989) qui a observé une diminution linéaire de l'efficacité alimentaire chez des poulets de 0 à 4 semaines d'âge lorsque le taux de FFLT passait de 0 à 20%. Par contre, Murthy et al. (1994) n'ont noté aucune différence significative pour l'efficacité alimentaire entre les poulets recevant la ration sans FFL et ceux nourris avec la ration contenant 20% FFLT pendant la période de 0 à 8 semaines d'âge. Ces différences entre les études pourraient être liées à la tolérance aux substances antinutritionnelles, au besoin nutritif de la race de poulets et à la teneur en éléments antinutritionnels contenus dans la farine de feuilles utilisées.

Tableau 2.11 Effet du type de traitement de la farine de feuilles de *Leucaena* sur l'efficacité alimentaire (g de gain de poids /g d'aliment) des poulets à griller (Expérience 2)

Traitement	FFL	FFLT	Sulfate ferreux (%)	n	Âge (semaines)		
	%	%			0 à 3	4 à 6	0 à 6
1	0	0	0	9	0,786	0,581	0,627
2	0	0	0,5	8	0,769	0,591	0,630
3	4	0	0	9	0,788	0,571	0,619
4	0	4	0	9	0,758	0,566	0,611
5	4	0	0,5	9	0,773	0,570	0,616
6	8	0	0	9	0,756	0,557	0,598
7	0	8	0	9	0,736	0,544	0,586
8	8	0	0,5	8	0,748	0,546	0,593
Moyenne				70	0,764	0,566	0,610
Écart-type résiduel					0,029	0,017	0,013
Contrastes (P=)							
1. Linéaire FFL					0,0352	0,0027	0,0001
2. Linéaire FFLT					0,0007	0,0001	0,0001
3. Linéaire FFLF					0,1261	0,0001	0,0001
4. Linéaire (1,5,8)					0,0094	0,0001	0,0001
5. 1 vs 2					0,2826	0,2175	0,5828
6. 3,6 vs 4,7					0,0138	0,1121	0,0269
7. 3,6 vs 5,8					0,2521	0,2934	0,3150
8. 4,7 vs 5,8					0,1845	0,6011	0,2270

FFL= Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT= Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

FFLF= Farine de feuilles de *Leucaena* avec addition de 0,5% FeSO₄.7H₂O

L'efficacité alimentaire est aussi influencée significativement par le taux de FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ pendant la période de finition ou durant tout l'élevage (Tableau 2.11; contraste 3). Elle a diminué avec l'augmentation du taux de FFL supplémentée avec 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ de 0 à 8%. La diminution de l'efficacité alimentaire est de 7,6% pour la période de finition et de 5,9% pour tout l'élevage (Tableau 2.11). De plus, une diminution significative de l'efficacité a aussi été observée avec les rations contenant de la FFL complémentée avec 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ comparativement à la ration témoin 1 et cela à toutes les périodes d'élevage (Tableau 2.11; contraste 4). Par contre, Gulraiz et al (1991) n'ont observé aucune différence significative pour cette variable entre des poulets nourris avec une ration sans FFL et des poulets nourris avec une ration contenant 12% FFL traitée avec 12 g FeSO_4 / 100 g de FFL pendant 6 semaines. Cette différence de l'efficacité alimentaire entre notre étude présente et celle antérieure pourrait être liée à la tolérance aux substances antinutritionnelles et à celle au FeSO_4 de la lignée de poulets et à la teneur en éléments antinutritionnels contenus dans la farine de feuilles utilisées dans ces études.

Une différence significative ($P < 0,05$) pour l'efficacité alimentaire a été observée entre la FFLT et la FFL, pendant la période de démarrage ou durant tout l'élevage (Tableau 2.11; contraste 6). Une diminution de l'efficacité alimentaire de 3,2% a été remarquée avec la FFLT par rapport à la FFL pour la période de démarrage et de 1,6% pour tout l'élevage (Tableau 2.11). Cependant, aucune différence ($P > 0,05$) de l'efficacité alimentaire n'a été observée entre la FFLT et la FFL supplémentée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ durant toutes les périodes d'élevage (Tableau 2.11; contraste 7).

Contrairement à l'expérience 1, les poids absolu et relatif du foie par rapport au poids de la carcasse n'ont pas été affectés significativement ($P > 0,05$) par le taux de FFL (Tableau 2.12; contraste 1). Cependant, une tendance à une augmentation ($P = 0,07$) du poids du foie exprimé en pourcentage du poids de la carcasse a été observée en passant de 0 à 8% de FFL (Tableau 2.12; contraste 1). Par contre, le poids absolu et le poids du foie exprimé en pourcentage du poids de la carcasse ont été influencés significativement par le taux de FFLT (Tableau 2.12; contraste 2). Ils ont augmenté avec l'augmentation du taux de FFLT. Lorsque le taux de FFLT passait de 0 à 8%, une augmentation de 13,7% a été observée pour le poids

Tableau 2.12 Effet du type de traitement de la farine de feuilles de *Leucaena* sur le poids du foie et du gras intra-abdominal des poulets à griller (Expérience 2)

Traitement	FFL %	FFLT %	Sulfate ferreux (%)	n	Foie (g)	Foie ¹ (%)	Gras (g)	Gras ¹ (%)
1	0	0	0	9	38,08	2,48	40,49	2,63
2	0	0	0,5	8	38,43	2,64	35,17	2,38
3	4	0	0	9	39,12	2,55	40,76	2,65
4	0	4	0	9	40,71	2,61	40,58	2,57
5	4	0	0,5	9	36,94	2,56	31,66	2,16
6	8	0	0	9	38,61	2,74	36,89	2,58
7	0	8	0	9	43,31	2,94	37,20	2,52
8	8	0	0,5	8	36,69	2,61	36,29	2,54
Moyenne				70	39,03	2,64	37,47	2,50
Écart-type résiduel					4,46	0,30	8,99	0,46
Contrastes (P=)								
1. Linéaire FFL					0,8028	0,0725	0,3607	0,8052
2. Linéaire FFLT					0,0160	0,0017	0,3999	0,5969
3. Linéaire FFLF					0,4647	0,8396	0,7633	0,4837
4. Linéaire (1,5,8)					0,5253	0,3889	0,3181	0,6862
5. 1 vs 2					0,9033	0,2854	0,1922	0,2613
6. 3,6 vs 4,7					0,0391	0,1858	0,9816	0,6369
7. 3,6 vs 5,8					0,1809	0,5523	0,1209	0,0958
8. 4,7 vs 5,8					0,0012	0,0608	0,1158	0,2245

FFL= Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT= Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

FFLF= Farine de feuilles de *Leucaena* avec addition de 0,5% FeSO₄.7H₂O

¹ le poids du foie et le poids du gras sont exprimés en pourcentage de la carcasse

absolu du foie et de 18,5% pour le pourcentage du foie (Tableau 2.12). Ces résultats sont en accord avec ceux de l'expérience 1 où une augmentation significative ($P < 0,05$) du pourcentage du foie de 22,7% a été observée chez les poulets nourris avec 9% de FFLT, par rapport à ceux recevant la ration sans FFL (Tableau 2.6).

Le poids moyen du foie augmente avec le trempage de la FFL et diminue avec l'ajout de $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Tableau 2.12; contrastes 6, 8). Les farines brutes et additionnées de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ont produit des oiseaux ayant un poids moyen absolu du foie plus faible que celui du foie des oiseaux nourris avec la ration contenant la FFLT. Une tendance à augmenter ($P = 0,06$) du pourcentage du foie a été observée chez les poulets nourris avec des rations contenant de la FFLT comparativement à ceux recevant des rations contenant de la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Tableau 2.12; contraste 8). L'augmentation du pourcentage de foie des poulets nourris avec les rations contenant la FFLT pourrait être liée à la conversion de la mimosine en DHP durant le trempage de la FFL dans l'eau.

Les poids absolu et relatif du gras intra-abdominal par rapport au poids de la carcasse n'ont pas été affectés significativement ($P > 0,05$) par le taux de la FFL, ni par le taux de FFLT, ni par le taux de la FFL complétementée de 0,5% FeSO_4 . (Tableau 2.12; contrastes 1,2,3,4). Ces résultats sont en contradiction avec ceux obtenus dans l'expérience 1 où il y avait une diminution significative du poids absolu et une tendance à une diminution ($P = 0,06$) du pourcentage du gras intra-abdominal lorsque le taux de FFL passait de 0 à 12% (Tableau 2.6). Ceci suggère que l'effet de la FFL sur le gras intra-abdominal est moins marqué lorsque les performances des poulets sont moins élevées.

Les poids absolu et relatif du gras intra-abdominal par rapport au poids de la carcasse n'étaient pas non plus influencés par la FFL, ni par la FFLT, ni par la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Aucune différence significative ($P > 0,05$) n'a été observée pour le poids absolu et le pourcentage du gras intra-abdominal entre les différents types de traitement de la FFL (Tableau 2.12; contrastes 6,7,8). Cependant, une tendance à une diminution ($P = 0,1$) du pourcentage du gras intra-abdominal a été notée chez les groupes de poulets nourris avec les

rations contenant la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ comparativement aux groupes de poulets recevant les rations contenant la FFL (Tableau 2.12; contraste 7).

Le poids final moyen des oiseaux a été affecté significativement par le taux de la FFL et celui de FFLT (Tableau 2.13; contrastes 1,2). Il a diminué avec l'augmentation du taux de FFL ou avec celle du taux de FFLT dans la ration. Une diminution du poids final moyen de 10,7% a été observée en passant de 0 à 8% de FFL. De même, lorsque le taux de la FFLT passait de 0 à 8%, une diminution du poids final moyen de 7,5% a été remarquée. Ces résultats sont en accord avec ceux de l'expérience 1, où le poids final moyen a diminué avec l'augmentation du taux de FFL (Tableau 2.7). Par contre, il n'y a pas eu de différences significatives ($P > 0,05$) pour le poids final moyen entre les poulets recevant des rations contenant de la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ et les poulets nourris avec la ration témoin 2 (Tableau 2.13; contraste 3). Cependant, une diminution significative ($P < 0,01$) du poids final moyen a été remarquée chez les poulets recevant des rations contenant de la FFL supplémentée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ comparativement aux poulets nourris avec la ration témoin 1 (Tableau 2.13; contraste 4). Ceci est expliqué par une tendance à une diminution ($P = 0,06$) du poids final à être plus faible pour les oiseaux du groupe témoin 2 que ceux du groupe témoin 1.

Une amélioration du poids final moyen de 5,4% ($P < 0,05$) a aussi été observée chez les poulets nourris avec des rations contenant de la FFLT par rapport à ceux recevant des rations contenant de la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Tableau 2.13; contraste 8). En plus, une tendance à une diminution ($P = 0,1$) du poids final moyen a été notée chez les poulets nourris avec des rations contenant de la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ comparativement à ceux recevant des rations contenant de la FFL (Tableau 2.13; contraste 7). Ceci suggère un effet négatif du $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sur le poids final des poulets. À notre connaissance, cette diminution du poids final pourrait être liée à la tolérance au $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ de la lignée de poulets. Larbier et Leclercq (1992) ont noté qu'à une teneur très élevée (250 mg / kg d'aliment), le Fe^{+2} pourrait causer des effets toxiques chez les poulets. De plus, l'excès de fer pourrait diminuer la quantité disponible d'autres minéraux (NRC, 1994), ce qui pourrait entraîner la diminution des performances des poulets.

Tableau 2.13 Effet du type de traitement de la farine de feuilles de *Leucaena* sur le poids final, le poids de la carcasse et le rendement en viande des poulets à griller (Expérience 2)

Traitement	FFL	FFLT	Sulfate ferreux	n	Poids final moyen	Poids final des poulets abattus	Poids de la carcasse	Rendement ¹
	%	%	%		g	g	g	%
1	0	0	0	9	2263	2233	1536	68,80
2	0	0	0,5	8	2120	2149	1467	68,23
3	4	0	0	9	2231	2246	1534	68,31
4	0	4	0	9	2198	2257	1567	69,36
5	4	0	0,5	9	2074	2122	1448	68,20
6	8	0	0	9	2020	2103	1419	67,42
7	0	8	0	9	2093	2173	1477	67,91
8	8	0	0,5	8	1997	2081	1409	67,70
Moyenne				70	2126	2172	1483	68,24
Écart-type résiduel					158	191	139	1,44
Contrastes (P=)								
1. Linéaire FFL					0,0019	0,1557	0,0782	0,0137
2. Linéaire FFLT					0,0256	0,0593	0,3683	0,1070
3. Linéaire FFLF					0,1471	0,5498	0,4819	0,4057
4. Linéaire (1,5,8)					0,0011	0,1161	0,0709	0,0631
5. 1 vs 2					0,0601	0,3348	0,2719	0,3070
6. 3,6 vs 4,7					0,7148	0,5271	0,3338	0,0484
7. 3,6 vs 5,8					0,0995	0,2740	0,3256	0,7944
8. 4,7 vs 5,8					0,0466	0,0893	0,0563	0,0907

FFL= Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT= Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

FFLF= Farine de feuilles de *Leucaena* avec addition de 0,5% FeSO₄.7H₂O

¹ Rendement=(Poids de la carcasse/poids final de poulets abattus) x 100

Par contre, il n'y a eu aucune différence significative observée pour le poids final moyen des poulets abattus entre les traitements alimentaires différents (Tableau 2.13). Ceci suggère que la sélection des poulets à l'abattage n'a pas été aléatoire ou qu'involontairement les plus beaux oiseaux des groupes les plus légers ont été abattus. De même, il n'y a pas eu non plus de différence significative pour le poids de la carcasse entre les traitements alimentaires différents (Tableau 2.13). Ces résultats sont différents de ceux obtenus dans l'expérience 1 où le poids final moyen des poulets abattus et le poids de la carcasse ont diminué linéairement avec l'augmentation du taux de FFL (Tableau 2.7).

Cependant, le rendement en viande des oiseaux diminue significativement ($P < 0,05$) avec le taux de la FFL (Tableau 2.13; contraste 1). Une baisse du rendement en viande de 2,0% a été observée lorsque le taux de FFL passait de 0 à 8% (Tableau 2.13). Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus dans l'expérience 1 où le rendement en viande des oiseaux a diminué linéairement avec l'augmentation de la dose de FFL (Tableau 2.7). En plus, une tendance à une diminution ($P = 0,06$) du rendement en viande a été remarquée chez les poulets nourris avec des rations contenant de la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ par rapport à ceux recevant la ration témoin 1 (Tableau 2.13; contraste 4). Ces résultats sont la suite logique des effets observés sur le gain de poids.

Le poids final moyen des poulets abattus, le poids de la carcasse et le rendement en viande n'ont pas été affectés significativement ($P > 0,05$) par le taux de FFLT, ni par le taux de FFL avec 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ajouté (Tableau 2.13; contrastes 2, 3). Une seule différence significative ($P < 0,05$) pour le rendement moyen en viande a été observée entre la FFL et la FFLT (Tableau 2.13; contraste 6). Une amélioration moyenne du rendement en viande de 1,13% a alors été notée avec la FFLT comparativement à la FFL. Il faut cependant noter des tendances à une diminution du poids final moyen ($P = 0,06$) et du rendement en viande ($P = 0,11$) des poulets abattus lorsque le taux de FFLT passait de 0 à 8% de la ration (Tableau 2.13; contraste 2). Ces résultats vont dans le même sens que ceux obtenus dans l'expérience 1 où le poids final et le rendement des poulets abattus ont diminué significativement chez le

Tableau 2.14 Effet du type de traitement de la farine de feuilles de *Leucaena* sur l'énergie métabolisable de la ration chez des poulets à griller (Expérience 2)

Traitement	FFL %	FFLT %	Sulfate ferreux %	n	Semaine 0 à 3 kcal/ kg	Semaine 4 à 6 kcal/ kg
1	0	0	0	5	3197	3269
2	0	0	0,5	5	3085	3277
3	4	0	0	5	3167	3174
4	0	4	0	5	2991	3093
5	4	0	0,5	5	3058	3179
6	8	0	0	5	3028	3233
7	0	8	0	5	3046	3035
8	8	0	0,5	5	2900	3096
Moyenne				40	3059	3169
Écart-type résiduel					120	46
Contrastes (P=)						
1. Linéaire FFL					0,0332	0,2344
2. Linéaire FFLT					0,0552	0,0001
3. Linéaire FFLF					0,0212	0,0001
4. Linéaire (1,5,8)					0,0005	0,0001
5. 1 vs 2					0,1500	0,7719
6. 3,6 vs 4,7					0,1513	0,0001
7. 3,6 vs 5,8					0,0354	0,0028
8. 4,7 vs 5,8					0,4725	0,0011

FFL= Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT= Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

FFLF= Farine de feuilles de *Leucaena* avec addition de 0,5% FeSO₄.7H₂O

groupe de poulets nourris avec la ration contenant 9% de FFLT comparativement à celui témoin (Tableau 2.7)

L'énergie métabolisable de la ration a diminué ($P < 0,05$) avec l'augmentation du taux de la FFL seulement au cours de la période de démarrage (Tableau 2.14; contraste 1). Une diminution de l'énergie métabolisable de 5,3% a été observée en passant de 0 à 8% de FFL. Par contre, cette différence disparaît à la période de finition. Ceci pourrait être lié à une adaptation des oiseaux à la FFL avec l'âge au cours de la période de finition.

Par ailleurs, l'énergie métabolisable de la ration était aussi influencée significativement par le taux de FFL ou par le taux de FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ au cours des deux périodes d'élevage (Tableau 2.14; contrastes 2,3). Elle diminue avec l'augmentation du taux de farine traitée à l'eau ou au $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Tableau 2.14; contrastes 2,3). Une diminution de l'énergie métabolisable de 4,7% a été observée en passant de 0 à 8% de FFLT dans la ration pour la période de démarrage et de 7,2% pour la période de finition. De même, lorsque le taux de FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ passait de 0 à 8%, une diminution de l'énergie métabolisable de 6,0% était remarquée pour la période de démarrage et de 5,5% pour la période de finition (Tableau 2.14). À notre connaissance, la diminution de l'énergie métabolisable des rations contenant de la FFLT pourrait être liée à la fois à une perte de nutriments pendant le trempage de la FFL dans l'eau et à la présence des substances antinutritionnelles de la FFL, alors que la diminution de l'énergie métabolisable des rations contenant de la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ pourrait être liée à la seule présence des substances antinutritionnelles. Par contre, l'énergie métabolisable du témoin n'a pas été modifiée par l'ajout de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Tableau 2.14; contraste 5).

L'énergie métabolisable de la ration était aussi affectée significativement par les types de FFL (Tableau 2.14; contrastes 6,7,8). Une diminution moyenne de l'énergie métabolisable de 4,4% a été observée entre la FFLT par rapport à la FFL et de 2,3% entre la FFLT et la FFL additionnée de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ pour la période de finition (Tableau 2.14; contrastes 6,8). Cette diminution pourrait être liée à une perte de nutriments de la FFLT pendant la durée de trempage. Une diminution moyenne de l'énergie métabolisable de 3,8% a aussi été observée

avec l'ajout de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ en comparaison avec la FFL pour la période de démarrage et 2,06% pour la période de finition (Tableau 2.14; contraste 7). Ceci suggère un effet négatif du $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ sur l'énergie métabolisable de la ration.

2.4.3 Conclusion

Peu importe la période d'élevage, le gain de poids et l'efficacité alimentaire des oiseaux diminuent lorsque le taux de FFL passe de 0 à 12% (expérience 1) ou de 0 à 8% (expérience 2). Cependant, la prise alimentaire des oiseaux varie d'une expérience à l'autre, ce qui suggère que la FFL a un effet variable sur la prise alimentaire des oiseaux. Le trempage de la farine de feuilles dans l'eau ou l'ajout de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ à la ration ne permettent pas de ramener le gain de poids et l'efficacité alimentaire des oiseaux aux niveaux du groupe témoin (expérience 2). Cependant, le trempage dans l'eau de la FFL améliore significativement la prise alimentaire moyenne et le gain moyen de poids des oiseaux par rapport au traitement au $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (expérience 2). La déposition du gras intra-abdominal a tendance à diminuer lorsque le taux de FFL passe de 0 à 12% (expérience 1), cependant elle n'est pas affectée significativement par les types de traitement de la FFL (expérience 2). L'ajout de 0,5% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ à la ration diminue les performances des poulets (expérience 2)

En général, sur le plan biologique, la farine de feuilles de *Leucaena* ne permet pas de maintenir des performances élevées chez les poulets de chair. Cependant, à un taux faible d'incorporation d'environ 3 à 4% de la ration, la réduction des performances des oiseaux est modeste par rapport au groupe témoin. Sur le plan économique, le taux acceptable d'incorporation de la farine de feuilles de *Leucaena* dans la ration des poulets de chair du Vietnam pourrait être plus élevé.

REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier MM. P. Castonguay, L. Marois, R. Prince, A. Roy, J. Bricault, F. Picard et G. Goulet pour leur assistance technique. H. Nguyen Duc a bénéficié d'une bourse du Programme Canadien de Bourses de la Francophonie.

2.5 Liste des ouvrages cités

- Acamovic, T et D'Mello, J.P.F. 1980. The effect of metal ion supplemented *Leucaena* diets on chicks growth and mimosine excretion. *Leucaena Newsletter*, 1 : 38. Council for Agric. Planning and Dev., Taipei, Taiwan.
- Acamovic, T et D'Mello, J.P.F. 1982. Carcass composition of chicks fed *Leucaena*. *Leucaena Research Reports*. 3 : 71.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 15 th edition, Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Bastarrachea, J.L., Laviada, E.M., Lopez, M., Lopez, C., Echazarreta, C., Franco et Godoy, R. 1980. Observations on the effect of *Leucaena* meal for laying hens and broiler. *Trop. Anim. Prod.* 5:301-302.
- Brewbaker, J.L et Hutton, M.E (1979). *Leucaena*. In: G.A. Ritchie (Editor). *New Agricultural Crops*. AAAS Selected Symposium 38, West View Press, Colorado, Chapter 10.
- Chee, W.C et Devendra, C. 1983. Research on *Leucaena* forage production in Malaysia. In *Leucaena Research in the Asian-Pacific Region*. Ottawa: IDRC, pp.55-60.
- Chen, M.T et Lai, Y.L. 1981. Effect of *Leucaena* diet on chick growth. *Leucaena Research Reports*. 2 : 47.
- Chupong, S. 1989. Effect of water-soaked *Leucaena (Leucaena leucocephala)* leaf meal in broiler rations. Bangkok (Thailand) 72 leaves.
- D'Mello, J.P.F et Acamovic, T. 1982a. Apparent metabolizable energy value of dried *Leucaena* leaf meal for young chicks. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 59: 329-332.
- D'Mello, J.P.F et Taplin, D.E. 1978. *Leucaena leucocephala* in poultry diets for the tropics. *Worl. Rev. Anim. Prod.* 14: 3, 41-47.
- D'Mello, J.P.E et Acamovic, T. 1988. The toxicity of *Leucaena* leaf meal for poultry: A critical assessment of recent evidence concerning the mode of action. *Leucaena Research Reports*. 9 : 97-98.
- D'Mello, J.P.F et Acamovic, T. 1982b. Growth performance of, and mimosine excretion by, young chicks fed on *Leucaena leucocephala*. *Anim. Feed Sci. Technol. (Netherlands)*, 7 : 247-255.
- D'Mello, J.P.F., Acamovic, T et Walker, A.G. 1987. Evaluation of *Leucaena* leaf-meal for broiler growth and pigmentation. *Trop. Agric.* 64(1) : 33-35.

- D'Mello, J.P.F et Acamovic, T. 1989. *Leucaena leucocephala* in poultry nutrition – a review. Anim. Feed Sci. Technol, 26: 1-28.
- Ekpenyong, T.E. 1989. Effect of *Leucaena* leaf meal in layer rations. *Leucaena Research Reports*. 10 : 54.
- Fraga, L.M., Valdivie, M. and Rodriguez, C. 1992. A Note the use of *Leucaena leucocephala* leaves in broiler diets. Cuban J. Agric. Sci. 26: 3, 283-285.
- Garcia, G.W., Ferguson, T.U., Neckles, F.A et Archibald, K.A.E. 1996. The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. Anim. Feed Scie. Technol. 60: 29-41.
- Gulrail Ahmed., Barque, AR., Assad, A., Rasool. S., Hanjra, S.H et Iqbal, A. 1991. Effect of chemical treatment on nutritional value of *Leucaena (Ipil-ipil)* leaf meal in broiler ration. Bangladesh J. Anim. Sci. (Bangladesh), 20(1-2) : 9-14.
- Hanif, M.A., Hamid, M.A., Reza, M.A et Meah, M.N. 1985. A comparative study of *Ipil-ipil* and bean leaf meal on the performance of growing chicks [in Bangladesh]. Bangladesh J. Anim. Sci. (Bangladesh), 14 (1-2) : 36-42.
- Hathcock, J.N., Labadan, M.M et Mateo, J.P. 1975. Effects of dietary protein level on toxicity of *Leucaena leucocephala* to chicks. Nutr. Rep. Inter. 11:55-62.
- Hewitt, D et Ford, J.E. 1982. Influence of tanins on the nutritional quality of food grains. Proc. Nutr. Soc., 41:7-17.
- Hussain, J., Satyanarayana Reddy, P.V.V et Reddy, V.R. 1991. Utilisation of *Leucaena* leaf meal by broilers. Br. Poultry Sci. 32 (1) : 131-137. ISSN: 0007-1668.
- Kamada, Y., Oshiro, N., Oku, H., Hongo, F et Chinen, I. 1997. Mimosine toxicity in broiler chicks fed *Leucaena leucocephala* seed powder. Anim. Sci. Technol. 68:2. 121-130.
- Laguerta, R.A et Cagmat, D.C. 1989. Meat quality of broilers on *Ipil-ipil* seed meal ration (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) with and without ferrous sulfate. CMU-J. Sci. 2:2, 36-40.
- Larbier, M et Leclercq, B. 1992. Nutrition et alimentation des volailles. Paris : Institut national de la recherche agronomique : 84-85.
- Le, Hoa Binh, Vu Chi cuong, Hoang Thi Lung, Phan Thi Phan , Ngo Dinh Giang. 1990. Ket qua nghien cuu tuyen chon tap doan cay keo dau va cao luong lam thuc an gia suc. Ket qua nghien cuu KHKT 1985-1990, Bo nong nghiep va CNTP (Viet nam).
- Leeson, S et Summers, J.D. 1997. Commercial Poultry Nutrition : 22-26. Guelph, Ont. University Books.

- Librojo, N.T et Hathcock, J.N. 1974. Metabolism of mimosine and other compounds from *Leucaena leucocephala* by the chicken. *Nutr.Rep.Int.* 9: 217-222.
- Lin, J.K., Ling, T.A et Tung, T.C. 1965. Biochemical study of mimosine. II. Comparative study on the interaction of mimosine and other amino acids with pyridoxal 5-phosphate in vitro. *J.Formos Med Assoc.* 64 : 265-272.
- Lin, K.C., Lin, J.H et Tung, T.C. 1964. Effect of amino acids on the growth inhibition of rats caused by mimosine. *J.Formos Med Assoc.*, 63 : 278-284.
- Meulen, Uter., Struck, S., Schulke, E et El-Marith, E.A. 1979. A review on the nutritive value and toxic aspects of *Leucaena leucocephala*. *Trop. Anim. Prod.* 4: 114-126.
- Moat, M et Sriskandarajah. 1986. Performance of broiler chicks fed heat and iron treated *Leucaena* leaf meal. *Leucaena Research Reports.* 17 : 97-98.
- Murthy, P.S., Reddy, P.V.V.S., Venkatramaiah, A., Reddy, K.V.S et Ahmed, M.N. 1994. Methods of mimosine reduction in *Subabul* leaf meal and its utilization in broiler diets. *Indian J. Poultry. Sci.* 29: 2, 131-137.
- NAS. 1984. *Leucaena*: promising forage and tree crop for the tropics. Second edition. Washington, DC: NAS, 100 pp.
- Nataman, R et Chandrasekaran, D. 1996. *Subabul* leaf meal (*Leucaena leucocephala*) as a protein supplement for broiler. *Indian Vet. J.* 73: 10, 1042-1044.
- National Institute of Animal Husband. 1995. Composition and nutritive value of Animal feeds in Vietnam. Agricultural Publishing House.
- NRC (National Research Council). 1994. Nutrient Requirement of Poultry. 15th Revised Edition.
- Rekhate, D.H., Dharmadhikari, D.N et Ali, S.Z. 1991. Studies on incorporation of *Subabul* (*Leucaena leucocephala*) leaf meal in grower ration. *Poultry-Adviser*, 24:3 : 53-55.
- Ross, E et Springhall, J.A. 1963. Evaluation of ferrous sulphate as a detoxifying agent for mimosine in *Leucaena glauca* rations chickens. *Aust. Vet. J.* 39: 394-397.
- Serrano E.P., Ilag L.L et Mendoza, E.M.T. 1983. Biochemical mechanisms of mimosine toxicity to *Siderotium rolfsii*. *Sacc.Aust. J. Biol. Sci.*, 36 : 445-454.
- Sharif, S.A., Reddy, P.V.V.S., Naidu, M.A., Reddy, K.V.S et Ahmed, N.M. 1995. Utilization of *Subabul* (*Leucaena leucocephala*) seed meal in broiler diets. *Indian J. Poultry Sci.* 30:3, 205-212.

- Soedarjo, M et Borthakur, D. 1996. Simple procedures to remove mimosine from young leaves, pods and seeds of *Leucaena leucocephala* used as food. *Inter. J. Food Sci. Technol.* 31:1, 97-103.
- Sriskandarajah, N., Bakau, B.J.K., Abdelsamie, R.E et Galgal, K.G. 1985. Evaluation of *Leucaena* leaf meal in poultry diets in Papua New Guinea. *Leucaena Research Reports.* 6 : 70-72.
- Stell, R.G.D et Torrie, H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biomedical Approach, 2nd edition, McGraw-Hill publishing Co, New York, NY.
- Tangendjaja, B et Wills, R.B.H. 1980. Analysis of mimosine and 3-hydroxy-4-(1H)-pyridone by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 202, 317-318.
- Ter Meulen, U., Glinther, K.D et El-Harith, E.A. 1981. Metabolic effects mimosine on tyrosine in the rat. *Z Tierphysiol Tierernahrq Futtermittelkde*, 46: 264-269.

ANNEXE A

**Effet du taux de farine de feuilles de *Leucaena* sur la prise alimentaire (g/semaine)
des poulets à griller (Expérience 1)**

Traitement	FFL %	FFLT %	n	Âge (semaines)					
				1	2	3	4	5	6
1	0	0	10	139	308	574	800	1037	1151
2	3	0	10	130	301	553	834	1042	1182
3	6	0	10	131	287	542	790	1002	1117
4	9	0	10	126	275	508	739	955	1067
5	12	0	10	121	256	485	706	863	1022
6	0	9	10	133	284	555	777	968	1115
Moyenne				130	285	536	774	978	1109
Écart-type résiduel				13	32	43	76	94	106
Contrastes (P=)									
Linéaire (1 à 5)				0,0038	0,0001	0,0001	0,0005	0,0001	0,0010
Quadratique (1 à 5)				0,8468	0,5326	0,6018	0,1208	0,0807	0,2843
Cubique (1 à 5)				0,4703	0,9787	0,9811	0,2116	0,9922	0,3407
4 vs 6				0,2249	0,5086	0,0183	0,1640	0,7577	0,3145
1 vs 6				0,3100	0,0981	0,3212	0,5019	0,1068	0,4553

FFL= Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT=Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

ANNEXE B

Effet du taux de farine de feuilles de *Leucaena* sur le gain de poids (g/semaine) des poulets à griller (Expérience 1)

Traitement	FFL %	FFLT %	n	Âge (semaines)					
				1	2	3	4	5	6
1	0	0	10	121	236	411	463	562	600
2	3	0	10	111	234	399	478	571	585
3	6	0	10	110	216	373	438	527	545
4	9	0	10	100	189	351	401	486	505
5	12	0	10	97	177	318	358	413	456
6	0	9	10	110	206	365	414	474	530
Moyenne				108	210	369	425	506	537
Écart-type résiduel				16	22	37	53	68	68
Contrastes (P=)									
Linéaire (1 à 5)				0,0005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Quadratique (1 à 5)				0,7976	0,3064	0,3874	0,0791	0,0522	0,4134
Cubique (1 à 5)				0,8637	0,1581	0,9479	0,3656	0,7655	0,8286
4 vs 6				0,1956	0,0799	0,3827	0,6002	0,6961	0,4195
1 vs 6				0,1022	0,0044	0,007	0,0427	0,0062	0,0251
FFL= Farine de feuilles brutes de <i>Leucaena</i>									
FFLT=Farine de feuilles de <i>Leucaena</i> trempées dans l'eau									

ANNEXE C

Effet du taux de farine de feuilles de *Leucaena* sur l'efficacité alimentaire des poulets à griller (Expérience 1)

Traitement	FFL %	FFLT %	n	Âge (semaines)					
				1	2	3	4	5	6
1	0	0	10	0,865	0,766	0,717	0,580	0,541	0,520
2	3	0	10	0,849	0,777	0,723	0,572	0,546	0,493
3	6	0	10	0,844	0,751	0,687	0,554	0,525	0,487
4	9	0	10	0,789	0,696	0,691	0,541	0,509	0,480
5	12	0	10	0,805	0,696	0,654	0,508	0,475	0,445
6	0	9	10	0,825	0,727	0,657	0,531	0,488	0,476
Moyenne				0,83	0,736	0,688	0,548	0,514	0,484
Écart-type résiduel				0,069	0,037	0,044	0,039	0,036	0,041
Contrastes (P=)									
Linéaire (1 à 5)				0,0127	0,0001	0,0009	0,0001	0,0001	0,0002
Quadratique (1 à 5)				0,8653	0,2510	0,3865	0,3316	0,0983	0,7263
Cubique (1 à 5)				0,3914	0,0169	0,9822	0,7975	0,8234	0,2359
4 vs 6				0,2518	0,0680	0,0942	0,5668	0,1944	0,8274
1 vs 6				0,2036	0,0231	0,0042	0,0070	0,0018	0,0200

FFL= Farine de feuilles brutes de *Leucaena*FFLT=Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

ANNEXE D

Effet du type de traitement de la farine de feuilles de *Leucaena* sur la prise alimentaire (g/ semaine) des poulets à griller (Expérience 2)

Traitement	FFL (%)	FFLT (%)	Sulfate ferreux (%)	Âge (semaines)					
				1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	99	233	453	715	958	1067
2	0	0	0,5	100	205	387	667	904	1030
3	4	0	0	96	226	450	734	963	1083
4	0	4	0	109	246	460	748	949	1034
5	4	0	0,5	99	224	422	656	883	1020
6	8	0	0	95	204	407	666	911	1028
7	0	8	0	102	227	438	720	955	1058
8	8	0	0,5	94	224	430	668	868	1020
Moyenne				100	224	432	698	925	1043
Écart-type résiduel				12	28	49	69	74	78
Contrastes (P=)									
Linéaire FFL				0,4845	0,0328	0,0509	0,1386	0,1839	0,2946
Linéaire FFLT				0,6492	0,6597	0,5043	0,8542	0,9188	0,8176
Linéaire FFLF				0,3629	0,1772	0,0833	0,9992	0,3877	0,9235
Linéaire 1,5,8				0,4039	0,5361	0,3214	0,1476	0,0172	0,2438
1 vs 2				0,9149	0,0449	0,0066	0,1479	0,1249	0,2855
3,6 vs 5,8				0,0194	0,0240	0,2183	0,1410	0,5513	0,7220
3,6 vs 4,7				0,7942	0,3309	0,8594	0,0922	0,0182	0,1973
4,7 vs 5,8				0,0399	0,1990	0,1667	0,0024	0,0038	0,3444

FFL= Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT=Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

FFLF= Farine de feuilles de *Leucaena* additionnée de 0,5% FeSO₄.7H₂O

ANNEXE E

**Effet du type de traitement de la farine de feuilles de *Leucaena* sur le gain de poids
(g/ semaine) des poulets à griller (Expérience 2)**

Traitement	FFL (%)	FFLT (%)	Sulfate ferreux (%)	Âge (semaines)					
				1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	78	179	360	453	583	552
2	0	0	0,5	75	159	302	443	553	544
3	4	0	0	81	177	350	464	572	551
4	0	4	0	88	188	343	471	557	515
5	4	0	0,5	79	172	327	401	525	531
6	8	0	0	68	155	312	418	531	499
7	0	8	0	77	168	319	444	531	513
8	8	0	0,5	77	170	316	402	485	506
Moyenne				78	171	329	437	543	526
Écart-type résiduel				15	26	42	45	46	58
Contrastes (P=)									
Linéaire FFL				0,1574	0,0499	0,0175	0,1006	0,0201	0,0538
Linéaire FFLT				0,8605	0,3735	0,0433	0,6701	0,0194	0,1491
Linéaire FFLF				0,8766	0,3950	0,5406	0,0768	0,0073	0,2153
Linéaire (1,5,8)				0,7893	0,4579	0,0337	0,0218	0,0001	0,0967
1 vs 2				0,6690	0,1080	0,0068	0,6216	0,1699	0,6949
3,6 vs 5,8				0,1271	0,1683	0,9974	0,2773	0,6385	0,5650
3,6 vs 4,7				0,5522	0,6032	0,5019	0,0117	0,0054	0,7299
4,7 vs 5,8				0,3594	0,3995	0,4998	0,0005	0,0182	0,8252
FFL= Farine de feuilles brutes de <i>Leucaena</i>									
FFLT=Farine de feuilles de <i>Leucaena</i> trempées dans l'eau									
FFLF= Farine de feuilles de <i>Leucaena</i> additionnée de 0,5% FeSO ₄ .7H ₂ O									

ANNEXE F

Effet du type de traitement de la farine de feuilles de *Leucaena* sur l'efficacité alimentaire des poulets à griller (Expérience 2)

Traitement	FFL	FFLT	Sulfate ferreux	Âge (semaines)					
	%	%		%	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0,786	0,766	0,796	0,634	0,608	0,519
2	0	0	0,5	0,741	0,761	0,779	0,666	0,610	0,529
3	4	0	0	0,841	0,786	0,777	0,633	0,594	0,505
4	0	4	0	0,807	0,764	0,744	0,628	0,586	0,497
5	4	0	0,5	0,794	0,767	0,776	0,611	0,594	0,522
6	8	0	0	0,720	0,756	0,764	0,627	0,582	0,481
7	0	8	0	0,752	0,743	0,729	0,617	0,556	0,483
8	8	0	0,5	0,803	0,761	0,731	0,605	0,561	0,496
Moyenne				0,781	0,763	0,762	0,627	0,586	0,504
Écart-type résiduel				0,095	0,059	0,025	0,026	0,019	0,038
Contrastes (P=)									
Linéaire FFL				0,1493	0,7188	0,0122	0,5284	0,0057	0,0379
Linéaire FFLT				0,4602	0,4247	0,0001	0,1527	0,0001	0,0502
Linéaire FFLF				0,2511	0,9512	0,0004	0,0001	0,0001	0,0823
Linéaire 1,5,8				0,7551	0,8073	0,0001	0,0232	0,0001	0,1897
1 vs 2				0,3796	0,8566	0,2277	0,0438	0,8127	0,6177
3,6 vs 5,8				0,9722	0,3976	0,0002	0,3735	0,0065	0,6920
3,6 vs 4,7				0,6063	0,6908	0,0589	0,0155	0,1185	0,3007
4,7 vs 5,8				0,5827	0,6628	0,0513	0,1117	0,2362	0,1567

FFL= Farine de feuilles brutes de *Leucaena*

FFLT=Farine de feuilles de *Leucaena* trempées dans l'eau

FFLF= Farine de feuilles de *Leucaena* additionnée de 0,5% FeSO₄.7H₂O