

Master Interuniversitaire en
AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE ANIMALE ET BIOTECHNOLOGIE DE LA REPRODUCTION

PROGRAMME

MODULE I

MATIÈRE 1: GÉNÉTIQUE MOLÉCULAIRE Universidad Autónoma de Barcelona

1. GÉNÉTIQUE MOLÉCULAIRE (20 ECTS) (140 heures: 70 L + 70 P)

1.1. Bases moléculaires de la génétique animale (5 ECTS) (35 L)

- 1.1.1. Concepts fondamentaux en génétique animale (0.5 ECTS)
M. Amills. UAB. Barcelona
- 1.1.2. Organisation et structure du génome eucaryote (0.5 ECTS)
M. Amills. UAB. Barcelona
- 1.1.3. Contrôle de l'expression génique chez les eucaryotes (1 ECTS)
M. Amills. UAB. Barcelona
- 1.1.4. Techniques moléculaires pour l'étude de la variabilité (2.5 ECTS)
A. Sánchez. UAB. Barcelona
- 1.1.5. Marqueurs génétiques (0.5 ECTS)
M. Ballester. IRTA. Barcelona

1.2. Génomique animale (5 ECTS) (35 L)

- 1.2.1. Génomique structurelle (2.5 ECTS)
J.M. Folch. UAB. Barcelona. **M. Amills.** UAB. Barcelona
 - 1.2.1.1. Cartes génétiques
 - 1.2.1.2. Cartographie comparée
 - 1.2.1.3. Identification de gènes
 - 1.2.1.4. Séquençage de génomes: stratégies et résultats
- 1.2.2. Génomique fonctionnelle (2.5 ECTS)
M. Pérez-Enciso. ICREA-UAB. Barcelona. **B. Amorena.** CSIC-UPNA. Pamplona. **A. Sánchez.** UAB. Barcelona.
 - 1.2.2.1. Techniques générales pour les études de la fonction génique
 - 1.2.2.2. Microarrays
 - 1.2.2.3. Analyse du protéome

- 1.2.2.4. Techniques indépendantes de la mutation
- 1.2.2.5. Base moléculaire de la résistance aux maladies
- 1.2.2.6. Transgénies animale et modifications du génome

1.3. Laboratoire de génétique moléculaire (5 ECTS) (35 P)

M. Ballester. IRTA. Barcelona. **O. Vidal.** Univ. Girona. **A. Sánchez** UAB. Barcelona. **JM. Folch.** UAB. Barcelona

- 1.3.1. Extraction et quantification d'acides nucléiques (ADN et ARN) à partir de différents types d'échantillons biologiques. Électrophorèse d'acides nucléiques en gels d'agarose, acrylamide et électrophorèse capillaire
- 1.3.2. Amplification de l'ADN. PCR conventionnelle. RT-PCR et PCR quantitative
- 1.3.3. Analyse de produits amplifiés: séquençage d'ADN
- 1.3.4. Génotypage de microsatellites
- 1.3.5. Génotypage de SNPs: RFLPs. *Primer extension Analysis*. *SNPlex*, *Pyrosequencing*, discrimination allélique par sondes *Taiman*

1.4. Séances pratiques de bioinformatique (5 ECTS) (35 P)

M. Amills. UAB. Barcelona. **JM. Folch,** UAB. Barcelona. **O. Vidal.** Univ. Girona. **M. Pérez-Enciso.** ICREA-UAB. Barcelona. **S. Ramos.** ICREA-UAB. Barcelona

- 1.4.1. Conception et optimisation d'amorces pour PCR
- 1.4.2. Utilisation de bases de données (ADN et protéines)
- 1.4.3. Alignement de séquences (BLAST. CLUSTAL)
- 1.4.4. Interprétation de résultats de séquençage: analyse de séquences
- 1.4.5. Analyse de microsatellites: interprétation de *patterns*
- 1.4.6. Résolution de problèmes d'interprétation d'électrophérogrammes
- 1.4.7. Utilisation de progiciels pour l'analyse de marqueurs génétiques (GENEPOP. FSTAT)
- 1.4.8. Phylogénies moléculaires (PHYLIP)
- 1.4.9. Analyse de données d'expression génique obtenues par microarrays

MATIÈRE 2: AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE APPLIQUÉE

Universidad Politécnica de Valencia

2. AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE APPLIQUÉE (27.5 ECTS) (105 heures: 52.5 L + 52.5 P)

2.1. Fondements de génétique statistique (4 ECTS) (12 L + 12 P)

A. Blasco. UPV. Valencia

2.1.1. Concepts de base en statistique (2 ECTS)

2.1.1.1. Statistique descriptive et paramètres statistiques

- Moyenne, médiane, mode, variance, écart-type, amplitude, coefficient de variation
- Typification. Covariance, corrélation, variance d'une moyenne, covariance avec une moyenne
- Régression, coefficient de détermination

2.1.1.2. La mesure de l'incertitude et les tests d'hypothèses

- Erreur-type, intervalle de confiance, intervalle de confiance d'une différence de moyennes
- Test d'hypothèses: signification, conception d'expérimentations

2.1.1.3. Modèles linéaires

- Le modèle linéaire général. Moindres carrés. Produit de matrices, que signifie $X'X$ à un effet, à deux effets, que signifie $X'y$, matrices inverses, contraintes arbitraires et fonctions estimables

2.1.2. Génétique des populations (2 ECTS)

2.1.2.1. Structure génétique d'une population

- Le gène en génétique moléculaire et le gène en génétique des populations
- Équilibre dans le cas d'un locus
- Équilibre dans le cas de deux loci. Conséquences du déséquilibre dans un programme de sélection

2.1.2.2. Changement des fréquences géniques d'une population

- Sélection
- Mutation. Son importance à long terme
- Migration. Importation d'allèles dans un programme d'amélioration
- Dérive génétique. Perte d'allèles chez les petites populations

2.1.2.3. Consanguinité et parenté

- Coefficient de parenté et coefficient de consanguinité
- Consanguinité et hétérosis
- Effet de la consanguinité sur les fréquences génotypiques
- Effet de la consanguinité sur la moyenne d'un caractère
- Le contrôle de la consanguinité.

2.2. Génétique quantitative I (5.5 ECTS) (16.5 L + 16.5 P)

2.2.1. Variation et types d'action génique (3.5 ECTS)

M.A. Santacreu. UPV. Valencia

2.2.1.1. La variation continue

- Introduction
- Interaction génotype-milieu
- Effets environnementaux
- Effets maternels
- Concept de répétabilité
- Estimation de la répétabilité.
- 2.2.1.2. Les effets géniques
 - Concept d'additivité. Dominance et épistasie
 - Valeurs additives et dominantes
 - Effet moyen d'un gène, valeur additive et valeur d'amélioration
 - Décomposition de la valeur génotypique avec plusieurs gènes.
- 2.2.1.3. L'héritabilité
 - Définition
 - Héritabilité de la moyenne de plusieurs mesures
 - Utilisation de l'héritabilité pour la prédiction de la valeur additive d'un individu
 - Estimation de l'héritabilité: covariance entre apparentés.
- 2.2.1.4. Caractères seuil
 - Concept
 - L'échelle observable et l'échelle sous-jacente
 - Les héritabilités sur les deux échelles
- 2.2.1.5. La corrélation génétique
 - Introduction
 - Rapport entre corrélation phénotypique, génétique et environnementale
 - Covariance entre apparentés pour deux caractères
 - L'estimation de la corrélation génétique
- 2.2.2. Concepts et types fondamentaux de la sélection par la valeur additive (2 ECTS)

N. Ibáñez UPV. Valencia

- 2.2.2.1. La sélection individuelle
 - Introduction
 - Pression de sélection, intensité de sélection et différentiel de sélection
 - Prédiction de la réponse à la sélection
 - Intervalle générationnel et réponse par unité de temps
 - Intervalle générationnel et réponse à la sélection dans le cas de générations chevauchantes
 - Évaluation expérimentale de la théorie de la sélection
 - Évaluation de la réponse
- 2.2.2.2. La prédiction de la valeur additive
 - La sélection individuelle et la prédiction de la valeur additive
 - La prédiction par régression dans un contexte général
 - Erreur-type et intervalle de confiance de la prédiction
 - Précision de la prédiction
 - L'indice de sélection pour un seul caractère
- 2.2.2.3. Méthodes de sélection
 - Sélection sur la moyenne de plusieurs témoins
 - Sélection indirecte. Réponse corrélée
 - Sélection sur témoins partiels
 - Sélection familiale
 - Sélection intrafamiliale
 - Sélection sur apparentés, test de descendance.
- 2.2.2.4. Sélection conjointe de plusieurs caractères
 - Indice de sélection avec information individuelle

- Sélection en tandem
- Sélection par niveaux indépendants
- Comparaison entre les méthodes

2.3. Génétique quantitative II (4 ECTS) (18 L + 18 P)

2.3.1. Modèle linéaire mixte (4 ECTS)

N. Ibáñez. UPV. Valencia

2.3.1.1. Modèles linéaires

- Introduction
- Facteurs et variables
- Facteurs fixes et aléatoires
- Le modèle

2.3.1.2. Estimation

- Propriétés d'un estimateur
- Déduction
- Estimabilité

2.3.1.3. Prédiction

- BLUP: déduction. Variance des prédictors et variance de l'erreur de prédiction
- Les équations du modèle mixte: variance des prédictors et des erreurs de prédiction et algorithmes de résolution

2.3.1.4. Le modèle animal

- Le modèle et les équations du modèle mixte
- Considération de la parenté. Matrices A et A^{-1} . Factorisation de A et calcul de A^{-1} en ignorant la consanguinité

2.3.1.5. Le problème de la population base

- Le modèle animal avec des groupes génétiques
- Équations du modèle

2.3.1.6. Autres modèles animaux

- Répétabilité
- Effets environnementaux communs
- Effets maternels

2.3.1.7. Modèles animaux multivariants

- Définition. Précision et biais par sélection
- Caractères avec matrice conçue de manière pareille ou différente
- Caractères mesurés sur apparentés différents

2.3.2. Détection et utilisation de QTL (0.5 ECTS)

N. Ibáñez UPV. Valencia

2.3.2.1. Détection

- Analyse de linkage
- Aspects statistiques

2.3.2.2. Utilisation

- Introgression de gènes
- Sélection assistée par marqueurs

2.3.3. Croisements (0.5 ECTS)

N. Ibáñez. UPV. Valencia

2.3.3.1. Valorisation de la variation génétique non additive

- La dépression par consanguinité
- Hétérosis
- Aptitude générale et spécifique à la combinaison

- La sélection pour l'amélioration du croisement: Sélection récurrente. Sélection réciproque récurrente

2.3.3.2. Les croisements en production animale

- Intérêt du croisement pour l'élevage
- Croisements à deux, trois ou quatre voies. Sélection des lignées qui interviennent dans les croisements
- Croisements en rotation
- Comparaison entre croisements
- Utilisation de lignées spécialisées

2.4. Génétique quantitative III (4 ECTS) (12 L + 12 P)

2.4.1. Estimation de composantes de variance par REML (0.4 ECTS)

A. Blasco. UPV. Valencia

2.4.1.1. Composantes de variance dans le modèle mixte

2.4.1.2. REML pour la variance d'une population normale

2.4.1.3. Estimation de composantes de variance avec le programme VCE

2.4.2. Régression aléatoire (0.1 ECTS)

A. Blasco. UPV. Valencia

2.4.3. Estimation bayésienne (3.5 ECTS)

A. Blasco. UPV. Valencia

2.4.3.1. Introduction à l'inférence bayésienne

2.4.3.2. MCMC et échantillonnage de Gibbs

2.4.3.3. Estimation de la moyenne et de la variance pour un modèle simple

2.4.3.4. Estimation de valeurs génétiques et de composantes de variance

2.4.3.5. Sélection génomique

2.5. Gestion et conservation de ressources génétiques (3 ECTS) (12 L + 4P)

B. Villanueva (Univ. Politécnica de Madrid)

2.5.1. L'importance de conserver les ressources génétiques

2.5.2. La diversité génétique

2.5.2.1 Consanguinité, parenté et taille effective

2.5.2.2 Mesures généalogiques et moléculaires de consanguinité et de parenté

2.5.3. Gestion génétique de programmes de conservation

2.5.4. Gestion génétique de programmes de sélection

2.5.5. Applications (exemples): Indicateurs de diversité génétique, porc ibérique, saumon atlantique

2.6. Programmes d'amélioration (7 ECTS) (63 L + 21 P)

2.6.1. Bovins laitiers

M.J. Carabaño (INIA. Madrid)

2.6.2. Bovins à viande

R. Cantet (UAB, Argentine)

2.6.3. Ovins laitiers

E. Ugarte (Neiker. Vitoria)

- 2.6.4. Ovins à viande
M. Serrano (INIA. Madrid)
- 2.6.5. Caprins
E. Gómez (CITA-IVIA. Valencia)
- 2.6.6. Porcins
B. Nielsen (SEGAS, Danemark)
- 2.6.7. Volailles
J. Arango (Logman, USA) et S. Avendaño (Aviagen, Royaume-Uni)
- 2.6.8. Lapins
M.A. Santacreu (UPV. Valencia)
- 2.6.9. Aquaculture
A. Sonneson (Nofima, Norvège)
- 2.6.10. Application de l'amélioration génétique dans les pays en voie de développement
A. Haile (ICARDA, Liban)
- 2.6.11. Visites techniques

MATIÈRE 3: BIOTECHNOLOGIE DE LA REPRODUCTION

Universidad Politécnica de Valencia

3. BIOTECHNOLOGIE DE LA REPRODUCTION (12.5 ECTs) (117 heures: 71 L + 46 P)

3.1. Fondements et techniques de la reproduction (5 ECTs) (42 L)

3.1.1. Bases de la reproduction (1 ECTs)

E. Moce, M.P. Viudes (CITA-IVIA. Valencia), **F. Forcada** et **J. Yáñez**. (Univ. Zaragoza)

- 3.1.1.1. Endocrinologie de la reproduction
- 3.1.1.2. Spermatogénèse
- 3.1.1.3. Ovogénèse et folliculogénèse. Cycle œstral
- 3.1.1.4. Fécondation. Développement embryonnaire. Gestation et parturition
- 3.1.1.5. Facteurs qui influent sur la reproduction
- 3.1.1.6. Pathologie de la reproduction

3.1.2. Techniques de reproduction (4 ECTs)

E. Mocé, M.P. Viudes (CITA-IVIA. Valencia), **A. Gutiérrez** (INIA. Madrid) et **J.S. Vicente** (UPV. Valencia)

- 3.1.2.1. Technologie du sperme
 - Récupération
 - Techniques pour l'évaluation de la qualité
 - Méthodes de conservation
 - Sexage de spermatozoïdes
- 3.1.2.2. Production d'ovocytes et d'embryons *in vivo*
 - Traitements de superovulation
 - OPU (Ovum Pick-Up)
 - Laparoscopie
- 3.1.2.3. Production d'embryons *in vitro*
 - Maturation *in vitro*
 - Fécondation *in vitro*. Injection intracytoplasmique (ICSI)
 - Culture embryonnaire *in vitro*
 - Évaluation de la qualité embryonnaire
- 3.1.2.4. Transfert d'embryons
- 3.1.2.5. Fondements de cryobiologie: cryopréservation d'ovocytes et d'embryons
- 3.1.2.6. Production d'embryons transgéniques. Microinjection. ICSI et clonage somatique

3.2. Séances pratiques sur les techniques reproductives (3.5 ECTs) (32 P)

J.S. Vicente et **F. Marco** (UPV. Valencia)

- 3.2.1. Récupération. Évaluation et congélation de sperme (0.9 ECTs)
- 3.2.2. Décongélation. Synchronisation et IA (0.9 ECTs)
- 3.2.3. Production d'embryons *in vitro*: MIV. FIV. CE (0.9 ECTs)
- 3.2.4. Récupération d'embryons. Congélation (0.8 ECTs)

3.3. Biotechnologies de la reproduction par espèces (4 ECTS) (29 L + 14 P)

- 3.3.1. Bovins
D. Rizos (INIA. Madrid)
- 3.3.2. Ovins
E. Mocé (CITA-IVIA. Valencia)
- 3.3.3. Caprins
M.P. Viudes (CITA-IVIA. Valencia)
- 3.3.4. Porcins
J. Roca y M.A. Gil (Univ. Murcia)
- 3.3.5. Lapins
J.S. Vicente (UPV. Valencia)
- 3.3.6. Volailles
E. Blesbois (INRA. Tours, France)
- 3.3.7. Tables rondes
 - 3.3.7.1. Constitution et gestion de banques de germoplasme et contrôle sanitaire
 - 3.3.7.2. État des lieux de la conservation de sperme et de l'IA
 - 3.3.7.3. Problématique de la production d'embryons. Conservation et TE
- 3.3.8. Visites techniques de centres de recherche et d'insémination

MODULE II

MATIÈRE 4: PRINCIPES ET TECHNIQUES LIÉS À LA RECHERCHE

Centre de recherche partenaire du Master

4. PRINCIPES ET TECHNIQUES LIÉS À LA RECHERCHE (30 ECTS)

4.1. Initiation à la recherche scientifique (10 ECTS)

4.2. Techniques et analyse de données (10 ECTS)

4.3. Documentation scientifique (10 ECTS)

MATIÈRE 5: THÈSE DE MASTER

Centre de recherche partenaire du Master

5. THÈSE DE MASTER (30 ECTS)