



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Escuela de Post Grado

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

TESIS

**“ENSEÑANZA MODULAR EN EL DESARROLLO DE LA
COMPETENCIA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE GENÉTICA
MENDELIANA DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA DE LA UNHEVAL, 2018”**

Para optar el Grado de Maestro en Ciencias de la Educación

Mención Docencia en Educación Superior e Investigación

Tesista:

VIDAL JAIMES, Edwin Rubén

Asesor:

Mg. Herman Atilio Mirabal Tarazona

HUÁNUCO – PERÚ

2020



UDH
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
<http://www.uh.edu.pe>

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Escuela de Post Grado

ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

En la ciudad universitaria de La Esperanza, siendo las 10:00 horas del día viernes 13 del mes de diciembre del año dos mil diecinueve, en el auditorio Ermanno Artale Ciancio de la Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades de la Universidad de Huánuco, en cumplimiento a lo señalado en el Reglamento de Grados de Maestría y Doctorado de la Universidad de Huánuco, se reunió el Jurado Calificador integrado por los docentes:

Dr. Froilán Escobedo Rivera	Presidente
Dra. Paola Elizabeth Pajuelo Garay	Secretaria
Mg. Celia Dorila Salazar Rojas	Vocal

Nombrados mediante Resolución N° 817-2019-D-EPG-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **“ENSEÑANZA MODULAR EN EL DESARROLLO DE LA COMPETENCIA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE GENÉTICA MENDELIANA DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA AGRONÓMICA DE LA UNHEVAL, 2018”**, presentado por el Bach. Edwin Rubén VIDAL JAIMES para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias de la Educación, con mención en Docencia en Educación Superior e Investigación.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas; procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo aprobado por unanimidad con el calificativo cuantitativo de diecisiete y cualitativo de muy bueno.

Siendo las 12:00 horas del día viernes 13 del mes de diciembre del año dos mil diecinueve, los miembros del Jurado Calificador firman la presenta acta en señal de conformidad.

PRESIDENTE

Dr. Froilán Escobedo Rivera

SECRETARIA

Dra. Paola Elizabeth Pajuelo Garay

VOCAL

Mg. Celia Dorila Salazar Rojas

DEDICATORIA

A **Dios Todopoderoso**, por darme la vida y fortalecerme durante mi caminar diario, especialmente, en los momentos de incertidumbre.

A mi **Santísima Madre**, la **Virgen María**, por su compañía, protección e intercesión.

A mi madre, **Mercedes**, por su dedicación, entrega y amor que siempre brinda a sus hijos.

A **Yuli**, mi querida esposa, por toda una vida compartida con un matiz de vivencias.

A **Rósalin** y **María**, mis amadas hijas. Alegría y orgullo de mi vida, fuerza y estímulo constante.

A **Paulita**, mi querida nietita y, a quienes Dios ya los designó para que vengan en un futuro próximo. Gracias por la ilusión realizada que disfruto cada día.

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica, por las facilidades para mi desarrollo profesional.

A los miembros del jurado: Dr. Froilán Escobedo Rivera, Dra. Paola Pajuelo Garay y Mg. Celia Salazar Rojas, por sus valiosas sugerencias.

A la Dra. Milka Tello V. y al Mg. David Natividad B. por el apoyo en el desarrollo de la investigación.

Al Mg. Herman Tarazona Mirabal, por aceptar la asesoría de la tesis.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice general	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	ix
Índice de anexos	x
Resumen	xv
Abstract	xviii
Introducción	xix
CAPÍTULO I	21
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
1.2.1 Problema general	24
1.2.2 Problemas específicos	24
1.3 OBJETIVO GENERAL	25
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
1.5 TRASCENDENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	26
CAPÍTULO II	28
2. MARCO TEÓRICO	28
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	28
2.1.1 Antecedentes internacionales	28
2.1.2 Antecedentes nacionales	33
2.1.3 Antecedentes locales	34
2.2 BASES TEÓRICAS	37
2.2.1 Aprendizaje significativo	37
2.2.2 Pensamiento complejo	38
2.2.3 Enseñanza modular	40
2.2.4 Enseñanza modular y gestión académica en la UNHEVAL	44
2.2.5 Resolución de problemas	46

2.2.6	Resolución de problemas de genética mendeliana	49
2.2.7	Métodos de enseñanza y desarrollo de competencias	51
2.2.8	Constructivismo y formación por competencias	52
2.2.9	Evaluación del aprendizaje por competencias	54
2.3	DEFINICIONES CONCEPTUALES	60
2.4	SISTEMA DE HIPÓTESIS	61
2.4.1	Hipótesis general	61
2.4.2	Hipótesis específicas	62
2.5	SISTEMA DE VARIABLES	63
2.6	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	64
CAPÍTULO III		65
3.	MARCO METODOLÓGICO	65
3.1	TIPO, ENFOQUE Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	65
3.1.1	Tipo de investigación	65
3.1.2	Enfoque de la investigación	65
3.1.3	Nivel de investigación	65
3.1.4	Diseño de la investigación	66
3.2	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	67
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	68
3.4	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	69
CAPÍTULO IV		72
4.	RESULTADOS	72
4.1	DIMENSIÓN COGNITIVA	73
4.2	DIMENSIÓN PROCEDIMENTAL	76
4.2.1	Esquematización del proceso de recombinación génica	76
4.2.2	Proceso de hibridación	78
4.2.3	Resolución de problemas de cruzas monohíbridas	80
4.2.4	Resolución de problemas de cruzas dihíbridas	82
4.2.5	Resolución de problemas de cruzas de prueba	84
4.2.6	Resolución de problemas de cruzas polihíbridas	86

4.3	DIMENSIÓN ACTITUDINAL	88
4.3.1	Valoración de la recombinación génica	88
4.3.2	Interés por aprender	90
4.3.3	Responsabilidad académica	92
4.3.4	Trabajo en equipo	94
4.4	APRECIACIÓN ESTUDIANTIL	96
CAPÍTULO V		98
5.	DISCUSIÓN	98
5.1	DIMENSIÓN COGNITIVA	98
5.2	DIMENSIÓN PROCEDIMENTAL	100
5.3	DIMENSIÓN ACTITUDINAL	105
5.4	OPINIÓN ESTUDIANTIL	107
5.5	PROPUESTAS DE NUEVAS HIPÓTESIS	109
CAPÍTULO VI		111
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
6.1	CONCLUSIONES	111
6.2	RECOMENDACIONES	113
CAPÍTULO VII		115
7.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	115
7.1	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	115
7.2	FUENTES ELECTRÓNICAS	118
ANEXOS		122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Conformación de la muestra	67
Tabla 2.	Escala de Likert para valoración, clasificación del nivel de logro y procesamiento de indicadores de las dimensiones procedimentales y actitudinales	71
Tabla 3.	Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia cognoscitiva en relación a recombinación, hibridación, dominancia de caracteres, cruzamientos y métodos de resolución de problemas	73
Tabla 4.	Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental de elaboración de esquemas del proceso de recombinación génica y segregación de gametos	76
Tabla 5.	Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental en el proceso de hibridación	78
Tabla 6.	Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental del proceso de resolución de problemas de determinación de genotipo de progenitores en cruza monohíbridas	80
Tabla 7.	Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental del proceso de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos	82
Tabla 8.	Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental del proceso de resolución de problemas de cruzamientos de prueba en polihíbridos	84
Tabla 9.	Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental del proceso de resolución de problemas de cruza polihíbridas	86
Tabla 10.	Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia actitudinal de valoración de la recombinación génica	88
Tabla 11.	Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia actitudinal de interés por aprender	90
Tabla 12.	Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia actitudinal de responsabilidad académica	92

Tabla 13.	Valoraciones del pretest y posttest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia actitudinal de trabajo en equipo	94
Tabla 14.	Valoración de la enseñanza modular por estudiantes del grupo experimental	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Nivel de logro en la dimensión cognitiva en las evaluaciones del pretest y postest de los grupos control y experimental	75
Figura 2.	Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental de esquematización del proceso de recombinación génica y segregación de gametos	77
Figura 3.	Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental del proceso de hibridación	79
Figura 4.	Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental de resolución de problemas de cruzamientos monohíbridos	81
Figura 5.	Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos	83
Figura 6.	Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental de resolución de problemas de cruzamientos de prueba	85
Figura 7.	Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental de resolución de problemas de cruzamientos polihíbridos	87
Figura 8.	Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia actitudinal de valoración de la recombinación génica	89
Figura 9.	Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia actitudinal de interés por aprender	91
Figura 10.	Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia actitudinal de responsabilidad académica	93
Figura 11.	Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia actitudinal de trabajo en equipo	95
Figura 12.	Valoración de la enseñanza modular por los estudiantes del grupo experimental	97
Figura 13.	Alumnos del grupo experimental realizando trabajo en equipo	265
Figura 14.	Alumnos del grupo control en clases expositivas	265
Figura 15.	Alumnos del grupo experimental realizando el pretest	266
Figura 16.	Alumnos del grupo control realizando el pretest	266
Figura 17.	Alumnos del grupo experimental realizando el postest	267
Figura 18.	Alumnos del grupo control realizando el postest	267

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Matriz de consistencia	123
Anexo 2.	Constancia de ejecución de la investigación	125
Anexo 3.	Relación de estudiantes integrantes del grupo control (GC) y grupo experimental (GE)	126
Anexo 4.	Pretest aplicado a los grupos control y experimental	127
Anexo 5.	Postest aplicado a los grupos control y experimental	131
Anexo 6.	Escala de Likert para valoración de la enseñanza modular	135
Anexo 7.	Lista de cotejo para evaluar comprensión del significado de terminología genética relacionada con recombinación, segregación, hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres	136
Anexo 8.	Lista de cotejo para evaluar conocimiento de proporciones de segregación fenotípica, genotípica y métodos de resolución de problemas	137
Anexo 9.	Lista de cotejo para evaluar esquematización del proceso de recombinación génica para determinar segregación gamética	138
Anexo 10.	Lista de cotejo para evaluar el proceso de resolución de problemas monohíbridos, dihíbridos, polihíbridos y determinación de genotipos de progenitores	139
Anexo 11.	Lista de cotejo para evaluar las etapas del proceso de hibridación que realiza el estudiante	140
Anexo 12.	Lista de cotejo para evaluar la valoración que realiza el estudiante sobre la recombinación génica como fuente de variabilidad	141
Anexo 13.	Lista de cotejo para evaluación actitudinal del estudiante referente a su interés por aprender	142
Anexo 14.	Lista de cotejo para evaluación actitudinal de la responsabilidad académica del estudiante	143
Anexo 15.	Lista de cotejo para evaluación actitudinal del estudiante, en relación con el desempeño del trabajo colaborativo en equipo	144
Anexo 16.	Lista de cotejo para evaluación de la apreciación de los estudiantes, en relación con la enseñanza modular	145
Anexo 17.	Sesión de aprendizaje N° 1 Meiosis: recombinación génica y segregación de gametos	146
Anexo 18.	Sesión de aprendizaje N° 2 Experimentos de Mendel y expresión genética de caracteres	148
Anexo 19.	Sesión de aprendizaje N° 3 Casos de cruzamientos monohíbridos	150

Anexo 20.	Sesión de aprendizaje N° 4 Métodos de resolución de problemas	152
Anexo 21.	Sesión de aprendizaje N° 5 Casos de cruzamientos dihíbridos y polihíbridos	154
Anexo 22.	Módulo 1: Recombinación Génica	156
Anexo 23.	Módulo 2: Experimentos de hibridación de Mendel y dominancia de caracteres	165
Anexo 24.	Módulo 3: Monohibridismo	177
Anexo 25.	Módulo 4: Métodos de resolución de problemas	189
Anexo 26.	Módulo 5: Dihibridismo y Polihibridismo	204
Anexo 27.	Pretest a estudiantes del Grupo Control, de la comprensión del significado de terminología genética relacionada con recombinación, segregación, hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres	216
Anexo 28.	Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, de la comprensión del significado de terminología genética relacionada con recombinación, segregación, hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres	217
Anexo 29.	Postest a estudiantes del Grupo Control, de la comprensión del significado de terminología genética relacionada con recombinación, segregación, hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres	218
Anexo 30.	Postest a estudiantes del Grupo Experimental, de la comprensión del significado de terminología genética relacionada con recombinación, segregación, hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres	219
Anexo 31.	Pretest a estudiantes del Grupo Control, sobre conocimiento de proporciones de segregación fenotípica, genotípica y métodos de resolución de problemas	220
Anexo 32.	Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, sobre conocimiento de proporciones de segregación fenotípica, genotípica y métodos de resolución de problemas	221
Anexo 33.	Postest a estudiantes del Grupo Control, sobre conocimiento de proporciones de segregación fenotípica, genotípica y métodos de resolución de problemas	222
Anexo 34.	Postest a estudiantes del Grupo Experimental, sobre conocimiento de proporciones de segregación fenotípica, genotípica y métodos de resolución de problemas	223
Anexo 35.	Pretest a estudiantes del Grupo Control, de la esquematización del proceso de recombinación génica en la segregación de gametos	224
Anexo 36.	Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, de la esquematización del proceso de recombinación génica en la segregación de gametos	225

Anexo 37. Postest a estudiantes del Grupo Control, de la esquematización del proceso de recombinación génica en la segregación de gametos	226
Anexo 38. Postest a estudiantes del Grupo Experimental, de la esquematización del proceso de recombinación génica en la segregación de gametos	227
Anexo 39. Pretest a estudiantes del Grupo Control, del aspecto procedimental en el proceso de hibridación	228
Anexo 40. Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, del aspecto procedimental en el proceso de hibridación	229
Anexo 41. Postest a estudiantes del Grupo Control, del aspecto procedimental en el proceso de hibridación	230
Anexo 42. Postest a estudiantes del Grupo Experimental, del aspecto procedimental en el proceso de hibridación	231
Anexo 43. Pretest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas para determinar genotipos de progenitores en cruza monohíbrida	232
Anexo 44. Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas para determinar genotipos de progenitores en cruza monohíbrida	233
Anexo 45. Postest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas para determinar genotipos de progenitores en cruza monohíbrida	234
Anexo 46. Postest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas para determinar genotipos de progenitores en cruza monohíbrida	235
Anexo 47. Pretest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos	236
Anexo 48. Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos	237
Anexo 49. Postest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos	238
Anexo 50. Postest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos	239
Anexo 51. Pretest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos de prueba polihíbrido	240
Anexo 52. Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos de prueba polihíbrido	241
Anexo 53. Postest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos de prueba polihíbrido	242

Anexo 54.	Postest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos de prueba polihíbrido	243
Anexo 55.	Pretest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos polihíbridos	244
Anexo 56.	Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos polihíbridos	245
Anexo 57.	Postest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos polihíbridos	246
Anexo 58.	Postest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos polihíbridos	247
Anexo 59.	Pretest a estudiantes del Grupo Control, de la valoración de la recombinación génica como fuente de variabilidad	248
Anexo 60.	Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, de la valoración de la recombinación génica como fuente de variabilidad	249
Anexo 61.	Postest a estudiantes del Grupo Control, de la valoración de la recombinación génica como fuente de variabilidad	250
Anexo 62.	Postest a estudiantes del Grupo Experimental, de la valoración de la recombinación génica como fuente de variabilidad	251
Anexo 63.	Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, respecto al interés por aprender	252
Anexo 64.	Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, respecto al interés por aprender	253
Anexo 65.	Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, respecto al interés por aprender	254
Anexo 66.	Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, respecto al interés por aprender	255
Anexo 67.	Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, en relación a su responsabilidad académica	256
Anexo 68.	Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, en relación a su responsabilidad académica	257
Anexo 69.	Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, en relación a su responsabilidad académica	258
Anexo 70.	Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, en relación a su responsabilidad académica	259
Anexo 71.	Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, en relación con el desempeño en el trabajo colaborativo en equipo	260

Anexo 72. Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, en relación con el desempeño en el trabajo colaborativo en equipo	261
Anexo 73. Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, en relación con el desempeño en el trabajo colaborativo en equipo	262
Anexo 74. Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, en relación con el desempeño en el trabajo colaborativo en equipo	263
Anexo 75. Apreciación de los estudiantes del grupo experimental, en relación con la enseñanza modular	264
Anexo 76. Panel de evidencias fotográficas de ejecución de la investigación	265

RESUMEN

La educación superior universitaria caracterizada porque la responsabilidad formativa corresponde a profesionales de la carrera, quienes no siempre utilizan adecuados recursos didácticos, determina carencias en los estudiantes. Ante la dificultad de los estudiantes para resolver problemas de genética, se realizó la investigación planteando la pregunta: ¿qué efectos produce la enseñanza modular en el desarrollo de la competencia de resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?. La investigación de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño cuasi experimental, se desarrolló en una población de 62 estudiantes del segundo año de Ingeniería Agronómica que cursaron la asignatura de Genética. Se tomó dos muestras relacionadas no probabilísticas, de tipo intencionado, conformadas por los grupos experimental y control cada uno con 23 estudiantes, recibieron enseñanza modular y expositiva, respectivamente. La evaluación a ambos grupos consideró seis indicadores para la dimensión cognitiva y procedimental; cuatro para la actitudinal. Los datos de indicadores cognitivos se analizaron mediante la prueba de Student; los procedimentales y actitudinales, con la prueba no paramétrica de Wilcoxon; ambos a una probabilidad del 0.05. Se estableció diferencia estadística para la dimensión cognitiva entre el grupo experimental con promedio de 14.04 y 13.0 % ubicados en el nivel excelente, superó al grupo control con promedio de 5.17 y 56.5 % con nivel deficiente. En la dimensión procedimental, el 39.85 % del grupo experimental logró nivel competente, frente al 3.61 % del grupo control.

Para la dimensión actitudinal, no se determinó diferencias entre ambos grupos, alcanzando nivel competente el 22.83 % del grupo experimental y 18.47 % del grupo control. El 47.83 % de estudiantes que recibieron enseñanza modular estuvieron totalmente de acuerdo con el método desarrollado. Se concluyó que la enseñanza modular mejora significativamente la competencia de resolución de problemas de genética mendeliana.

Palabras clave: enseñanza modular, competencia, resolución de problemas, enseñanza expositiva, módulo educativo.

ABSTRACT

University higher education characterized since formative responsibility corresponds to career professionals, who do not always use adequate learning resources, determines deficiencies in students. Nevertheless, due to the difficulties of the students to solve problems of genetics, the research work was carried out raising the following question: What effects does modular teaching have on the development of the Mendelian genetics problem solving competence in the students of Agronomic Engineering of UNHEVAL, 2018? The research of applied type, quantitative approach, explanatory level and quasi-experimental design, it was developed in a population of 62 students of the second year of Agronomic Engineering who attended the subject of Genetics. It was taken two non-probabilistic related samples, of an intentional type, made up of the experimental and control groups, each with 23 students, receiving modular and expository teaching, respectively. The assessment of both groups considered six indicators for the cognitive and procedural dimension; four for the attitudinal. Data of cognitive indicators were analyzed using the Student test; Data of cognitive indicators were analyzed using the Student test; the procedural and attitudinal, with the non-parametric test of Wilcoxon; both at a probability of 0.05. It was established statistical difference for the cognitive dimension between the experimental group with an average of 14.04 and 13.0 % located in the excellent level, exceeded the control group with an average of 5.17 and 56.5 % with a deficient level. In the procedural dimension, 39.85 % of the experimental group accomplished competent level, compared to 3.61 % of the control group. For the

attitudinal dimension, it was not determined differences the two groups, reaching competent level, the 22.83 % of the experimental group and 18.47 % of the control group. 47.83 % of students who received modular education were totally agreed with the method developed. It was concluded that modular teaching significantly improves the competence to solve Mendelian genetics problems.

Keywords: modular teaching, competence, problem solving, expository teaching, educational module.

INTRODUCCIÓN

Un aspecto fundamental en la enseñanza de Genética a nivel universitario, sobre todo en la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica, es lograr que el estudiante supere la deficiencia que muestra en la competencia para la resolución de problemas, para lo cual requiere de un adecuado dominio de conceptos, procedimientos y actitudes, aspectos en los que se ha observado deficiencias marcadas. Para lograr este objetivo, el docente, como responsable del proceso de enseñanza, debe utilizar adecuadas metodologías y recursos didácticos, para así, desarrollar en los estudiantes la competencia deseada.

En este contexto, se presenta la investigación titulada *Enseñanza modular en el desarrollo de la competencia de resolución de problemas de genética mendeliana de los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL–2018*, que es consecuencia de ejercer por muchos años la docencia en la cátedra de Genética en Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. En el desempeño docente se observó la problemática siempre evidente en los alumnos de Genética, quienes muestran gran dificultad para resolver problemas de herencia mendeliana, lo que determinaba que temas de herencia no mendeliana, la dificultad fuese mayor.

Ante la problemática evidenciada, se realizó la investigación con el objetivo de determinar los efectos produce la enseñanza modular en el

desarrollo de la competencia de resolución de problemas de genética mendeliana. A tal fin, se estableció la hipótesis de que, al cambiar la metodología de enseñanza, los estudiantes adquirirían la competencia deseada; por ello, se contrastó el método expositivo, con el método modular, para lo cual se elaboró cinco módulos de genética referidos a, recombinación y segregación; experimentos de hibridación de Mendel y dominancia de caracteres; monohibridismo; métodos de resolución de problemas; y finalmente, dihibridismo y polihibridismo.

La tesis está organizada en siete capítulos. El Capítulo I, Planteamiento del Problema, contiene la descripción y formulación del problema de investigación; objetivos y trascendencia de la investigación. El Capítulo II, Marco Teórico, considera los antecedentes, bases teóricas, definiciones conceptuales, sistema de hipótesis y de variables, con su respectiva operacionalización. El Capítulo III desarrolla el Marco Metodológico, donde se especifica el tipo de investigación, enfoque, nivel, diseño, población y las técnicas de recolección y procesamiento de datos. En el Capítulo IV, se presentan los Resultados en tablas y gráficas, con su respectiva interpretación en base al análisis estadístico de cada uno de los indicadores de las dimensiones evaluadas. El Capítulo V trata de la Discusión de las dimensiones, enfocados desde el problema, objetivos, antecedentes y marco teórico. En el Capítulo VI se presentan las Conclusiones y Recomendaciones. En el Capítulo VII se incluyen las Referencias Bibliográficas. Finalmente, se presenta el Anexo con todos los datos originales de los grupos en estudio.

El autor

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el nivel de educación superior universitaria, la labor docente está a cargo de profesionales de la especialidad, quienes en la mayoría de casos no han recibido formación pedagógica o didáctica; sino que, teniendo como base la experiencia y calificación del desempeño profesional, han accedido a realizar la función docente, asumiendo así la responsabilidad de formar nuevos profesionales. Esta realidad origina deficiencias en el proceso de enseñanza que repercute negativamente en el aprendizaje de los estudiantes al no recibir las clases de manera metódica, sistemática y participativa, aspectos indispensables para la construcción de nuevos conocimientos en base al desarrollo de capacidades y competencias que conduzcan a un aprendizaje basado en la resolución de problemas.

La enseñanza universitaria se caracteriza por estar orientada casi exclusivamente al aspecto cognoscitivo que, impartido de manera expositiva, no promueve la reflexión y creatividad en el estudiante. Al respecto, Machado (2004 p. 64), dice: *"Hasta ahora se han enseñado conocimientos, pero no se ha enseñado a pensar"*; lo que equivale a sostener que el desarrollo de capacidades y competencias en la etapa fundamental de formación profesional está ausente. El estudiante universitario requiere que se le proporcione las herramientas necesarias para aprender y luego aplicar en las diversas circunstancias que le corresponderá desempeñarse.

La deficiencia en la enseñanza es reforzada en el proceso de evaluación del aprendizaje cuando se utilizan instrumentos que no consideran aspectos para evaluar competencias, capacidades, habilidades o destrezas que el estudiante debiera haber adquirido y demostrar en este proceso su dominio. Mayormente las evaluaciones son orientadas a conocer el dominio de aspectos cognoscitivos; es decir, una evaluación memorística que, resulta contradictorio con la experiencia del docente y que es perjudicial para el estudiante, pues en la praxis profesional se requiere de discernimiento para que en una interrelación de conceptos se formulen soluciones a los diferentes problemas que se presentan cotidianamente, cuando el estudiante deja las aulas.

La Genética es una ciencia que en los últimos tiempos registra un avance acelerado por lo que el aprendizaje se dificulta por lo extenso y complejo de sus contenidos; por ello, se hace indispensable que el estudiante disponga de recursos adecuados que le facilite un estudio analítico. Ayudar al estudiante a desarrollar competencias para adquirir conocimientos relevantes, administrándole herramientas y estrategias adecuadas, es tarea de todo docente; más aun en materias como Genética que son extensas y con cierto grado de dificultad; por ello, un módulo educativo de la asignatura, diseñado y elaborado por el mismo docente, resultaría ser un medio efectivo para facilitar el proceso de enseñanza, a la vez que permitirá que el estudiante disponga de un material adecuado, haciendo del proceso de enseñanza aprendizaje una actividad efectiva y con logros que se reflejarán en el desarrollo de competencias para un aprendizaje significativo que le permita resolver las diversas situaciones

problemáticas que se presenta en esta ciencia y, consecuentemente, mejorar el rendimiento académico.

En el caso particular de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL, 2014), reporta que tiene más de diez mil estudiantes distribuidos en 28 especialidades que corresponden a igual número de Carreras Profesionales, agrupadas en 14 Facultades. La población docente es de 365 profesionales, de las cuales, la Facultad de Ciencias de la Educación con 2 Carreras Profesionales y 8 especialidades, tiene 79 docentes que representa solo el 21.64 % que han recibido formación pedagógica, mientras que en todas las demás especialidades que agrupa al 78.36 % de los docentes, no tienen tal formación; y entre ellas se encuentra la Facultad de Ciencias Agrarias también con dos Carreras Profesionales, una de las cuales es la de Ingeniería Agronómica, en la que la labor docente es desarrollada por 28 profesionales, todos ellos Ingenieros Agrónomos, que han asumido el rol de formadores de los nuevos profesionales de las ciencias agrarias, pero ninguno de ellos posee formación pedagógica (Unidad de Estadística, 2019).

Inmerso en esta realidad se encuentran los componentes del curso de Genética que son los estudiantes, el docente y los contenidos. Esta asignatura que es de formación profesional básica, presenta contenidos fundamentales para el futuro profesional agrónomo; sin embargo, en el ejercicio continuo de la labor docente, se ha observado en los estudiantes que, debido al poco dominio temático, presentan mucha dificultad para resolver problemas contextuales relacionadas con la herencia, incluso muchos de los estudiantes ni siquiera inician el proceso de resolución. Esta

realidad determina que, en temas correlativos de genética mendeliana, la dificultad de los estudiantes se acreciente. Consecuencia de la problemática evidenciada es que, por ser la asignatura de Genética prerrequisito para mejoramiento vegetal, el desempeño en esta área no sea integral, sino limitado a aspectos cognitivos, de donde surge la necesidad reorientar la metodología de enseñanza, del tal manera que el estudiante desarrolle de capacidades y habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales que le permitan un adecuado desempeño personal y profesional en relación con su entorno.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema General

¿Qué efectos produce la enseñanza modular en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?

1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es el resultado de aplicar la enseñanza modular en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?
- b) ¿Cuál es el efecto de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión cognitiva de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?

- c) ¿Cómo influye la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión procedimental de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?
- d) ¿Cuál es el efecto de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión actitudinal de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Determinar qué efectos produce la enseñanza modular en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Aplicar la enseñanza modular para el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.
- b) Evaluar el efecto de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión cognitiva de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.
- c) Analizar la influencia de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión procedimental de la competencia resolución de problemas

de genética mendeliana en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

- d) Analizar el efecto de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión actitudinal de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

1.5 TRASCENDENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación realizada se origina en la problemática que presentan los estudiantes de Genética, para resolver problemas de herencia; consecuencia que tiene como causa el método expositivo de enseñanza, el cual no propicia que los estudiantes desarrollen competencias procedimentales; mucho menos, actitudinales. Con la investigación, se considera haber realizado los siguientes aportes:

Desde el punto de vista **teórico**, la investigación presenta información sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje fundamentada en la enseñanza modular. Esta amplia información que se pone a disposición, puede ser utilizada en investigaciones relacionadas con el desarrollo de competencias, no solo en el campo de la Genética, sino también en otras áreas de formación profesional, principalmente en Ingeniería Agronómica, de donde proviene la muestra estudiada, ya que en todas las áreas se requieren conocimientos, habilidades y destrezas teóricas, prácticas y actitudinales, aspectos que por primera vez han sido considerados para una investigación en la Carrera de Ingeniería Agronómica, por lo que los

datos que se aporta pueden servir para el análisis de desempeño estudiantil y así, generar nuevas propuestas teóricas.

En el aspecto **práctico**, producto de la investigación se pone a disposición cinco módulos educativos que consideran de manera integrada actividades cognitivas, procedimentales y actitudinales, los cuales además de servir como aporte para mejorar la eficiencia en la enseñanza-aprendizaje, mediante el desarrollo de competencias en el estudiante, servirá también como guía para que los docentes estructuren sus módulos; aspecto que se refuerza con la incorporación de sesiones de aprendizaje, como guía para organizar el proceso educativo en la interacción docente-estudiante orientado al desarrollo de competencias.

En lo **académico**, se expresa como un aporte al Modelo Educativo de la UNHEVAL que considera la socio-formación, a partir de problemas del contexto, para el desarrollo de competencias, acorde con los cambios que se propician en la educación superior universitaria. En este contexto se considera que la investigación realizada servirá como punto de partida para integrar el proceso enseñanza-aprendizaje en los saberes cognitivo, procedimental y actitudinal. En este aspecto, la investigación facilitará la orientación a seguir en las diversas asignaturas de formación profesional en Ingeniería Agronómica, la que busca desarrollar competencias en una relación multidisciplinaria, de tal manera que los estudiantes se capaciten adecuadamente para el desempeño profesional; para lograr este objetivo, es necesario cambiar el método de enseñanza expositivo por la enseñanza modular, camino que inicia la investigación ejecutada.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 Antecedentes internacionales

Ging (2006), para obtener el Diplomado Superior en Docencia Universitaria, como docente del curso de Genética en la Escuela de Tecnología Médica de la Universidad de Guayaquil, Ecuador; realizó la tesina *La Metacognición y el aprendizaje de genética* con el objetivo de desarrollar la metacognición en los estudiantes de Tecnología Médica para mejorar el aprendizaje de Genética, elaborando un marco teórico que la defina y ejemplifique a través de temas que se desarrollan en dicha asignatura. Para tal fin, elaboró un módulo educativo para la enseñanza de tal asignatura, llegando a la conclusión de que se debe fortalecer el razonamiento y pensamiento crítico mediante la incorporación de objetivos y estrategias metacognitivas en la práctica docente, lo que permite al estudiante aprender a aprender, no sólo la genética, sino cualquier asignatura, proceso o labor que decida iniciar. El desarrollo de la metacognición específicamente en la clase de genética, facilita al estudiante realizar con mayor facilidad y rapidez los procesos de captación, análisis, procesamiento y fijación en su cerebro de un contenido extenso, difícil y diariamente innovado, haciendo la materia más interesante y divertida. Resalta además la importancia de la autoevaluación y coevaluación a fin de crear conciencia de lo trascendente de cada paso que dan en todos los procesos de la vida, no sólo en los de aprendizaje. Finalmente, recomienda a los docentes estimular el desarrollo de la

metacognición en los estudiantes y en ellos mismos, y preparar las clases con estrategias metacognitivas en cada uno de los temas. Esta información fue utilizada por el docente en el desarrollo de la clase en sí, en la que se hacía reflexionar a los estudiantes sobre la utilidad que significa para ellos, cada uno de los procesos que se desarrollaban en los aspectos cognitivos, procedimentales y actitudinales.

Corbacho (2009), en la investigación titulada *Enseñanza de la genética en la educación de nivel superior: dificultades para comprender conceptos y resolver problemas*; la que realizó como docente de la cátedra de genética para los estudiantes del tercer año de formación profesional de las carreras de Ingeniería en Recursos Naturales y Profesorado de Biología, en la Universidad Nacional de la Patagonia Austral en Argentina; de acuerdo a los resultados indica que en el problema sobre la herencia de caracteres en plantas y la determinación de genotipo y fenotipo de la descendencia, a partir del fenotipo de ambas plantas progenitoras, 13 de 15 alumnos resuelven correctamente el problema al realizar cruzamientos, reconocer los símbolos empleados, identificar el carácter dominante y el recesivo, explicitar los genotipos y fenotipos correctamente y realizar la tabla de Punnett; 4 de 15 no indican adecuadamente las proporciones. En el problema en el que se presentó un árbol genealógico para el carácter color de ojos en humanos, en el que tenían que indicar el fenotipo de los individuos luego de determinar su genotipo e inferir fenotipo y genotipo de la tercera generación, los resultados fueron menos satisfactorios, ya que 7 de 15 alumnos no resuelven correctamente, y 1 alumno incluye expresiones de cruzamiento ligado al sexo. En los cuestionarios escritos cuando se

solicita la justificación de los resultados, las respuestas son diversas y en su mayor parte erróneas o poco precisas en el uso de la terminología. En cuanto a la representación gráfica de los genes y alelos en los cromosomas solo 2 alumnos del total de 15 representan adecuadamente la célula, siendo común la confusión entre cromátida hermana y cromosoma homólogo. En la pregunta referida al significado de los segmentos del cromosoma, las respuestas correctas son 2 de 15, el resto no interpreta que son las cromátidas, y se registran expresiones como: “que el cromosoma tiene información”, “representa los loci” o “alelos”. En la pregunta ¿Es lo mismo un gen que un alelo? 10 alumnos respondieron negativamente, pero sin justificación, solo 5 alumnos justificaron, pero en un caso la justificación es incorrecta. En base a los resultados, llegó a la conclusión de que los alumnos aplican los algoritmos para la resolución de problemas o representaciones como la tabla de Punnett sin que ello implique la comprensión de los conceptos involucrados en su resolución. La información presentada por el autor fue utilizada para elaborar alguno de los ítems considerados en los cuestionarios del pretest y posttest, porque las dificultades evidenciadas en la investigación citada se consideran similares a las observadas en la problemática materia de investigación.

Ayuso *et al.* (como cita Corbacho 2009) coinciden en afirmar que cabría esperar que cuando los estudiantes resuelven bien los problemas como los que se presentaron, la aplicación de conceptos básicos debería ser consecuencia de que comprenden el significado, pero la falta de justificación y representación gráfica, o la justificación incorrecta; hace prever que no es así. Contrariamente a lo esperado, esta investigación

evidenció que los alumnos de educación superior recuerdan de memoria algunas definiciones incompletas; presentan dificultades en el establecimiento de las relaciones estructura-función que explican la herencia; no comprenden las consecuencias de procesos como la segregación de cromosomas y cromátidas durante la meiosis; y manifiestan nociones erróneas sobre la localización y transmisión de la información hereditaria; coincidiendo con resultados obtenidos en alumnos de educación secundaria. La información presentada por el autor sirvió para planificar el contenido de los módulos educativos y que estos sean elaborados con mayor profundidad en razón que existen coincidencias en la problemática observada.

Ayuso & Banet (2002), en la investigación sobre *Alternativas a la enseñanza de genética en educación secundaria* concluyen que los estudiantes no comprenden la relación entre cromosoma, gen y alelo, ni el marco conceptual del proceso de meiosis. Recomiendan considerar el tipo de actividades a presentar a los alumnos, las posibilidades que tienen para construir su conocimiento y la necesidad de evaluar en qué medida favorecen el aprendizaje de los estudiantes. Sugieren modificaciones a la enseñanza, incorporando resolución de problemas relacionados, con la vida cotidiana, además de incluir actividades complementarias que permitan identificar ideas erróneas o comprensión inadecuada de conceptos, ya que como se ha puesto en evidencia la resolución correcta de problemas no garantiza la comprensión de los conceptos. Para superar las deficiencias observadas, sugieren actividades de metacognición y el desplazamiento de aprendizajes memorísticos. Los aportes realizados por

los autores fueron considerados en la formulación de los problemas considerados en el pretest y posttest, así como en la selección de los ejercicios propuestos en los módulos sobre problemas de hibridación.

Briceño (2014), en un trabajo de investigación para optar el grado de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales por la Universidad Nacional de Colombia, titulado *Propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en grado octavo en la institución educativa Distrital Manuelita Sáenz*, realizó un módulo educativo considerando las actividades que permitan a los educandos interactuar con los temas y conceptos, desarrollar habilidades e interpretar los conceptos y asociarlos a situaciones cotidianas. Las actividades planteadas incluyen elaboración de mapas mentales, completar cuadros comparativos, cuestionarios, escritura de textos y solución de situaciones problema. Finalizada la investigación, llegó a la conclusión de que en la parte conceptual evidenció que los estudiantes presentaron dificultades para relacionar propiedades de los caracteres heredados con la simbología y los términos propios usados en la genética básica; recomendando formular estrategias para trabajar los diversos conceptos relacionados con el gen, interacciones génicas e interacción entre genes y medio ambiente. Los resultados de la investigación referida, sirvieron para que en el desarrollo de las sesiones modulares se pusiera énfasis en el dominio cognitivo preliminar que debería adquirir el estudiante, a fin de aplicar en situaciones problemáticas concretas que requieren de interpretación.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Vilchez (2007), para optar el grado académico de Doctor en Educación por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, realizó la investigación titulada *Modelo de Enseñanza Modular Personalizada de las Funciones Trigonométricas en el Quinto Grado de Educación Secundaria*, para lo cual diseñó, elaboró y desarrolló módulos de enseñanza personalizada con la finalidad de determinar el grado de influencia en el aprendizaje de los alumnos evaluados a través del rendimiento académico; llegando a las siguientes conclusiones: el uso de módulos didácticos para el estudio de las funciones trigonométricas con procedimientos didácticos y metodológicos adecuados a la enseñanza personalizada, permite tener una visión integral del proceso de aprendizaje de los alumnos y conduce a la adquisición de aprendizajes significativos y a mejorar el rendimiento académico, respecto de quienes abordaron el tema en forma pasiva, sólo con la exposición del profesor y participación casi nula del alumno en clase. Asimismo, en la prueba de salida realizada a ambos grupos, comprobó que, a nivel del 0,05 de significación, existió diferencia estadística significativa entre el grupo experimental y el grupo control, siendo el rendimiento académico en el aprendizaje de las funciones trigonométricas, superior en el grupo experimental. Los resultados y conclusiones presentadas por el autor sirvieron para contrastar con los resultados obtenidos en la investigación realizada, porque en ambas se desarrollan los dos métodos en estudio: el expositivo y el modular.

2.1.3 Antecedentes locales

Rivero (2003), en base a la investigación sobre *Propuestas de Estrategias Educativas para mejorar el Rendimiento Académico de los Alumnos de la Escuela Académico Profesional de Ciencias Administrativas de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco*, realizado en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán–Huánuco, para optar el Grado de Magister en Educación, mención Planeamiento Educativo; llegó a la conclusión de que la enseñanza en la Universidad, es más teórica que práctica y no actualizada, lo que determina que los alumnos se formen memorísticamente y como tal olvidan los conocimientos con facilidad; además de que la mayoría de docentes son autoritarios en el desarrollo de sus asignaturas y como consecuencia no hay una motivación adecuada a los alumnos para el logro de un aprendizaje significativo, lo cual se refleja en los bajos rendimientos en la que el 59.59% tienen promedios entre 11 y 13; el 30.99% registran promedios desaprobatorios y sólo el 9.42% obtuvieron calificativos entre 14 y 16; para superar esta realidad, recomienda la implementación de estrategias sin mencionar cuales podrían ser las adecuadas. Aun cuando la autora no recomienda estrategias concretas para mejorar el rendimiento académico, sirvió de referente para plantear el método modular por la similitud de características que presentan los problemas observados.

Cajas (2004), para optar el Grado de Magister en Educación, mención Gestión y Planeamiento Educativo; realizó una investigación en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán–Huánuco, sobre *Diseño de una Metodología para el Mejoramiento de la Calidad Total en la Educación*

Superior. En base al estudio realizado determinó que, la metodología influye significativamente en las actividades de enseñanza, investigación, extensión y proyección social, los cuales para que sean eficientes y eficaces, deben ser coherentes con los objetivos particulares de las carreras profesionales, así como también, en los sistemas de información. De igual manera, la metodología empleada en la enseñanza tiene influencia por la capacitación de docentes en técnicas y métodos de enseñanza-aprendizaje. En base a los resultados obtenidos, recomendó la implementación de programas de mejoramiento continuo, teniendo en consideración los estándares mínimos para la autoevaluación con fines de acreditación. El antecedente presentado tuvo muy poco aporte a la investigación en sí, sino que sirvió para confirmar que el método de enseñanza es fundamental en el proceso educativo.

Trujillo (2005), para optar el Grado de Magíster en Educación, mención Investigación y Docencia Superior, realizó una investigación sobre *Desarrollo de Capacidades del Área de Matemática a través de Módulos de Aprendizaje en los alumnos del 2do Grado de Educación Secundaria del Colegio Nacional de Aplicación de la UNHEVAL-2005*, en el que comparó el desarrollo de capacidades mediante grupos de estudiantes con enseñanza tradicional y modular mediante el suministro de cuatro módulos educativos, llegando a la conclusión que quienes recibieron enseñanza modular, desarrollaron su pensamiento creativo en un 83 % que se clasificaron como buenos y muy buenos; mientras que, los que recibieron enseñanza tradicional, en capacidad creativa sólo alcanzaron un 33 % de desarrollo en la categoría de bueno y la mayoría estuvo considerado como

regular. Otras capacidades que desarrollaron en mayor porcentaje los de enseñanza modular fueron las de interpretación de gráficos y expresiones simbólicas, pensamiento crítico, solución de problemas, decisiones en grupo, de razonamiento y demostración. Finalmente, consecuencia del análisis de los resultados y de las conclusiones, recomendó *“desarrollar nuevas investigaciones aplicando la enseñanza modular en todas las asignaturas posibles, de tal forma que se disponga de una mayor evidencia empírica que asegure la importancia y utilidad en el aprendizaje de los alumnos universitarios”* (p 124). La recomendación presentada por el autor, sirvió de base para enfocar la enseñanza modular en la asignatura de Genética, al considerar que este método dio resultados satisfactorios.

Sotomayor (2005), en la investigación realizada para optar el grado de Magíster en Educación, mención Planeamiento Educativo; titulado *Criterios de evaluación que utilizan los docentes en el proceso de aprendizaje de los alumnos de la EAP de Ciencias de la Comunicación Social, Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán - Huánuco – 2004*, llegó a la conclusión de que los docentes muestran un enfoque tradicional de la evaluación sobre la enseñanza, con criterios aplicados de manera autónoma, en la que consideran como fundamental la medición de acumulación de conocimientos, para lo cual aplican una metodología memorística a fin de que el alumno recuerde hechos y datos. Aun cuando el antecedente presentado no se relaciona directamente con la investigación realizada, se consideró por ser una evidencia empírica de que una evaluación no solo debe valorar el aspecto cognitivo, sino también criterios que conducen a lograr competencias.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Aprendizaje significativo

Palomino (2003), al referirse a la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información. La estructura cognitiva es el conjunto de conceptos e ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización. El aprendizaje es significativo cuando los contenidos e ideas se relacionan con algún aspecto existente específicamente relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo ya significativo, un concepto o una proposición.

Es importante considerar lo que el individuo ya sabe, de tal manera que establezca una relación con aquello que debe aprender. Este proceso tiene lugar si el educando tiene en su estructura cognitiva conceptos, estos son: ideas y proposiciones estables y definidas, con los cuales la nueva información puede interactuar. El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información se conecta con un concepto relevante (“subsunsor”) pre existente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de soporte a las primeras.

En este contexto es que se ubica el sistema de enseñanza modular que considera primordialmente el desempeño de actividades profesionales

con la información necesaria para cumplirlas, es por ello que en este método de enseñanza se orienta a que el alumno desarrolle su propio aprendizaje, preferentemente por iniciativa propia y el docente cumple el rol de asesor en base al módulo educativo que es la unidad de enseñanza, cuyos objetivos de aprendizaje giran alrededor de un problema concreto, en él se establecen las actividades que el alumno realizará, el marco teórico que debe dominar, los criterios de evaluación y el tiempo aproximado de duración.

La información presentada fue utilizada en el inicio de las sesiones de enseñanza modular, en las que en base a la evocación de los conocimientos previos del que disponía el estudiante, se orientaba al tema modular.

2.2.2 Pensamiento complejo

De acuerdo a lo que señala Tobón, Pimienta y García (2010 p. 54), *“el pensamiento complejo consiste en relacionar las cosas que tenemos con los diferentes contextos en los cuales nos desenvolvemos, para comprenderlas con profundidad y abordarlas con mayor pertinencia desde el compromiso ético, estableciendo sus procesos de estabilidad y cambio con flexibilidad, apertura y creatividad. De esta manera, desde el pensamiento complejo hay un compromiso ético de generar un mundo con mayor solidaridad y responsabilidad con nosotros mismos, la sociedad, la especie y el cosmos. Ésta es la esencia del enfoque socioformativo de las*

competencias en la gestión curricular, así como en la didáctica y en la evaluación”.

La educación basada en el pensamiento complejo se caracteriza por propiciar la formación integrada con contenidos relacionados entre las diversas disciplinas a través de la multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, para abordar los problemas reales en forma pertinente desde el entrelazamiento de múltiples saberes.

Otras características de la formación con orientación al desarrollo del pensamiento complejo, es que tiene en cuenta el proceso de aprender a conocer y tomar conciencia de los procesos implicados en la construcción del conocimiento y su empleo en el abordaje de problemas reales del contexto. Se desenvuelve en torno a un contexto en donde los aprendices recrean diversos contextos para que aprendan a emprender en las diversas áreas de la vida y reflexionen de manera metacognitiva sobre su desempeño; en este sentido, no sólo es importante poseer saber, sino también comprender la naturaleza de éste, por ejemplo: ¿Cómo se adquiere? ¿Qué características personales influyen en él? ¿Cómo mejorarlo? ¿Cómo aplicarlo con pertinencia y ética?; todo ello con la finalidad de desarrollarse como personas integrales mediante la apropiación, movilización y consideración de múltiples saberes (saber ser, saber hacer y saber conocer), tanto académicos como populares.

Los fundamentos de la teoría del pensamiento complejo sirvieron para que en las sesiones de enseñanza modular, la comprensión del contenido cognitivo de la herencia, sea utilizada pertinentemente en el mejoramiento vegetal, asumiendo un compromiso con la biodiversidad.

2.2.3 Enseñanza modular

Según Arbesú (2011), el sistema de enseñanza modular es una experiencia educativa única en la historia de la educación superior tanto mexicana como latinoamericana que se inició la Universidad Autónoma Metropolitana de México, Unidad de Xochimilco en el año 1974; hasta antes de ello, no se tiene ninguna referencia de su aplicación en América Latina, pero si en Holanda, en la carrera de medicina y en algunas instituciones de educación superior de los Estados Unidos de Norteamérica. En 1975, dos universidades de Alemania implantan tal sistema.

En el caso de México, el sistema de enseñanza modular se da por primera vez en 1974 para carreras de las áreas de ciencias biológicas y de la salud, ciencias sociales y humanidades; posteriormente, en 1975 para ciencias y artes del diseño.

En 1990, la Universidad de Loja en Ecuador invita a especialistas de la UAM-X para que asesoren a los profesores de esa institución, aplicando con éxito el sistema modular que sigue vigente.

El sistema modular implantado en Xochimilco y luego adoptado en otros países, plantea, desde un principio, una ruptura teórica con el paradigma clásico generalizado, en el cual los estudiantes asisten a clases para aprender por medio de materias aisladas, sin relación entre ellas y adquieren conocimientos de una manera acumulativa, sin entender, la mayoría de las veces, la relación que existe entre uno y otro, ni la aplicación integral de éstas a un problema de la realidad que tenga que ver con la práctica profesional. El conocimiento se entiende aquí como una

acumulación de saberes con respecto a algo en particular; en cambio, el sistema modular es una nueva propuesta que define la enseñanza a partir de su vinculación con la realidad, se organiza con base en problemas de la realidad, donde éstos se convierten en objetos de estudio, conocidos como objetos de transformación, los cuales se abordan de una forma interdisciplinaria y mediante la investigación científica. Esto permite que el docente y los estudiantes conozcan, discutan y experimenten, por ellos mismos los diversos elementos que intervienen en el proceso de construcción del conocimiento.

El método de enseñanza-aprendizaje modular está basado fundamentalmente en Jean Piaget, teórico que define que el conocimiento *“...no es una copia de la realidad. Conocer un objeto es conocer un acontecimiento, no es solamente mirarlo y hacer de él una copia mental, una imagen. Conocer un objeto, es actuar sobre él. Conocer es modificar, transformar el objeto y entender el proceso de su transformación y, como una consecuencia, entender la forma en que el objeto es construido”* (UAM, Unidad de Xochimilco, 1994). En esencia, el sistema modular plantea incorporar dos elementos nuevos al proceso de enseñanza-aprendizaje: la interdisciplina y la aplicación del conocimiento a una realidad concreta.

De acuerdo a lo que refiere la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO 1998), a fin de permitir una amplia utilización de los módulos de enseñanza, en variedad de condiciones, propone las siguientes características:

- a)** Debe ser complementario de otros módulos, como componente interrelacionado de un programa integrado de formación científica.
- b)** Debe estar concebido y elaborado de tal manera que facilite su división en pequeñas unidades homogéneas apropiadas para diferentes tipos de modalidades de enseñanza; así como también una revisión constante para su actualización.
- c)** Debe considerarse el tiempo de duración del curso, recomendando que éste sea de unas 80 horas de duración, de las cuales la tercera parte debe estar destinado a conferencias tradicionales en clase y el tiempo restante a ejercicios individuales, colectivos, debates de grupo, actividades de animación entre otros.
- d)** Cada módulo debe contener una serie de ejercicios y una lista de lecturas.
- e)** Los módulos deberían concebirse para un nivel de estudio superior a fin de adaptarse a los estudiantes con diferente formación académica.

Arbesú (2011), reporta algunas características de la enseñanza modular, que se orienta fundamentalmente al objeto de transformación y la interdisciplina; en ellas se consideran:

- a)** Utilización de técnicas educativas como el trabajo de grupo y en equipo, donde los estudiantes experimentan las ventajas y

desventajas de trabajar con los demás, experiencia que les permite valorar su trabajo en función del trabajo de los otros.

- b)** Participación activa de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje, asumiendo por un lado la responsabilidad personal en su formación por medio de su participación activa en el trabajo, donde el estudiante no memoriza, sino que cuestiona y razona todo el tiempo.
- c)** Nueva concepción de la función del profesor universitario en la que sirve de guía, de organizador del proceso de enseñanza aprendizaje. El docente es el coordinador del módulo, el moderador de las discusiones que se dan en el aula y no es la única fuente de información de la cual los estudiantes aprenden; su función es orientar a los alumnos para que sean capaces de acudir a otras fuentes de información.
- d)** Combinación de la teoría y la práctica por medio de la realización de una investigación que lleva a cabo cada trimestre, y de la aplicación de este trabajo en una práctica de servicio.
- e)** Integración de las tres tareas sustantivas que tiene la universidad: docencia, investigación y servicio.
- f)** Diseño de espacios físicos y de mobiliario, de acuerdo con las necesidades que se tienen de impartir docencia en un grupo de aproximadamente veinte estudiantes donde no hay tarimas, ni escritorio para el docente. El espacio lo ocupan mesas pequeñas con sillas, que se pueden cambiar de posición según las

necesidades del grupo. Todos y cada uno de estos elementos forman parte de lo que teóricamente es el sistema modular Xochimilco.

- g)** Se debe considerar el objetivo terminal, el objetivo específico, la actividad del alumno, la actividad del docente, las lecturas obligatorias, los talleres de apoyo, las actividades extramuros y de evaluación correspondiente.

Los fundamentos de la enseñanza modular referidos por la Universidad Autónoma Metropolitana de México (1994), Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1998) y por Arbesú (2011), sirvieron para diseñar los contenidos teóricos, las actividades procedimentales y los aspectos actitudinales considerados en cada módulo presentado.

2.2.4 Enseñanza modular y gestión académica en la UNHEVAL

Al promulgarse la Ley Universitaria 30220 en julio del 2014, en base a la autonomía académica, las universidades determinan el diseño curricular de cada especialidad, en los diversos niveles, de acuerdo a las necesidades nacionales y regionales, para así contribuir al desarrollo del país. Con esta concepción, en el Artículo 40° de la referida norma se indica que: "...Todas las carreras en la etapa de pregrado se pueden diseñar, según módulos de competencia profesional, de manera tal que a la conclusión de los estudios de dichos módulos permita obtener un

certificado, para facilitar la incorporación al mercado laboral ...” (El Peruano, Normas Legales 2014 p. 527218)

En el Modelo Educativo de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, se establece una formación integral, orientada a lograr un sólido proyecto ético de vida, para fortalecer la formación personal, para lo cual visiona responsabilidad compartida con acciones integradas de los diversos actores, entre los que tienen preponderante responsabilidad los directivos, docentes y estudiantes.

El modelo educativo de la UNHEVAL se enfoca en la socioformación, basada en diferentes estrategias como el trabajo con proyectos a nivel micro y macro curricular, con el fin de orientar la formación a partir de la resolución de problemas del contexto y la colaboración, tomando como epistemología el pensamiento complejo, que es un pensamiento de orden superior que posee coherencia, organización y exploración, basado en un proceso de análisis crítico y resolución de problemas contextuales. (UNHEVAL 2017 p. 11-22).

De acuerdo al enfoque señalado, la UNHEVAL ha determinado que la estructura microcurricular se fundamente en proyectos formativos y en módulos. En el caso de los módulos considera que se debe estructurar de acuerdo a los siguientes componentes esenciales: competencias que se contribuye a desarrollar, resultados de aprendizaje, problemas reales o simulados que se pretende resolver en función al contexto, saberes esenciales, producto a obtener, instrumentos de evaluación valorativos y recursos que incluyen bibliografía. (UNHEVAL 2017 p. 36).

Para lograr los objetivos propuestos en la profesionalización de los estudiantes de la UNHEVAL, que es la formación integral orientado hacia el aprender a emprender, en el Modelo Educativo de esta institución, se establecen entre otros criterios, las siguientes acciones para la metodología didáctica: 1) Valorar los saberes previos en los estudiantes y conectarlos con los nuevos conocimientos. 3) Gestionar y cocrear el conocimiento para comprender y explicar el problema del contexto, con análisis crítico y pensamiento complejo. 3) Trabajar de manera colaborativa en la resolución real o simulada del problema contextualizado; y, 4) Aplicar las habilidades de pensamiento complejo en la resolución de los problemas contextualizados, en el que se considera la conceptualización integral, análisis crítico, resolución sistémica y creativa de los problemas (UNHEVAL 2017).

Disponer del Modelo Educativo de la UNHEVAL, como documento orientador de la actividad académica, fortaleció el interés por el tema de investigación desarrollado, porque ya no se trataba de una inquietud personal aislada, sino de una política institucional surgida como un interés para la formación integral de los estudiantes, esto es, desarrollar competencias para un desempeño profesional eficiente y comprometido.

2.2.5 Resolución de problemas

El Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación (IIFE 2000), considera que adquirir la competencia de resolución de problemas, es una competencia fundamental que permite no solo resolver un problema puntual, sino que también permite crear, adquirir y transferir nuevos

conocimientos a partir de comprender los problemas de forma nueva y distinta. Para lograr la competencia, se establecen fases y momentos para la resolución de problemas; cada una de sus etapas se relaciona con los objetivos de mejoramiento y, para ello, considera necesario ampliar la comprensión del problema, generar diversas estrategias de resolución y analizar cuál es la mejor.

La resolución de problemas es considerada como una competencia porque utiliza una metodología para la acción, posee un enfoque global y sistémico, permite el aprendizaje permanente, posibilita el mejoramiento continuo, desafía soluciones conocidas, articula las tareas inmediatas con las perspectivas de largo plazo, y posibilita identificar soluciones diferentes.

Para la resolución de problemas el (IIPE 2000) recomienda que en el método a seguir se deben considerar tres objetivos y siete etapas que se distribuyen de la siguiente manera:

- a)** Comprensión del problema, comprende las siguientes etapas:
 - Identificar el problema
 - Explicar el problema
- b)** Creación de una estrategia de resolución, considera las siguientes etapas:
 - Idear estrategias alternativas
 - Diseñar la estrategia
 - Decidir la estrategia
- c)** Logro de la solución al problema, abarca dos etapas:
 - Aplica la estrategia
 - Evalúa los logros

Las etapas indicadas, si bien son sucesivas, se desarrollan en forma no lineal, es decir, avanzando y algunas veces retrocediendo a la etapa anterior para ganar, tener claridad y adoptar una decisión. Por las características mencionadas se considera como un método analítico de estudio y reflexión.

Para el Ministerio de Educación (2016 p. 60-61), la resolución de problemas en el proceso educativo se debe orientar hacia situaciones de diversos contextos. Para ello, se debe recurrir a tareas y actividades que generan una interacción dinámica entre situaciones de características socioculturales y naturales; el desarrollo de procesos cognitivos, ejecutivos e interrelaciones y la construcción de los conocimientos. Esta dinámica implica plantear y resolver problemas de complejidad creciente, progresiva y cíclica, proponiendo al estudiante retos cognitivos, es decir desafíos para producir aprendizajes significativos de manera constructiva que estimula una actitud de investigación e indagación

Resolver problemas implica un proceso constituido por un conjunto de actividades que involucran la comprensión de la situación, la elaboración y el desarrollo de una estrategia para hallar la solución, así como el seguimiento y la evaluación de los procesos, resultados y soluciones.

La fundamentación teórica proporcionados por el Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación (2000) y por el Ministerio de Educación (2016) sirvieron para establecer los criterios que deberían considerarse en la evaluación procedimental de la resolución de problemas, los que fueron complementados con la teoría sobre problemas de genética mendeliana que se presenta en seguidamente.

2.2.6 Resolución de problemas de genética mendeliana

Bugallo (1995) en una revisión bibliográfica acerca de la didáctica de la genética, hace referencia a (Longdden1982; Radford y Bird-Stewart, 1982), quienes sostienen que, a diferencia de otras áreas de la biología, la enseñanza de la genética requiere un nivel mayor de matemáticas y de capacidad analítica, sobre todo para la resolución de problemas. Asimismo, sostiene que los estudiantes pueden llegar a resolver con éxito los problemas, pero no comprenden el contexto del proceso genético; y en cuanto al trabajo práctico, es considerado como fuente adicional de dificultades porque los experimentos necesitan de semanas, e inclusive meses para poder concluir y comprobar resultados, por lo que sostiene que ello resulta incompatible con el ritmo de estudios.

Por su parte, Sigüenza (2000) sostiene que, en las ciencias biológicas, la genética es el área que presenta mayores dificultades para la comprensión, ya sea por la complejidad de sus contenidos, mayormente abstractos, como por las dificultades en las estrategias de enseñanza, sobre todo lo que se refiere a la resolución de problemas. Aprender a partir de los problemas en la enseñanza de la herencia biológica no es tarea fácil. Algunas de las causas responsables de ello residen en los estudiantes y otras, en las características de los problemas y en su forma de resolución.

Sigüenza (2000), considera que existen fundamentalmente cuatro dificultades en la resolución de problemas de genética, que son:

- a) Dificultades de tipo conceptual porque muchos estudiantes tienen dificultad, y hasta imposibilidad para expresar o

interpretar el significado de las palabras, conceptos o procesos que intervienen en el problema; lo que determina una percepción diferente a la del docente o de otros estudiantes ante una misma situación.

- b)** Dificultades relacionadas con el nivel de desarrollo cognitivo.
- c)** Dificultades con el enfoque de los problemas y estrategias de resolución. Generalmente los planteamientos tipo causa-efecto, proporcionan el genotipo de los progenitores y el modelo de herencia a seguir para averiguar el genotipo y fenotipo de la descendencia, no suelen requerir de análisis detallado de los datos iniciales, resolviéndose generalmente mediante la aplicación de algoritmos. Por el contrario, aquellos problemas efecto-causa, en los que se parte de fenotipos conocidos, requieren del estudiante establecer el modelo de herencia (causa o conjunto de causas) y determinar los genotipos de los individuos haciendo uso de determinadas reglas.
- d)** Finalmente, los estudiantes podrían tener dificultades de tipo operatorio, como una noción errónea de la probabilidad y, por tanto, de las proporciones fenotípicas y genotípicas.

Todos los aspectos señalados, hace considerar a los problemas de genética como un aspecto relevante en las dificultades del aprendizaje de esta ciencia, de forma que cualquier intento de clarificación de los procesos mentales que los estudiantes desarrollan a la hora de resolver estos problemas y de las causas que impiden su éxito puede resultar de gran

ayuda para el profesor que imparte esta asignatura, al tiempo que puede contribuir a un mejor conocimiento del pensamiento del alumno (Sigüenza, 2000).

La información teórica específica sobre las dificultades en la resolución de problemas de genética mendeliana proporcionados por Bugallo (1995) y Sigüenza (2000) sirvieron para establecer con claridad las estrategias para resolver problemas de herencia genética, los que se explican en el módulo sobre métodos de resolución de problemas.

2.2.7 Métodos de enseñanza y desarrollo de competencias

Tejada y Tobón (2006), recomiendan que, en la enseñanza orientada al logro de competencias, el aspecto que más debe trabajar el docente universitario es la programación de su labor, siendo esencial que conozca bien el plan de estudios en concordancia con el perfil profesional al que se orienta, porque las relaciones entre asignaturas son básicas para que el estudiante sepa el sentido y la interrelación de lo que aprende.

En cualquier asignatura, elaborar un plan docente por competencias, tiene por finalidad orientar el aprendizaje, docencia y evaluación mediante un constante nexo de la teoría con la práctica, en los diversos escenarios y niveles de formación, mediante actividades dinámicas de aprendizaje, basados en estrategias didácticas de trabajo por proyectos, aprendizaje basado en problemas, empleo de mapas, simulación de actividades profesionales, pasantías, etc. Para ello, se debe tener claridad en las competencias a formar, con sustento en una evaluación continua de logros.

La planificación de un Proyecto Docente para una asignatura por competencias, implica orientar todo el proceso de aprendizaje, docencia y evaluación hacia la formación de competencias, acorde con un determinado perfil de la carrera, buscando que los estudiantes aprendan en la asignatura a realizar actividades, analizar y resolver problemas del contexto profesional o disciplinar mediante el aprendizaje de los diversos saberes; lo que significa que se debe considerar los siguientes aspectos: definir con claridad la competencia a formar; orientar el proceso didáctico con base en actividades y problemas; evaluar los aprendizajes de forma continua con sustento en indicadores y niveles de logro; trabajar de manera relacionada los contenidos cognoscitivos, procedimentales y afectivo motivacionales; llevar un registro y sistematización de las pruebas de aprendizaje mediante un portafolio; desarrollar la metacognición; y, planear clases participativas con base en el análisis de problemas.

Los fundamentos teóricos para el desarrollo de competencias expresados por Tejada y Tobón (2006), se utilizó en la planificación de las sesiones de aprendizaje en lo referente a la secuencia y contenidos temáticos, así como en los indicadores utilizados el proceso de evaluación.

2.2.8 Constructivismo y formación por competencias

Según refiere Dugua et al (2016), desde el siglo pasado, el constructivismo como teoría pedagógica, con sus diversas orientaciones como la de Jean Piaget, quien propuso la teoría psicogenética del desarrollo de la inteligencia; la sociocultural de Lev Vigotsky que integra los

aspectos psicológicos y socioculturales; y el aprendizaje significativo propuesto por David Ausubel, que ahora, más que antes, es ampliamente aceptada en los modelos educativos; determinaron el cambio de paradigma en la educación.

En esta concepción integrando en el constructivismo los aspectos genéticos del desarrollo intelectual del individuo y del procesamiento de la información; el socio constructivismo considera el aprendizaje como un proceso de socialización y en el aprendizaje significativo el individuo es el que asume el rol constructor del conocimiento al establecer una relación estrecha entre el sujeto conocedor, el objeto conocible y el producto de esta interacción.

Tobón (2008), al referirse a las competencias, sostiene que es un enfoque para la educación y no un modelo pedagógico, porque solo se focaliza en determinados aspectos conceptuales y metodológicos de la educación y del talento humano como por ejemplo la integración de saberes (saber conocer, saber hacer, saber ser y saber convivir); la construcción de los programas de formación según un conjunto de requerimientos (disciplinarios, investigativos, laborales, profesionales, sociales y ambientales); orientación educativa en base a criterios de calidad en todos los procesos; énfasis en la metacognición y evaluación de las competencias; y, el empleo de estrategias e instrumentos de evaluación de las competencias integrando lo cualitativo con lo cuantitativo. En este contexto, considera que el enfoque por competencias puede desarrollarse desde cualquier modelo pedagógico particular o también desde una integración de varios de ellos.

El diseño de módulos se caracteriza porque en todas las áreas, se fundamenta en el contexto profesional, científico, social y disciplinar, y a partir de ello, se determinan problemas significativos que orientan la formación de los estudiantes integrando actividades teóricas con aplicaciones prácticas para facilitar el desarrollo de las competencias.

2.2.9 Evaluación del aprendizaje por competencias

La educación ha experimentado cambios significativos en las últimas décadas, lo que ha permitido evolucionar hacia modelos educativos centrados en el aprendizaje y el cambio de roles tanto de los docentes como de los estudiantes. En este entorno, *“... la evaluación de los aprendizajes también ha cambiado, pasando a ser un proceso constante de observación, valoración y registro de la información que evidencie el logro de los objetivos de aprendizaje de los estudiantes, en los que se tengan que detectar dificultades del aprendiz para realizar una oportuna y adecuada retroalimentación con la finalidad de mejorar la calidad del proceso educativo”*. (Dugua et al 2016 p. 9)

Para evaluar competencias, existen diversos instrumentos; de los cuales los más utilizados son:

1) Rúbricas

Según Díaz-Barriga y Hernández (2002, p. 390-392) al hacer referencia a Airiasian (2001), expresan que las rúbricas son guías de puntaje que describen el grado en el cual un aprendiz realiza un

proceso u obtiene un producto. Algunas características importantes de las rúbricas como instrumentos de evaluación son:

- Se basan en criterios de desempeño claros y coherentes.
- Se utilizan para evaluar productos y procesos.
- Describen lo que será aprendido; más no como se enseña.
- Son descriptivos
- Permite a los estudiantes supervisar y criticar su trabajo.
- Coadyuvan a eliminar la subjetividad en la evaluación.

Un aspecto importante para el uso y diseño de las rúbricas consiste en definir los niveles de ejecución. Para establecer los niveles de desempeño apropiados es necesario que los criterios se encuentren claramente establecidos, y a partir de ellos, se estructuren los desempeños graduales en que puedan manifestarse, desde un nivel inferior en que no sea posible cumplir hasta un nivel superior en que se satisfagan adecuadamente.

Para elaborar y utilizar este instrumento, Díaz Barriga y Hernández (2002), toman las recomendaciones de Airiasian (2001), considerando los siguientes aspectos:

- a) Seleccionar un proceso o producto a enseñar.
- b) Identificar los criterios de desempeño para el proceso o el producto. Los siguientes son algunos criterios a considerar para evaluar las respuestas:
 - Respuestas completas y adecuadas.

- Respuestas apoyadas con información de otras lecturas.
 - Respuestas que incluyen citas directas.
 - Respuestas que contienen enunciados variados y detallados.
 - Ortografía, mayúsculas y puntuación apropiadas.
- c)** Decidir el número de niveles de clasificación para la rúbrica, usualmente de tres a cinco.
- d)** Formular la descripción de los criterios de ejecución en el nivel superior: Excelente (3): Respuestas que son muy completas y adecuadas. La mayoría de las respuestas están apoyadas con información específica de las lecturas e incluyen citas directas. La estructura de los enunciados es variada y detallada. Los aspectos mecánicos de la escritura son apropiados, incluyendo la ortografía, el uso de mayúsculas y la puntuación.
- e)** Formular la descripción de los criterios de ejecución en los niveles restantes:
- Bueno (2): las respuestas son regularmente completas y adecuadas. Dichas respuestas están apoyadas con información específica de las lecturas. La estructura de los enunciados es variada. Los aspectos mecánicos de la escritura son generalmente correctos, incluyendo ortografía, uso de mayúsculas y puntuaciones.
 - Necesita mejorar (1): Las respuestas son de parcial a completamente adecuadas. Estas respuestas requieren estar

apoyadas con más información específica de la lectura. La estructura de los enunciados es variada. Los aspectos mecánicos de la escritura precisan de mejoras en lo que respecta a la ortografía, el uso de mayúsculas y la puntuación apropiada.

- Pobre (0): las respuestas son inadecuadas o apenas esbozadas. La estructura de los enunciados con frecuencia es incompleta. Los aspectos mecánicos de la escritura requieren de una mejora significativa.

f) Comparar la ejecución de cada alumno con los cuatro niveles de ejecución.

g) Seleccionar el nivel de ejecución que describe mejor el desempeño de cada estudiante.

h) Asignar a cada alumno un nivel de ejecución.

2) Lista de cotejo

Es un instrumento que se elabora en base a criterios o indicadores previamente establecidos que guían la observación a realizar. Consta de dos partes fundamentales: la primera detalla las conductas o criterios que se van a registrar durante la observación; la otra parte considera las distintas categorías en las cuales cada uno de los criterios va a ser evaluado. La escala que se utiliza para la observación puede ser numérica o categórica. (Dugua et al 2016).

En cuanto a la utilidad de la lista de cotejo, se puede utilizar tanto para evaluar desempeños actitudinales, como aspectos

procedimentales, teniendo en consideración que necesariamente el estudiante debe conocer los criterios que serán considerados en la evaluación, al igual que en el caso de las rúbricas.

Dugua et al (2016), recomienda que, al elaborar una lista de cotejo, como mínimo, se tenga en consideración los siguientes criterios:

- a) Cada aspecto debe ser presentado de manera inequívoca para que tanto el evaluado como el evaluador comprendan qué es lo que se espera.
- b) Los aspectos a evaluar deben estar relacionados con las partes importantes de la destreza y no sobre situaciones obvias que son de dominio de los evaluados; sino que se debe focalizar sobre lo que le da un valor agregado a la tarea.
- c) La secuencia de evaluación debe ser la misma que la que se requiere para completar la tarea.

3) Portafolio

Es un instrumento de evaluación complejo que permite la compilación de todos los trabajos realizados por los estudiantes durante todo el período de desarrollo de una asignatura. La finalidad de este instrumento es permitir que tanto el estudiante como el docente dispongan de evidencias de evolución del trabajo ejecutado. En el caso particular de los estudiantes, le permite una autoevaluación de su trabajo, buscando siempre una mejora

constante. Al docente le sirve como verificador de la evolución de los estudiantes (Dugua et al 2016).

Para Tobón (2007), el uso del portafolio como instrumento de valoración del proceso de formación de competencias y de los logros obtenidos, es de importancia para el desarrollo de competencias del estudiante por lo siguiente:

- a) Les da a conocer acerca del proceso de formación de competencias, de tal manera que pueden introducir cambios para potenciar dicho proceso.
- b) Facilita la construcción y afianzamiento de la capacidad de autocrítica, reconocimiento de dificultades y errores.
- c) Permite comprender el desarrollo y fortalecimiento de los aspectos cognitivos, valorativos, actitudinales y procedimentales.
- d) Brinda información sobre el uso y aplicación de las estrategias de aprendizaje.
- e) Pueden mostrar variadas evidencias en el desarrollo de competencias.
- f) Es un medio para que los estudiantes puedan planificar, monitorear y valorar su aprendizaje.
- g) Promueve el aprendizaje autónomo.
- h) Se adapta al ritmo de aprendizaje y trabajo particular.
- i) Posibilita y fortalece la autoestima al evidenciar logros.

Los aspectos teóricos referidos por Dugua (2016) fueron considerados en la elaboración de los instrumentos de recolección de datos de los aspectos cognitivos, procedimentales y actitudinales, los mismos que fueron revisados y mejorados en base a las sugerencias de Garduño (2018).

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Enseñanza modular:** método de enseñanza considerada como la más adecuada para lograr competencias específicas, integrado por conocimientos, destrezas y actitudes, mediante una apropiada organización y desarrollo de contenidos temáticos.
- **Competencia.** Actuación integral para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto, aplicando de manera articulada diferentes saberes (conocer, hacer y ser) con responsabilidad, idoneidad y ética.
- **Resolución de problemas.** Competencia fundamental que permite no solo resolver un problema puntual, sino también crear, adquirir y transferir nuevos conocimientos a partir de comprender los problemas de forma nueva y distinta, integrando un conjunto de capacidades.
- **Genética mendeliana:** estudio de la herencia de caracteres en los que se observa segregación según las leyes de la herencia de Mendel.
- **Módulo educativo:** material educativo organizado sistemáticamente y orientados al apoyo de un determinado objetivo referido a una unidad didáctica, área de contenido o tema.

- **Organización modular:** estructura coordinada y ordenada de un módulo educativo referido a un tema específico, con la finalidad de lograr un objetivo concreto.
- **Contenido modular:** temática considerada en los módulos educativos, integrada por aspectos cognitivos, habilidades, destrezas y actitudes.
- **Evaluación:** proceso pedagógico continuo y flexible que forma parte del proceso enseñanza-aprendizaje que consiste en la valoración de la actividad educativa.
- **Cognitivo:** se refiere a aspectos relacionados con el conocimiento teórico de conceptos, leyes, fundamentos, teorías, etc.
- **Procedimental:** aspectos referidos a diversos quehaceres prácticos en los que se demuestra habilidades y destrezas.
- **Actitud:** aspectos aprendidos y expresados de manera adecuada o no en relación a actitudes, conductas y desempeños éticos y valorativos que tiene una persona, respecto a un objeto, situación, u otra persona.

2.4 SISTEMA DE HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis general

Ho La enseñanza modular no tiene efecto en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018.

Ha La enseñanza modular tiene efecto favorable en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018.

2.4.2 Hipótesis específicas

Ho La aplicación de la enseñanza modular no produce resultados favorables en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

Ha La aplicación de la enseñanza modular produce resultados favorables en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

Ho La enseñanza modular no tiene efecto favorable en el desarrollo de la dimensión cognitiva de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

Ha La enseñanza modular tiene efecto favorable en el desarrollo de la dimensión cognitiva de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

Ho La enseñanza modular no influye en el desarrollo de la dimensión procedimental de la competencia resolución de

problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

Ha La enseñanza modular influye significativamente en el desarrollo de la dimensión procedimental de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

Ho La enseñanza modular no tiene efecto favorable en el desarrollo de la dimensión actitudinal de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

Ha La enseñanza modular tiene efecto favorable en el desarrollo de la dimensión actitudinal de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.

2.5 SISTEMA DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
V.I Enseñanza Modular	Modalidad de enseñanza considerada como la más adecuada para la formación de una competencia que integra conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes.	Método de enseñanza participativa, mediante módulos educativos, organizados de manera secuencial, integrado por saberes cognoscitivos, procedimentales y actitudinales
V.D Competencia resolución de problemas de genética mendeliana	Competencia fundamental que permite no solo resolver un problema puntual, sino también crear, adquirir y transferir nuevos conocimientos a partir de comprender los problemas de forma nueva y distinta.	Competencia que permite al estudiante resolver mediante procedimientos adecuados, diversos problemas a partir de un dominio cognoscitivo de la genética mendeliana, con una actitud crítica, analítica y valorativa del proceso de hibridación

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
VARIABLE INDEPENDIENTE (X): ENSEÑANZA MODULAR	Organización	Coherencia temática
		Sucesión lógica de temas
		Integra conocimientos, procedimientos y actitudes
	Contenidos	Redacción comprensible
		Ejemplos pertinentes al tema
		Ejercicios reforzadores de capacidades
	Evaluación	Imparcial
		Diversificada
		Vinculada a la temática
VARIABLE DEPENDIENTE (Y): COMPETENCIA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE GENÉTICA MENDELIANA	Cognoscitiva	Comprende el significado de términos genéticos
		Identifica dominancia de caracteres
		Interpreta proporciones de segregación fenotípica y genotípica
		Indica métodos de resolución de problemas genéticos
	Procedimental	Aplica la recombinación para determinar segregación en gametos
		Realiza las etapas del proceso de hibridación
		Analiza poblaciones segregantes para determinar genotipo de progenitores en cruzamientos monohíbridos
		Resuelve problemas de cruzamientos dihíbridos
		Resuelve problemas de cruzamientos de prueba en dihíbridos
		Resuelve problemas de cruza polihíbridas
	Actitudinal	Valora la recombinación génica para su uso en el mejoramiento vegetal
		Demuestra interés por aprender
		Demuestra responsabilidad académica
		Realiza trabajo colaborativo en equipo

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo, enfoque y nivel de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Es una investigación de tipo aplicada porque, en base a la información obtenida como consecuencia de la solución de un problema inmediato, tiene propósitos de aplicación y utilidad práctica de manera directa, (Polit y Hungler, 2000). Es decir, que se ha investigado para aplicar y producir cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje, utilizando la influencia de la enseñanza modular para el desarrollo de una competencia que es la resolución de problemas.

3.1.2 Enfoque de la investigación

Es de enfoque cuantitativo, porque mide y analiza los datos estadísticamente mediante una prueba de hipótesis, a fin de establecer una relación causa-efecto, mediante un proceso deductivo y secuencial de una realidad objetiva (Hernández, Fernández y Baptista 2010 p:4).

3.1.3 Nivel de investigación

De acuerdo con los criterios considerados por Pineda et al (1994), la investigación propuesta corresponde a un nivel explicativo que se trata de determinar relación causa efecto entre la variable independiente (enseñanza modular) y la dependiente (desarrollo de la competencia resolución de problemas. Según el tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, es prospectiva. Según el período o secuencia del estudio, es longitudinal porque se realizará en un período de tiempo en el que se desarrollarán las sesiones de aprendizaje durante el semestre

académico que corresponde al desarrollo de una unidad de la asignatura. Por su amplitud, microeducativa porque la investigación no compromete a todo el sistema universitario, sino a una pequeña parte que es la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica y a su vez dentro de ella, a los estudiantes que cursaron la asignatura de Genética.

3.1.4 Diseño de la investigación

Según Hernández et al (2010), por el tratamiento que se va a realizar en la investigación y las características de ésta, corresponde a un diseño experimental en su variante cuasi experimental, con dos grupos equivalentes (experimental y control), con pretest y posttest. Este tipo de investigación manipula una o más variables independientes que en el presente caso es la enseñanza modular para ver el efecto en la variable dependiente constituido por el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana. Presenta el siguiente esquema:

Grupo	Pretest	Tratamiento	Posttest
GE	O ₁	X ₁	O ₂
GC	O ₁	- - -	O ₂

Donde:

GE = Grupo Experimental con suministró del tratamiento.

GC = Grupo Control sin suministró del tratamiento

O₁ = Pretest previo al suministro del tratamiento

O₂ = Posttest después del suministro del tratamiento

X₁ = Aplicación del tratamiento (enseñanza modular)

- - - = No se aplica ninguna técnica porque corresponde al GC

3.2 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

La población-muestra, estuvo constituida por 62 alumnos del segundo año de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica, matriculados en el curso de Genética en el año 2018.

No fue posible obtener una muestra aleatoria de la población, sino que fue una muestra no probabilística de tipo intencionado constituido por 23 estudiantes del grupo experimental a cargo del investigador que realizó el desarrollo modular de la asignatura y 23 estudiantes del grupo control a cargo de otro docente que, de manera expositiva, desarrolló la misma asignatura y con igual contenido. La conformación de la población-muestra se especifica en la tabla 1.

Tabla 1. Conformación de la población-muestra

GRUPO	SECCIÓN	POBLACIÓN	MUESTRA
Experimental	1	28	23
Control	2	34	23

Fuente: Unidad de Procesos Académicos, UNHEVAL

Los criterios de inclusión considerados para determinar los grupos fue que deberían ser alumnos matriculados en el curso de genética en el semestre 2018-I donde cada estudiante tuvo la oportunidad de definir su inscripción en una u otra sección, sin saber que sería sometido a evaluación, por lo que tenía la misma oportunidad de integrar uno u otro grupo. Se consideró como criterios de exclusión el retiro de la asignatura o no rendir el pretest o postest.

Se considera como Unidad de Análisis a cada uno de los veintitrés estudiantes conformantes de los grupos control y experimental.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos que se utilizaron en la investigación, se detallan a continuación, según los diversos momentos en que estos se suministraron y los indicadores establecidos, los mismos que son:

- 4.3.1** Para el pretest se utilizó la técnica de la encuesta mediante el instrumento cuestionario que consistió en una prueba escrita estandarizada, considerando los indicadores establecidos para el aspecto cognoscitivo y procedimental. La calificación cuantitativa se realizó según la escala establecida por la UNHEVAL.
- 4.3.2** Los indicadores procedimentales sobre resolución de problemas de genética mendeliana, y de cruzamientos, se evaluaron mediante la técnica de observación, utilizando como instrumento la lista de cotejo.
- 4.3.3** Los indicadores actitudinales se evaluaron mediante la técnica de la observación, utilizando como instrumento la lista de cotejo.
- 4.3.4** El postest se evaluó tanto al grupo control como al grupo experimental luego de que éste recibió el programa de capacitación a través del módulo, de tal manera que permitió evaluar el logro de competencias necesarias para la resolución de problemas. La evaluación se realizó utilizando las mismas técnicas e instrumentos utilizados en el pretest, con los indicadores establecidos para el aspecto cognoscitivo, procedimental y actitudinal. La calificación cuantitativa se realizó según la escala de la UNHEVAL.

3.4 TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de los datos obtenidos y lograr con ello los objetivos planteados en la presente investigación; por el hecho de que las variables son dicotómicas cuantitativas, se utilizó la prueba t de muestras relacionadas, para determinar la efectividad de la enseñanza modular en relación a la enseñanza expositiva en la resolución de problemas de genética mendeliana. Para ello, se realizaron mediciones mediante pretest y postest a las unidades de análisis, tanto en el grupo experimental (enseñanza modular) como en el grupo control (enseñanza expositiva), aplicando el software SPSS versión 24.0

La prueba t de Student es una prueba paramétrica que tiene un mayor poder estadístico para las muestras relacionadas, que las no apareadas, porque reduce los efectos de confusión en un estudio observacional; se utiliza cuando la población en estudio sigue una distribución normal y el tamaño de las muestras son pequeñas. La función de esta prueba es comparar dos mediciones de puntuaciones y determinar que la diferencia entre las medias de dos variables sea estadísticamente significativa (Daniel 2013).

Las observaciones relacionadas pueden obtenerse de varias formas; uno de ellos es que los mismos individuos se registren antes y después de recibir algún tratamiento. En cualquier caso, es necesario que las muestras sean del mismo tamaño. Las hipótesis que pueden probarse son unilaterales o bilaterales.

El estadístico de contraste es:

$$t = \frac{\bar{d} - \mu d}{S_d \sqrt{n}}$$

Donde: $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{n}$ (diferencia de promedios de la media muestral)

$$S_d = \sqrt{\frac{n \sum d_i^2 - (\sum d_i)^2}{n(n-1)}} \text{ (desviación típica de la diferencia)}$$

De acuerdo a las variables en estudio, el tipo de diseño y los grupos en evaluación (experimental y control), el análisis de las variables cualitativas, se realizó mediante la prueba de Wilcoxon a nivel del 95% de confiabilidad, utilizando para ello el software SPSS versión 24. La interpretación de los datos obtenidos en los indicadores cualitativos se realizó mediante la estadística descriptiva con frecuencias y porcentajes.

El elemento lógico está conformado por la categorización de los valores cuantitativos de las evaluaciones para valorar el rendimiento académico, considerando la siguiente escala vigente en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán: Excelente: 19 y 20; Sobresaliente 17 y 18; Bueno, 14 a 16; Regular 11 a 13; Malo 6 a 10; y Deficiente de 0 a 5.

Para el caso de las valoraciones procedimentales y actitudinales, se utilizó una escala de Likert, validada por los expertos. Según la cantidad de indicadores se estableció los niveles correspondientes, según la Tabla 3.

Realizado el pretest y postest, cada uno de los instrumentos de cada participante, fueron analizados individualmente y anotados los resultados en las fichas de procesamiento de datos que corresponde a las listas de cotejo que se presentan en el anexo. Luego, mediante la prueba de

Wilcoxon, los valores obtenidos por cada participante del grupo control, se contrastaron con lo obtenido por los integrantes del grupo experimental.

Las representaciones gráficas se realizaron en base al porcentaje de estudiantes que obtuvieron la misma cantidad de aciertos, por lo que pertenecían al mismo nivel de logro de la competencia, tal como se especifica en la Tabla 2.

Tabla 2. Escala de Likert para valoración, clasificación del nivel de logro y procesamiento de indicadores de las dimensiones procedimentales y actitudinales

Nivel de logro	Número de aciertos considerados por nivel de logro, según cantidad de indicadores			
	8 Indicadores	7 Indicadores	6 Indicadores	5 Indicadores
Deficiente	0	0	0 – 1	0
Inicio	1	1 – 2	2	1
Regular	2 – 3	3 – 4	3	2
Bueno	4 – 5	5	4	3
Destacado	6 – 7	6	5	4
Competente	8	7	6	5

Fuente: indicadores

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

La información que se presenta en este capítulo corresponde al procesamiento de 8 579 datos obtenidos de evaluar el efecto producido por la enseñanza modular en las dimensiones de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana; además de la apreciación de los estudiantes del grupo experimental, con el método utilizado.

Para la dimensión cognitiva se consideró 7 indicadores con 21 criterios referidos al dominio de terminología genética específica sobre hibridación, cruzamientos, recombinación, segregación, dominancia de caracteres, proporciones de segregación fenotípica y genotípica y métodos de resolución de problemas.

En la dimensión procedimental se consideró 5 indicadores con 44 criterios referido al proceso de esquematización de la recombinación génica y los otros a problemas de herencia monohíbrida, dihíbrida, polihíbrida y determinación de genotipos de progenitores.

En la dimensión actitudinal se consideró 4 indicadores con 24 criterios, referidos a la valoración de la recombinación génica como fuente de variabilidad, responsabilidad académica del estudiante, su interés por aprender y al trabajo colaborativo en equipo.

Respecto a la opinión de los estudiantes del grupo experimental, se consideró 3 indicadores con 17 criterios, referidos a organización, contenido y evaluación considerados en el método modular.

4.1 DIMENSIÓN COGNITIVA

Tabla 3. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia cognoscitiva en relación a recombinación, hibridación, dominancia de caracteres, cruzamientos y métodos de resolución de problemas

Estudian-tes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	6.0	6.0	11.0	18.0
2	3.0	5.0	3.0	18.0
3	6.0	1.0	11.0	10.0
4	2.0	2.0	2.0	16.0
5	3.0	4.0	3.0	14.0
6	5.0	1.0	5.0	9.0
7	5.0	2.0	6.0	11.0
8	1.0	5.0	4.0	13.0
9	3.0	0.0	6.0	10.0
10	0.0	7.0	2.0	19.0
11	1.0	3.0	3.0	16.0
12	2.0	3.0	2.0	19.0
13	4.0	2.0	7.0	10.0
14	5.0	6.0	6.0	13.0
15	6.0	6.0	13.0	17.0
16	4.0	6.0	2.0	17.0
17	2.0	9.0	0.0	20.0
18	2.0	6.0	3.0	11.0
19	3.0	5.0	8.0	14.0
20	1.0	8.0	6.0	16.0
21	5.0	3.0	12.0	10.0
22	1.0	4.0	3.0	11.0
23	1.0	2.0	1.0	11.0
Σ	71.0	96.0	119.0	323.0
\bar{Y}	3.1	4.2	5.2	14.0

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 27 al 34)

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PretestGpoCtrl	3,087	23	1,8808	,3922
	PretestGpoExper	4,174	23	2,3866	,4976
Par 2	PostestGpoCtrl	5,174	23	3,6885	,7691
	PostestGpoExper	14,043	23	3,5353	,7372

Fuente: análisis estadístico de Student con SPSS

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					T	Gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación n estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PretestGC-PretestGE	-1,0870	3,3563	,6998	-2,5383	,3644	-1,553	22	,135
Par 2	PostestGC-PostestGEr	-8,8696	5,7785	1,2049	-11,3684	-6,3707	-7,361	22	,000

Fuente: análisis estadístico de Student con SPSS

Realizada la prueba de Student para muestras emparejadas, en el pretest se determinó que el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral obtenido (0,135), por lo que se acepta la H_0 planteada en el sentido de que no existe diferencia entre los calificativos obtenidos en el aspecto cognoscitivo por los estudiantes del grupo control y experimental, quienes obtuvieron una media de 3.08 y 4.17 respectivamente.

En el postest, el valor de α (0,05) es mayor que el valor de significación bilateral obtenido (0,000), por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 que establece diferencia significativa entre los calificativos obtenidos por los estudiantes del grupo control y experimental, cuyas medias fueron 5.17 y 14.04 respectivamente.

En el postest se determinó que, los estudiantes del grupo control, se ubican mayormente en el nivel deficiente (56.5 %), seguido por los niveles malo (26.1 %) y deficiente (17.4 %); en cambio, los estudiantes del grupo experimental se encuentran a partir del nivel malo, hasta el excelente. En los niveles bueno,

sobresaliente y excelente se ubica el 52.1 % de los estudiantes; aspectos que se visualiza gráficamente en la siguiente figura.

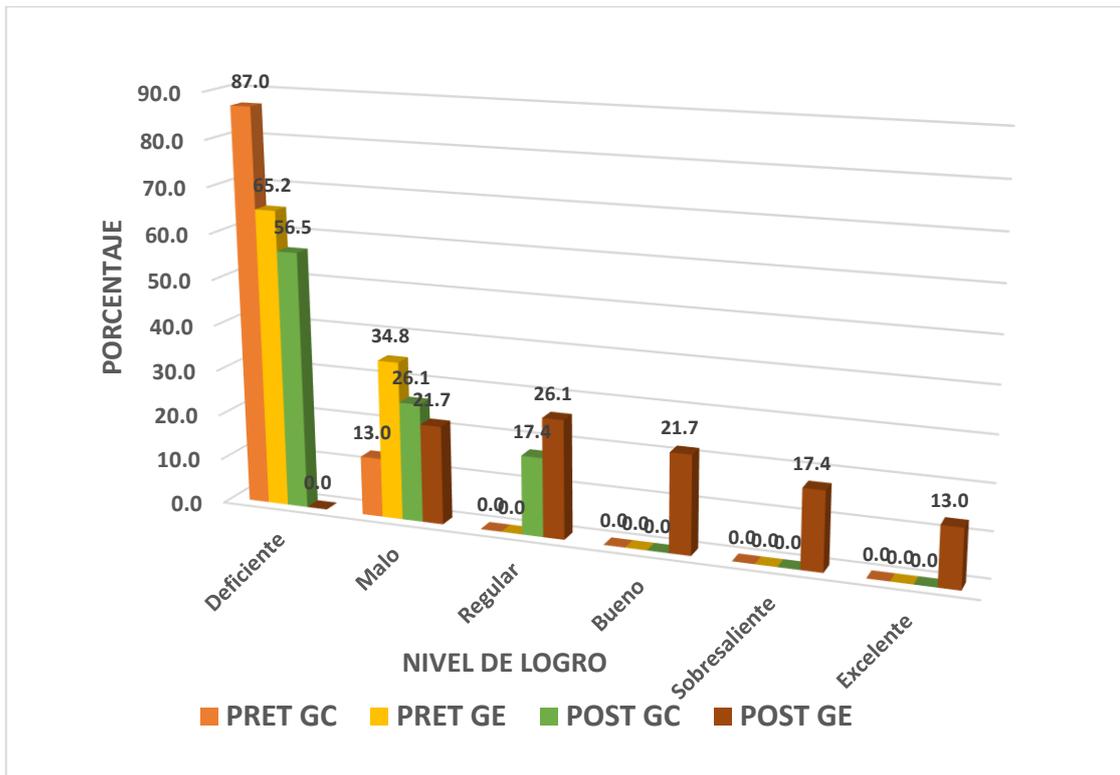


Figura 1. Nivel de logro en la dimensión cognitiva en las evaluaciones del pretest y postest de los grupos control y experimental

4.2 DIMENSIÓN PROCEDIMENTAL

4.2.1 Esquematización del proceso de recombinación génica

Tabla 4. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental de elaboración de esquemas del proceso de recombinación génica en la segregación de gametos

Estudiantes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	0	0	0	5
2	0	0	0	5
3	0	0	0	4
4	0	0	0	1
5	0	0	0	5
6	0	0	0	3
7	0	0	0	4
8	0	0	0	3
9	0	0	0	2
10	0	0	0	5
11	0	1	0	5
12	0	0	0	5
13	0	0	0	2
14	0	0	0	5
15	0	0	0	5
16	0	0	0	5
17	0	0	0	5
18	0	0	0	4
19	0	0	0	5
20	0	0	0	1
21	0	0	0	3
22	0	0	0	3
23	0	0	0	1
Σ	0	1	0	86
\bar{Y}	0.00	0.04	0.00	3.74

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 35 al 38)

Estadísticos de prueba ^a		
	PretestGE – PretestGC	PostestGE – PostestGC
Z	-1,000 ^b	-4,256 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,317	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: análisis estadístico de Wilcoxon con SPSS

En el pretest, el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral obtenido (0,317), motivo por el cual se acepta la H_0 planteada en el sentido de que no existe diferencia entre el desempeño de los grupos control y experimental. En cambio, en el postest, el valor de α (0,05) es mayor que el valor de significación bilateral obtenido (0,000), por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 que establece diferencia significativa entre la enseñanza expositiva y la enseñanza modular.

En el postest se determinó que, en el grupo control, todos los estudiantes se ubican en el nivel deficiente; en cambio, los estudiantes del grupo experimental se encuentran a partir del nivel inicio (, correspondiendo el mayor porcentaje (47.8 %) al nivel competente, seguido del nivel regular (26.1 %), bueno (17.4 %) y destacado (8.7 %), tal como se muestra en la siguiente figura.

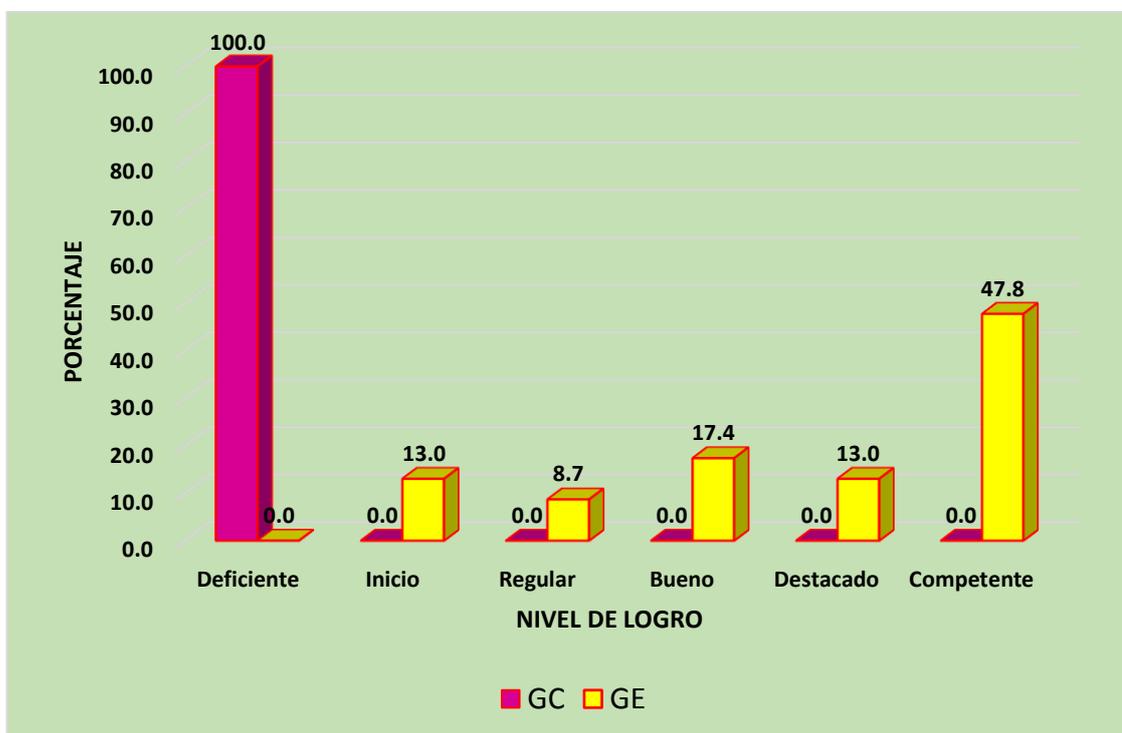


Figura 2. Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental de esquematización del proceso de recombinación génica y segregación de gametos

4.2.2 Proceso de hibridación

Tabla 5. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental en el proceso de hibridación

Estudiantes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	0	0	1	7
2	0	2	0	7
3	1	0	2	4
4	0	0	0	3
5	1	0	2	7
6	0	0	1	5
7	0	0	0	5
8	0	0	0	5
9	0	0	2	3
10	0	0	0	7
11	1	1	0	7
12	0	0	0	5
13	0	0	0	3
14	0	0	0	7
15	1	0	0	7
16	1	0	2	7
17	0	2	0	7
18	1	0	2	4
19	0	0	2	7
20	0	0	1	4
21	1	0	0	3
22	0	1	0	3
23	1	1	1	6
Σ	8	7	16	123
\bar{Y}	0.3	0.3	0.7	5.3

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 39 al 42)

Estadísticos de prueba ^a		
	PretestGE - PretestGC	PosttestGE - PosttestGC
Z	-,187 ^b	-4,225 ^c
Sig. asintótica (bilateral)	,851	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos positivos.		
c. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: análisis estadístico de Wilcoxon con SPSS

Al compara el pretest de los grupos control y experimental, se determinó que el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral obtenido (0,851), motivo por el cual se acepta la H_0 planteada en el sentido de que no existe diferencia en el desempeño de los grupos control y experimental para el indicador evaluado. En cambio, en el postest, el valor de α (0,05) es mayor que el valor de significación bilateral obtenido (0,000), por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 que establece diferencia significativa entre la enseñanza expositiva y la enseñanza modular en el aspecto procedimental del proceso de hibridación.

En el postest se determinó que, en el grupo control, la mayoría de estudiantes se ubican en el nivel deficiente (56.5 %) y en un nivel inicial el restante (43.5 %), no encontrando ningún estudiante en los niveles superiores. En cambio, la mayoría de estudiantes del grupo experimental se encuentran en el nivel competente (52.2 %) y en los niveles regular y bueno existen la misma cantidad de estudiantes (17.4 %) y en el nivel deficiente existe tan solo el 8.7 %, tal como se presenta en el siguiente gráfico.

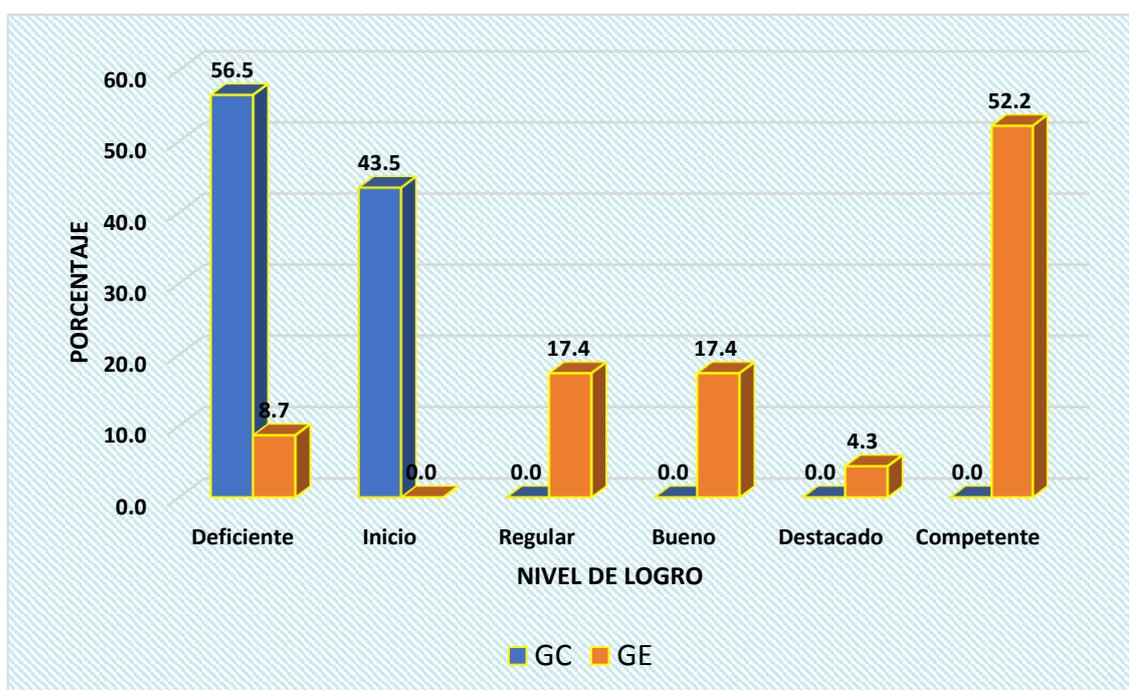


Figura 3. Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental del proceso de hibridación

4.2.3 Resolución de problemas de cruzas monohíbridas

Tabla 6. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental del proceso de resolución de problemas de determinación de genotipos de progenitores en cruzas monohíbridas

Estudiantes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	1	0	8	8
2	0	2	0	8
3	1	0	8	2
4	0	1	4	2
5	2	0	0	5
6	0	0	2	5
7	0	1	8	0
8	0	0	8	8
9	1	0	3	4
10	0	0	0	8
11	0	0	0	8
12	0	0	0	8
13	0	0	6	2
14	0	0	2	8
15	0	1	8	8
16	1	0	2	8
17	0	1	0	8
18	0	0	2	0
19	0	1	0	8
20	0	1	0	8
21	0	0	6	5
22	2	0	7	2
23	0	1	2	7
Σ	8	9	76	130
\bar{Y}	0.3	0.4	3.3	5.7

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 43 al 46)

Estadísticos de prueba ^a		
	PretestGE - PretestGC	PostestGE - PostestGC
Z	-,166 ^b	-2,070 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,868	,038
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: análisis estadístico de Wilcoxon con SPSS

Analizado el pretest, se determinó que el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral obtenido (0.868), motivo por el cual se acepta la H_0 planteada en el sentido de que no existe diferencia en el desempeño de los estudiantes pertenecientes a los grupos control y experimental.

Al analizar el postest, se estableció que el valor de α (0,05) es mayor que el valor de significación bilateral (0,038), por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 que establece diferencia significativa entre la enseñanza expositiva y la enseñanza modular para el caso de la resolución de problemas monohíbridos.

En el postest, los estudiantes del grupo control se encuentran en diferentes niveles y porcentajes, obteniendo el mayor porcentaje el nivel deficiente con 34.8 %, seguido por el nivel regular con 26.1 % y competente con 21.7 %. Los estudiantes del grupo experimental solo se ubican entre los cuatro niveles superiores, no encontrando ninguno en el nivel deficiente ni en inicio; de todos ellos, el mayor porcentaje (43.5 %) corresponde al nivel competente, seguido por el nivel regular con 34.8 %, tal como se grafica a continuación.

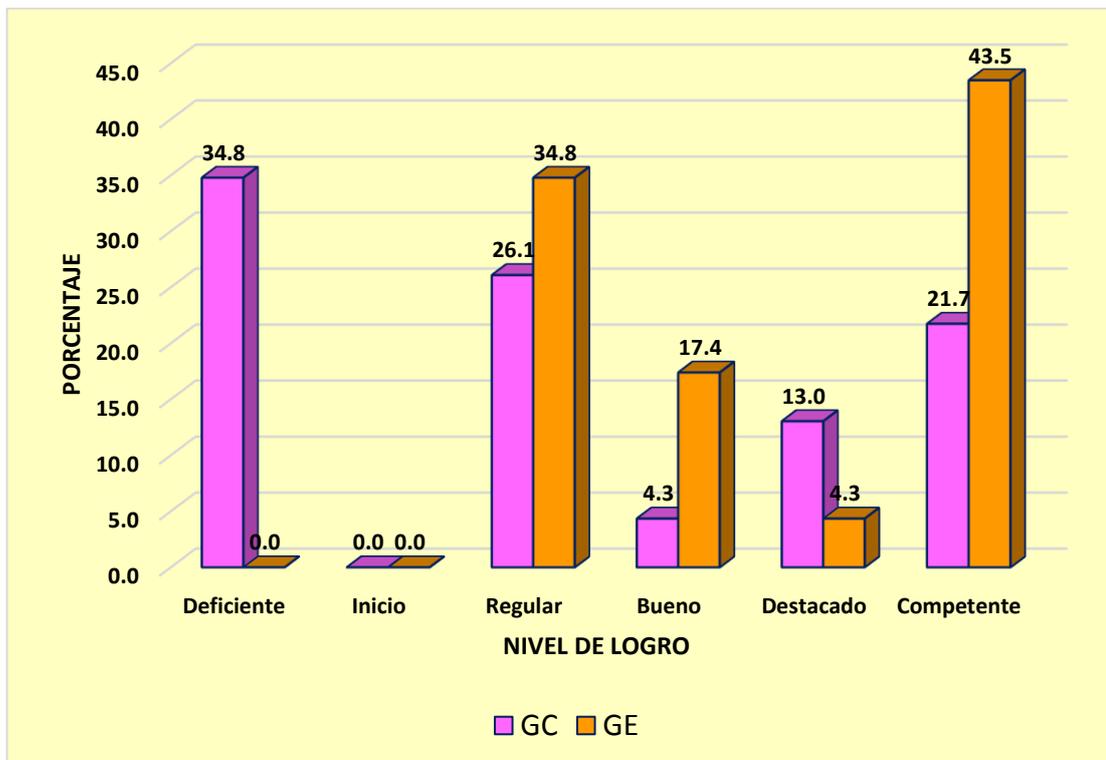


Figura 4. Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental de resolución de problemas de cruzamientos monohíbridos

4.2.4 Resolución de problemas de cruza dihíbridas

Tabla 7. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental del proceso de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos

Estudian-tes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	0	0	0	4
2	0	0	0	8
3	0	0	2	2
4	1	0	1	2
5	0	0	0	7
6	0	0	0	3
7	0	1	7	4
8	0	0	0	2
9	1	0	3	3
10	0	0	1	8
11	0	0	0	4
12	0	0	0	8
13	1	0	1	3
14	0	1	5	8
15	1	2	4	8
16	0	0	0	8
17	0	2	0	8
18	0	0	1	3
19	0	0	0	8
20	0	0	0	8
21	0	0	3	4
22	1	1	4	4
23	0	0	2	6
Σ	5	7	34	123
\bar{Y}	0.2	0.3	1.5	5.3

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 47 al 50)

Estadísticos de prueba ^a		
	PretestGE - PretestGC	PostestGE - PostestGC
Z	-,632 ^b	-3,676 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,527	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: análisis estadístico de Wilcoxon con SPSS

Al analizar los resultados del pretest, se halló que el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral (0.527), razón por la que se acepta

la Ho que sostiene que no existe diferencia entre ambos grupos en cuanto al desempeño procedimental para la resolución de problemas de determinación de genotipos en cruza dihíbridas.

En el postest, se estableció que el valor de α (0,05) es mayor que el valor de significación bilateral (0,000), por lo que se rechaza la Ho y se acepta la Hi que establece diferencia significativa en la resolución de problemas entre los estudiantes que recibieron enseñanza expositiva y los que recibieron enseñanza modular. La mayoría de estudiantes del grupo control se encuentran en el nivel deficiente con 47.8 %, seguido por los niveles inicio y regular con 17.4 % en cada uno de ellos, no encontrando ninguno en el nivel competente. Los estudiantes del grupo experimental se ubican a partir del nivel regular con 30.4 % hasta el nivel competente con 39.1 %, según la tendencia que se presenta seguidamente.

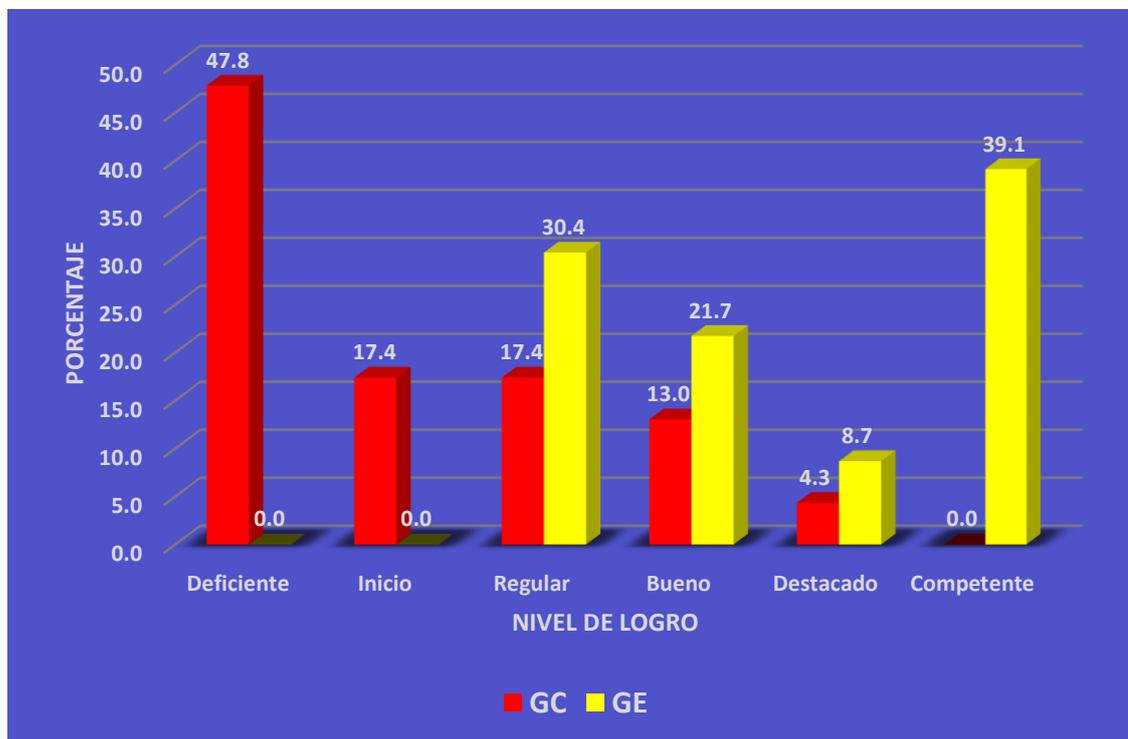


Figura 5. Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos

4.2.5 Resolución de problemas de cruzamientos de prueba

Tabla 8. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental del proceso de resolución de problemas de cruzamientos de prueba en cruza polihíbridas

Estudian-tes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	2	0	0	6
2	0	1	0	7
3	0	0	0	0
4	0	0	0	5
5	0	0	1	4
6	0	0	0	2
7	0	0	4	3
8	0	0	0	4
9	0	0	0	2
10	0	0	3	8
11	0	0	0	7
12	0	1	0	8
13	0	0	0	3
14	0	0	0	7
15	0	0	7	5
16	0	0	3	8
17	0	1	1	8
18	0	0	3	3
19	0	0	0	3
20	0	0	0	8
21	0	0	6	2
22	0	0	3	3
23	0	0	0	0
Σ	2	3	31	106
\bar{Y}	0.1	0.1	1.3	4.6

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 51 al 54)

Estadísticos de prueba ^a		
	PretestGE - PretestGC	PostestGE - PostestGC
Z	-,378 ^b	-3,328 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,705	,001
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: análisis estadístico de Wilcoxon con SPSS

Según el análisis de los resultados del pretest, se acepta la H_0 que sostiene que entre los grupos control y experimental no existe diferencia en cuanto al desempeño procedimental para la resolución de problemas sobre determinación de genotipos de progenitores, por cuanto el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral (0.705).

En el postest, se estableció que el valor de α (0,05) es mayor que el valor de significación bilateral (0,001), por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 que establece diferencia altamente significativa en el desempeño procedimental entre los estudiantes que recibieron enseñanza expositiva y los de enseñanza modular. El gran porcentaje (60.9 %) de estudiantes del grupo control se encuentran en el nivel deficiente seguido por el nivel regular con 17.4 %, no encontrando ninguno en el nivel competente. Los estudiantes del grupo experimental se ubican en casi todos los niveles, a excepción del inicio, registrando los mayores porcentajes en los niveles regular (30.4 %) y competente (21.7 %), tal como se grafica.

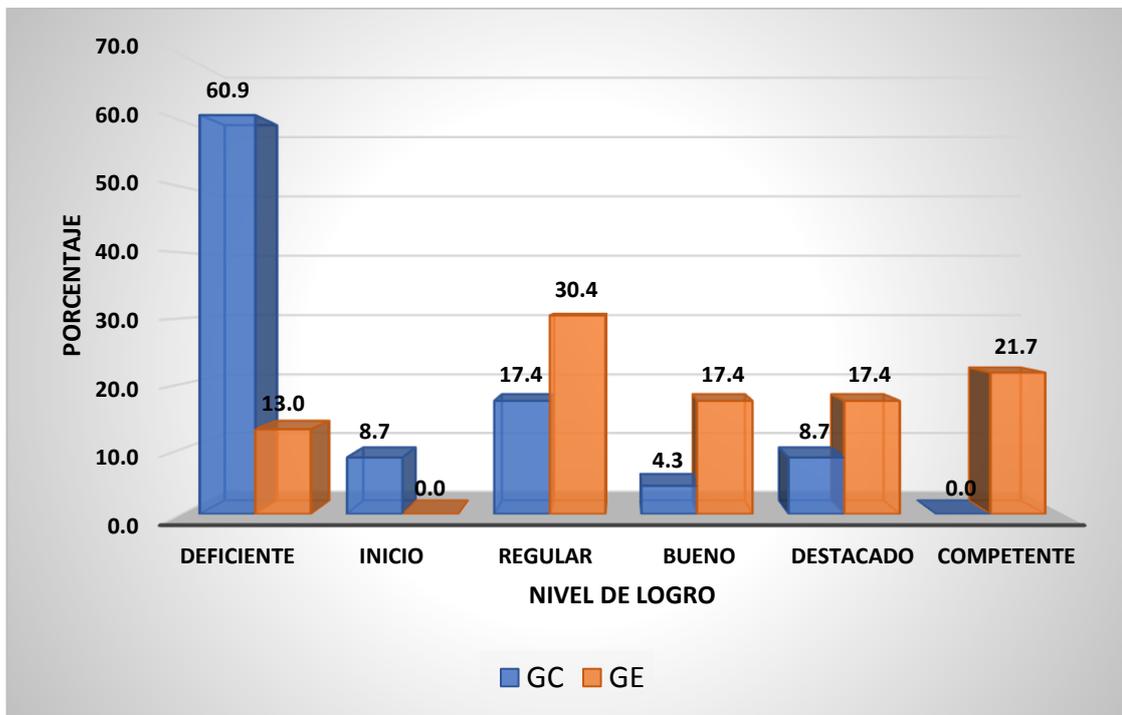


Figura 6. Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental de resolución de problemas de cruzamientos de prueba

4.2.6 Resolución de problemas de cruza polihíbrida

Tabla 9. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia procedimental del proceso de resolución de problemas de cruza polihíbrida

Estudiantes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	0	0	4	5
2	0	0	0	7
3	0	0	0	2
4	0	0	2	2
5	0	0	1	8
6	0	0	0	2
7	0	0	2	2
8	0	0	0	4
9	0	0	0	2
10	0	0	3	8
11	0	0	0	8
12	0	0	0	6
13	0	0	0	3
14	0	0	4	8
15	0	0	6	8
16	0	0	1	8
17	0	0	0	8
18	0	0	4	2
19	0	0	0	7
20	0	0	0	8
21	0	0	2	3
22	0	0	0	3
23	0	0	6	5
Σ	0	0	35	119
\bar{Y}	0.0	0.0	1.5	5.2

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 55 al 58)

Estadísticos de prueba ^a		
	PretestGE - PretestGC	PosttestGE - PosttestGC
Z	,000 ^b	-3,748 ^c
Sig. asintótica (bilateral)	1,000	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. La suma de rangos negativos es igual a la suma de rangos positivos.		
c. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: análisis estadístico de Wilcoxon con SPSS

Al analizar estadísticamente los resultados del pretest, se determinó que el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral (1.000), motivo por el cual se acepta la H_0 en el sentido de que no existe diferencia en el procedimiento realizado por los estudiantes de ambos grupos para la resolución de problemas de cruza polihíbridos.

En el postest, se estableció que el valor de α (0,05) es mayor que el valor de significación bilateral (0,000), por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 que establece diferencia altamente significativa en la resolución de problemas entre los estudiantes que participaron de la enseñanza expositiva y los de enseñanza modular. La mayoría de estudiantes del grupo control se encuentran en el nivel deficiente con 52.2 %, seguido por los niveles regular y bueno con 17.4 % y 13.0 %, respectivamente; no se encuentra ninguno en el nivel competente. Los estudiantes del grupo experimental se ubican a partir del nivel regular con 39.1 % hasta el nivel competente con 34.8 %, según lo expresado en el gráfico que se presenta.

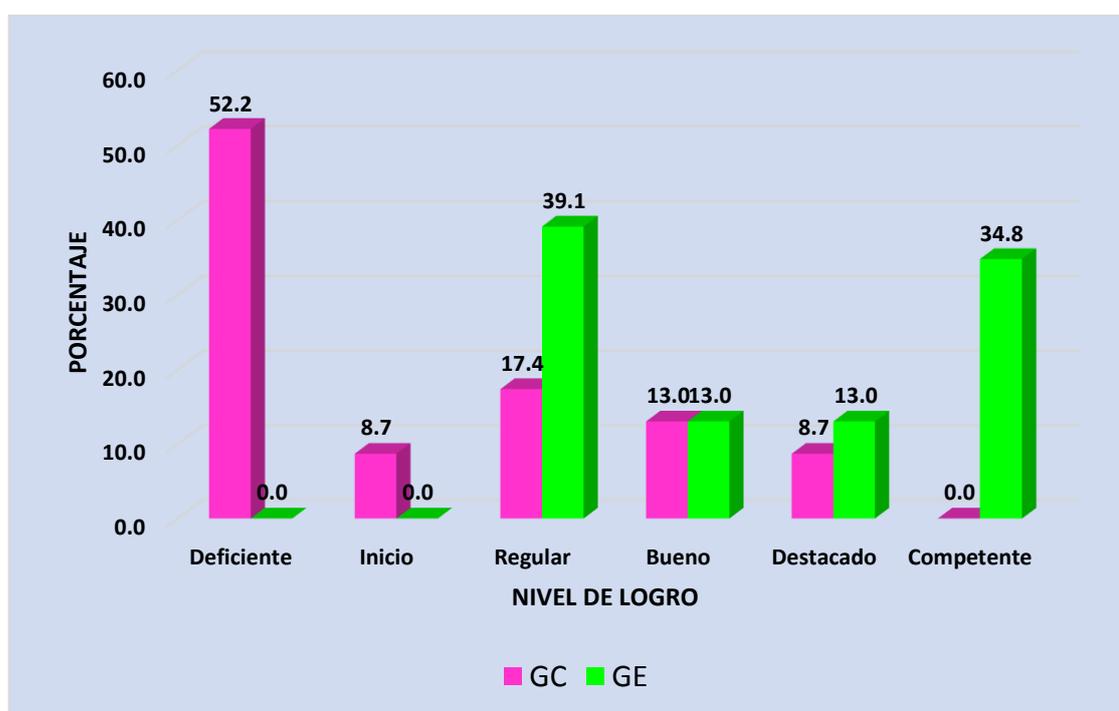


Figura 7. Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia procedimental de resolución de problemas de cruzamientos polihíbridos

4.3 DIMENSIÓN ACTITUDINAL

4.3.1 Valoración de la recombinación génica

Tabla 10. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia actitudinal de valoración de la recombinación génica

Estudian-tes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	4	4	4	5
2	4	5	4	5
3	5	4	5	4
4	4	2	3	4
5	2	4	6	5
6	4	4	1	4
7	5	2	5	4
8	4	5	3	4
9	3	0	3	4
10	3	2	5	5
11	5	2	5	6
12	1	5	1	5
13	5	0	3	4
14	4	2	4	3
15	5	3	5	4
16	4	4	3	6
17	4	5	3	5
18	1	2	2	4
19	3	4	6	5
20	5	5	4	5
21	3	3	5	3
22	5	4	3	5
23	4	5	3	4
Σ	87	76	86	103
\bar{Y}	3.8	3.3	3.7	4.5

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 59 al 62)

Estadísticos de prueba ^a		
	PretestGE - PretestGC	PosttestGE - PosttestGC
Z	-1,195 ^b	-2,059 ^c
Sig. asintótica (bilateral)	,232	,039
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos positivos.		
c. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: análisis estadístico de Wilcoxon con SPSS

Analizados los resultados del pretest, se determinó que el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral (0.232), por lo que se acepta la H_0 en el sentido de que no existe diferencia estadística por parte de los estudiantes de ambos grupos para la actitud valorativa de la recombinación genética, aun cuando el grupo control tuvo un mayor promedio (3.8), en comparación con el grupo experimental (3.3). Los mayores porcentajes (39.1 % y 30.4 %) corresponden al grupo control que valoró de manera destacada y buena, respectivamente al proceso de recombinación génica.

En el postest, el valor de α (0,05) es mayor que el valor de significación bilateral (0,039), por lo que se rechaza la H_0 y se acepta la H_1 que establece diferencia significativa en la actitud valorativa de la recombinación génica por parte de los estudiantes que recibieron enseñanza expositiva y los de enseñanza modular. El grupo experimental disminuyó su valoración deficiente, e incrementó una valoración competente, llegando al 8.7 % al igual que el grupo control. El grupo experimental incrementa significativamente su apreciación en el nivel bueno (43.5 %) y en el nivel destacado (39.1 %). En el gráfico se muestra el comportamiento de ambos grupos en el pretest y postest.

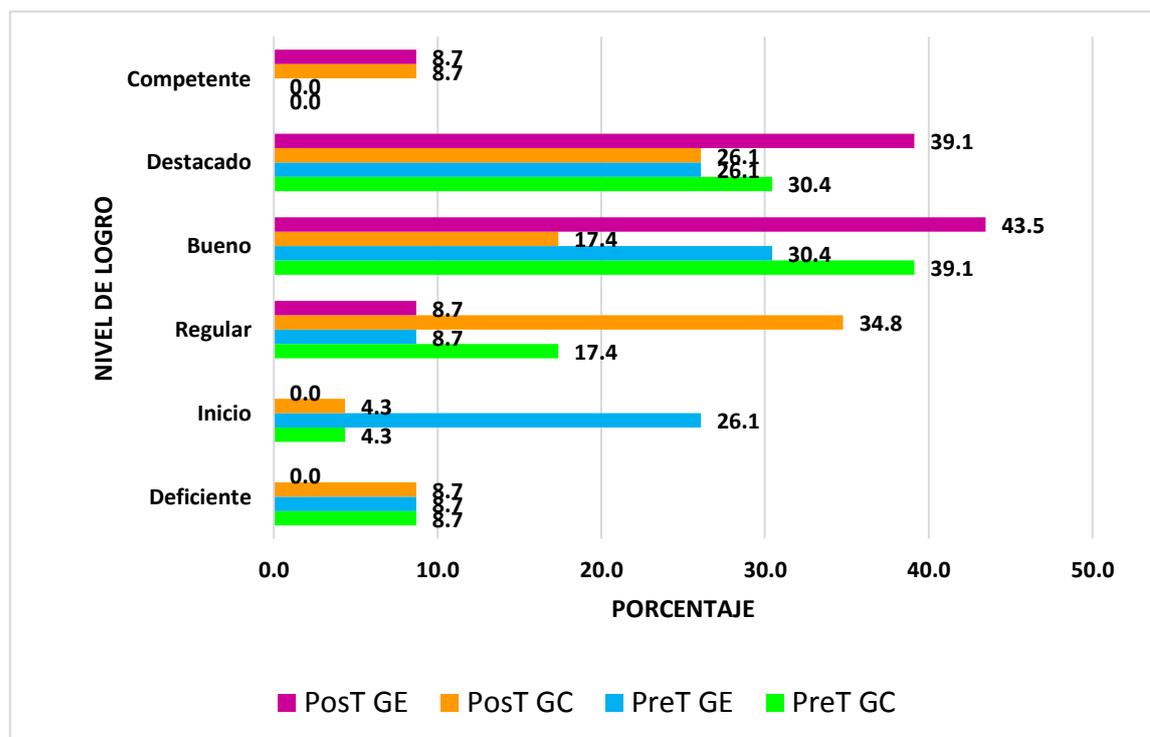


Figura 8. Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia actitudinal de valoración de la recombinación génica

4.3.2 Interés por aprender

Tabla 11. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia actitudinal de interés por aprender

Estudiantes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	2	5	2	5
2	5	6	6	6
3	6	4	6	4
4	3	6	4	6
5	1	6	2	6
6	2	0	3	0
7	6	0	6	4
8	1	6	2	6
9	1	2	2	2
10	1	5	1	5
11	1	5	2	5
12	0	6	1	6
13	5	2	6	2
14	4	5	5	5
15	6	6	6	6
16	3	6	4	6
17	0	6	1	6
18	5	0	5	4
19	5	2	5	2
20	4	5	5	5
21	6	2	6	2
22	5	5	5	5
23	5	1	5	2
Σ	77	91	90	100
\bar{Y}	3.3	4.0	3.9	4.3

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 63 al 66)

Estadísticos de prueba ^a		
	PretestGE – PretestGC	PosttestGE – PosttestGC
Z	-,785 ^b	-,882 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,432	,378
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: análisis estadístico de Wilcoxon con SPSS

Analizados los resultados del pretest y postest, se determinó en ambos casos que el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral

(0.432 y 0.378 respectivamente), por lo que se acepta la H_0 en el sentido de que no existe diferencia estadística por parte de los estudiantes de ambos grupos para la actitud de interés por aprender, aun cuando el grupo experimental en el pretest tuvo un mayor promedio (4.0), en comparación con el grupo control (3.3) y en el postest incrementó el promedio a 4.3 y el grupo control también incrementó a 3.9. El mayor porcentaje (30.4 %) corresponde al grupo experimental que mostró un interés deficiente.

En el postest, el grupo experimental disminuyó su valoración deficiente, e incrementó un interés hacia el nivel competente, llegando al 34.8 %. En el nivel destacado, ambos grupos, obtienen los mismos porcentajes (26.1 %) tanto en el pretest como en el postest. En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento y evolución de los estudiantes de ambos grupos.

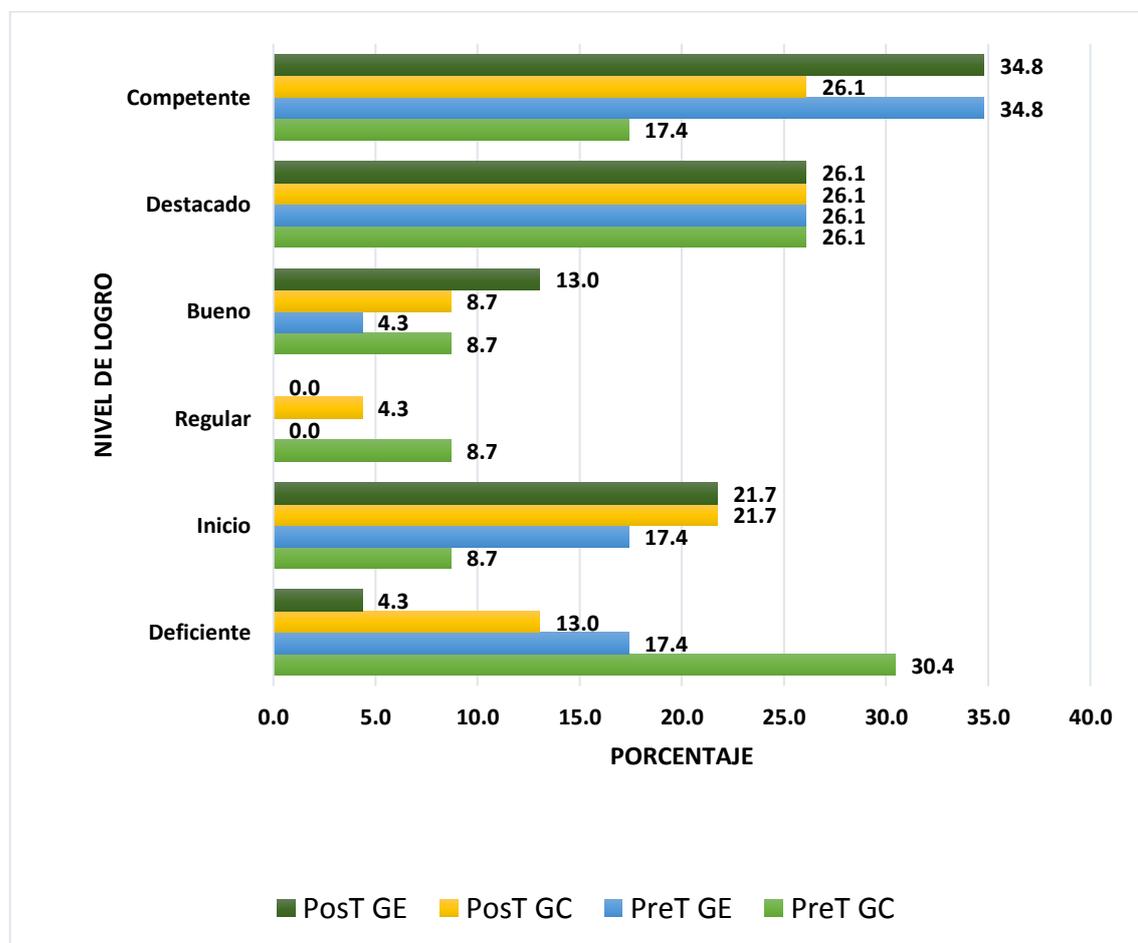


Figura 9. Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia actitudinal de interés por aprender

4.3.3 Responsabilidad académica

Tabla 12. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia actitudinal de responsabilidad académica

Estudian-tes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	3	4	3	5
2	3	6	3	6
3	6	5	6	5
4	4	0	4	1
5	3	5	3	6
6	4	5	4	5
7	5	3	6	3
8	5	6	5	6
9	6	1	6	1
10	3	6	4	6
11	3	6	4	6
12	5	6	6	6
13	4	1	4	2
14	3	5	4	6
15	6	6	6	6
16	6	6	6	6
17	1	6	3	6
18	4	1	4	1
19	5	3	5	3
20	6	3	6	4
21	6	3	6	3
22	4	5	4	4
23	2	3	2	3
Σ	97	95	104	100
\bar{Y}	4.2	4.1	4.5	4.3

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 67 al 70)

Estadísticos de prueba ^a		
	PretestGE – PretestGC	PosttestGE – PosttestGC
Z	-,246 ^b	-,428 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,806	,669
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos positivos.		

Fuente: análisis estadístico de Wilcoxon con SPSS

El análisis estadístico de los resultados del pretest y postest, determinaron para ambos momentos que, el valor de α (0,05) es menor que el valor de

significación bilateral 0.806 para el pretest y 0.669 para el postest , por lo que se acepta la Ho en el sentido de que no existe diferencia estadística por parte de los estudiantes de ambos grupos para la actitud de responsabilidad académica. En el pretest el grupo control superó ligeramente (4.2) al grupo experimental (4.1). En el postest el grupo control incrementó ligeramente el promedio a 4.5 superando así al grupo experimental que también incrementó a 4.3.

En el postest, el mayor porcentaje (43.5 %) corresponde al grupo experimental que mostró ser competente para la responsabilidad académica. En un nivel regular, ambos grupos presentan igual porcentaje (17.4), así como en el nivel inicial en el que ambos presentan un porcentaje bastante bajo (4.3 %).

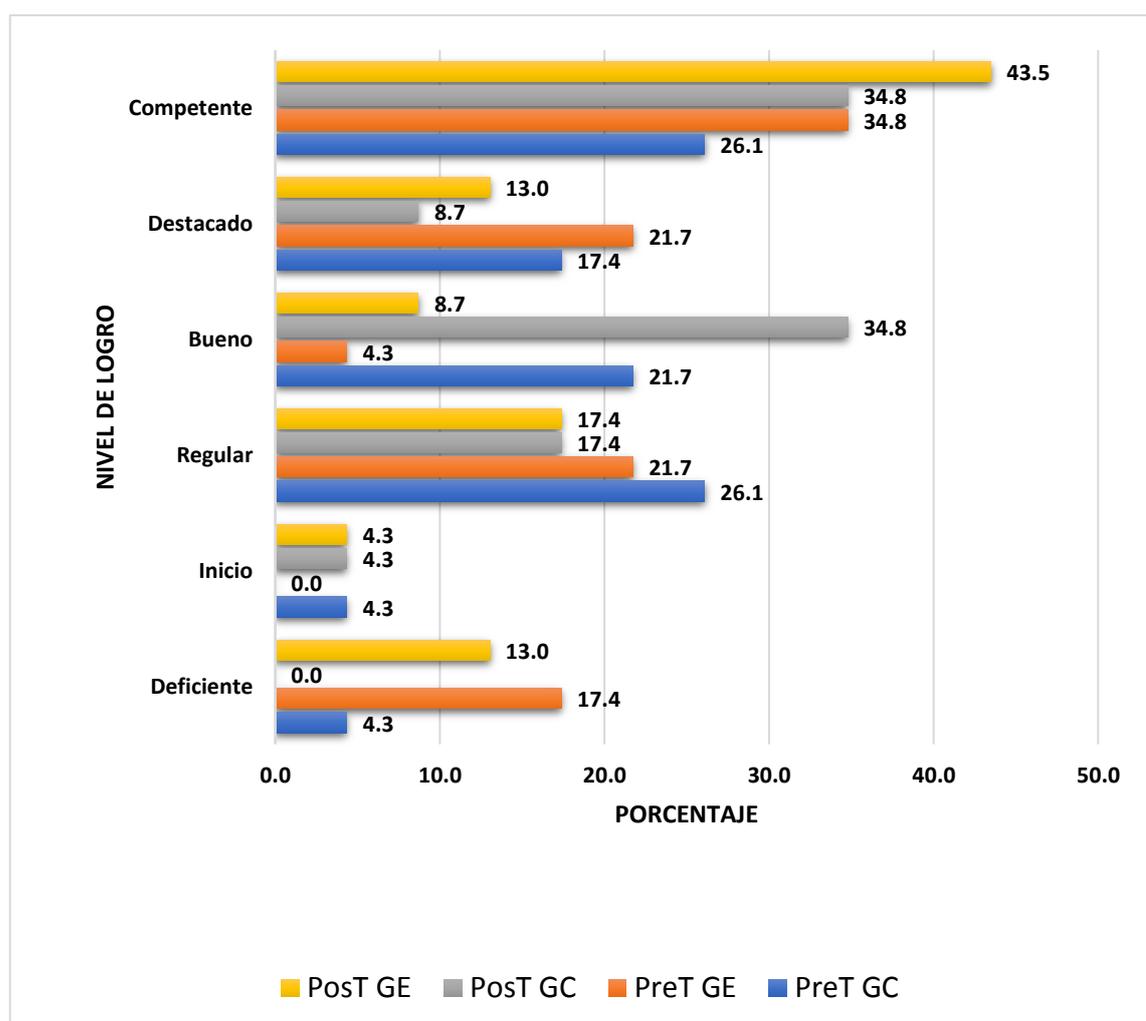


Figura 10. Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia actitudinal de responsabilidad académica

4.3.4 Trabajo en equipo

Tabla 13. Valoraciones del pretest y postest en los grupos control y experimental, respecto a la competencia actitudinal de trabajo en equipo

Estudiantes	VALORACIÓN PRETEST		VALORACIÓN POSTEST	
	Grupo Control	Grupo Experimental	Grupo Control	Grupo Experimental
1	1	3	1	4
2	2	3	1	5
3	3	3	5	3
4	2	2	2	3
5	0	4	0	5
6	2	1	2	1
7	4	1	4	1
8	3	4	3	5
9	4	2	4	4
10	2	4	3	5
11	1	4	2	4
12	2	3	2	6
13	3	1	3	1
14	2	3	4	3
15	5	5	6	5
16	4	4	4	4
17	2	4	2	5
18	4	2	4	4
19	1	1	0	1
20	2	4	3	4
21	4	2	4	4
22	4	2	4	4
23	2	1	2	3
Σ	59	63	65	84
\bar{Y}	2.6	2.7	2.8	3.7

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexos 71 al 74)

Estadísticos de prueba ^a		
	PretestGE – PretestGC	PosttestGE – PosttestGC
Z	-,311 ^b	-1,737 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,756	,082
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon		
b. Se basa en rangos negativos.		

Fuente: análisis estadístico de Wilcoxon con SPSS

Los resultados del pretest determinaron que el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral (0.082), por lo que se acepta la H_0 que establece que no existe diferencia estadística entre los estudiantes de los grupos

control y experimental para la actitud de trabajo en equipo, aun cuando el grupo experimental tuvo un ligero promedio superior (2.7), en comparación con el grupo control (2.6). El mayor porcentaje (39.1 %) corresponde al grupo control que demuestra un nivel inicial en la actitud de trabajo en equipo.

En el postest, el valor de α (0,05) es menor que el valor de significación bilateral (0,082), por lo que se acepta la H_0 que no determina diferencia en la actitud de trabajo en equipo por parte de los estudiantes que recibieron enseñanza expositiva y los de enseñanza modular.

Los mayores porcentajes 34.8 % y 26.1 corresponden a los niveles bueno y destacado, respectivamente, demostrado por los alumnos del grupo experimental; en cambio en el nivel competente, ambos grupos alcanzan solo el 4.3 % tal como se presenta en el siguiente gráfico.

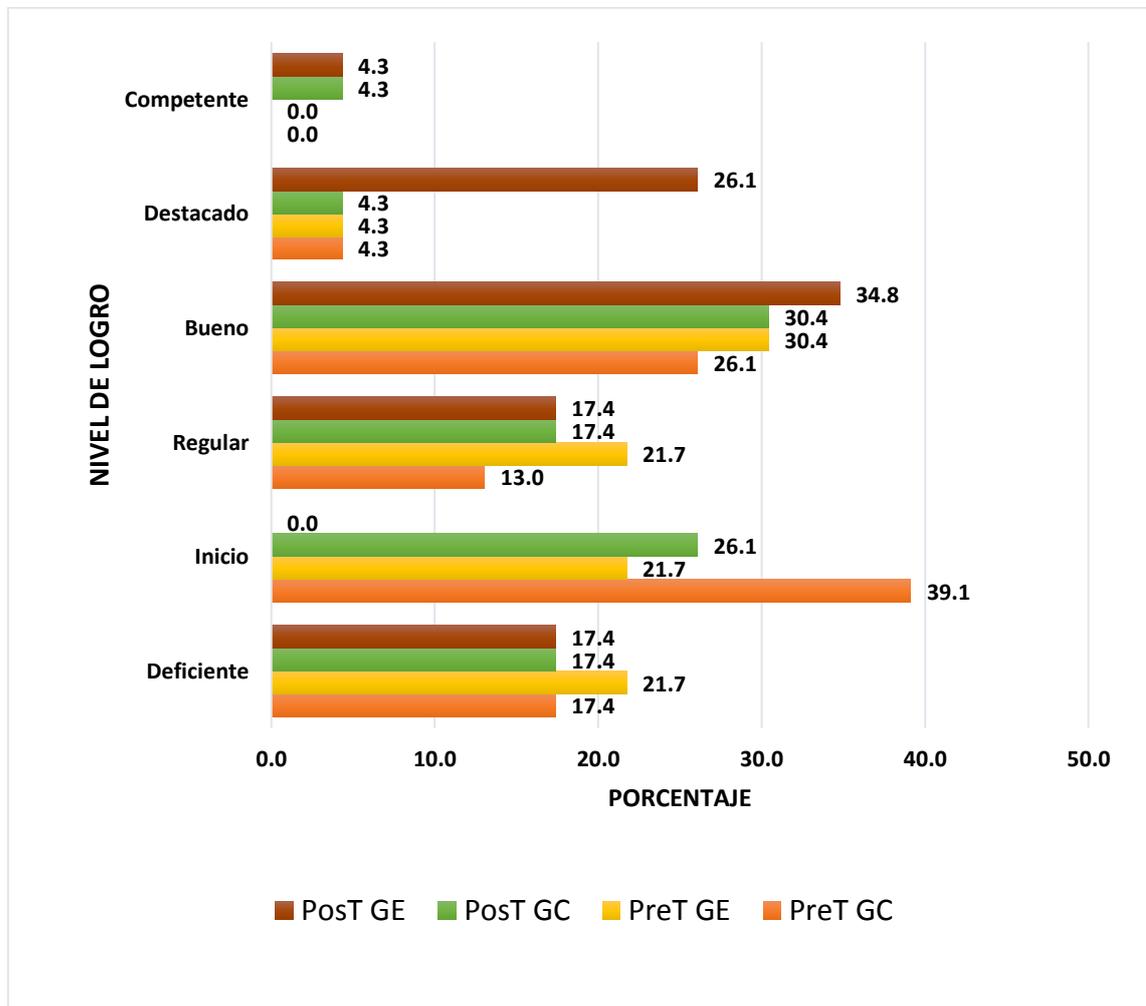


Figura 11. Nivel de logro en los grupos control y experimental en la competencia actitudinal de trabajo en equipo

4.4 APRECIACIÓN ESTUDIANTIL

Tabla 14. Valoración de la enseñanza modular por los estudiantes del grupo experimental

Indicadores de evaluación de la enseñanza modular	Nivel de valoración									
	TA		A		NAD		DA		TD	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Organización	46	66.7	23	33.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Contenido	39	56.5	30	43.5	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Evaluación	33	47.8	31	44.9	5	7.3	0	0.0	0	0.0
Desarrollo Capacidad	24	34.8	42	60.9	3	4.3	0	0.0	0	0.0
Apreciación General	32	46.4	28	40.6	9	13.0	0	0.0	0	0.0
Preferencia método	16	34.8	24	52.2	6	13.0	0	0	0	0
Y %	47.83		42.77		9.40		0.0		0.0	

Fuente: Lista de cotejo del pre y postest (Anexo 75)

Al final del experimento, los estudiantes que desarrollaron parte de la asignatura mediante enseñanza modular, expresaron opinión sobre dos indicadores del módulo (organización y contenido), dos indicadores sobre la enseñanza modular (evaluación y desarrollo de capacidades) y otros dos indicadores de contrastación con la enseñanza expositiva (apreciación y preferencia).

En los indicadores de los módulos educativos utilizados, el 66.7 % de los estudiantes estuvieron totalmente de acuerdo con la organización; es decir con los aspectos referidos a los temas, secuencia e integración de actividades. El 33.7 % estuvo de acuerdo con los mismos aspectos; en ningún caso existió una opinión de duda o disconformidad. En lo referente al contenido de los módulos, el 56.5 % estuvo totalmente de acuerdo y 43.5 % de acuerdo; en este aspecto tampoco se registra ninguna otra opción de los estudiantes, lo que demuestra plena aceptación del contenido modular debido al lenguaje comprensible, y la diversidad de ejemplos considerados.

En lo referente al método de enseñanza modular, el 47.8 % estuvieron totalmente de acuerdo y, el 44.9 % de acuerdo con los criterios considerados en las evaluaciones; es decir que consideraron que los instrumentos utilizados, la imparcialidad en la calificación y la vinculación con los temas desarrollados fue muy satisfactorio. En este aspecto solo un 7.3% no pudo definir con precisión su aceptación o no; pero ninguno manifestó desacuerdo con el método. En cuanto

a la influencia del método en el desarrollo de capacidades, un 60.9 % estuvo de acuerdo en que les permitió desarrollar alguna de sus capacidades, un 34.8 % estuvo totalmente de acuerdo y solo un 4.3 % no pudo identificar si lograron desarrollar alguna capacidad o no.

Al contrastar la enseñanza modular con la expositiva, el 46.4 % está totalmente de acuerdo con el método, 40.6 % está de acuerdo y un 13.0 % no define su opinión. Estas apreciaciones varían cuando se trata de escoger entre un método y no el otro; así, el 34.8 % está totalmente de acuerdo en su preferencia por la enseñanza modular, el 52.2 % está de acuerdo y los indecisos se mantiene invariable en el 13.0 %. Todos estos aspectos se pueden visualizar gráficamente en la siguiente figura.

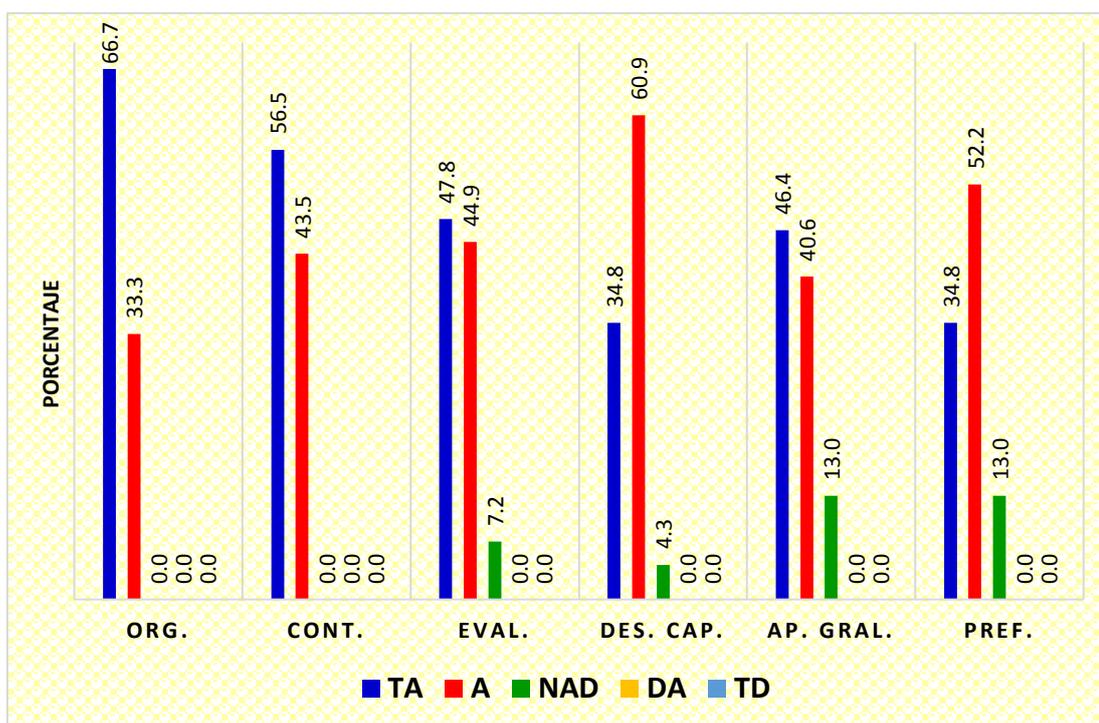


Figura 12. Valoración de la enseñanza modular por los estudiantes del grupo experimental

CAPÍTULO V

5. DISCUSIÓN

De acuerdo a lo señalado por Tejada y Tobón (2006), el desarrollo de competencias implica trabajar de manera relacionada los contenidos cognoscitivos, procedimentales y afectivo motivacionales, que orienten el proceso didáctico en actividades y problemas. Por ello, en la investigación realizada, se han considerado estos tres aspectos que, siendo interrelacionados, se presentará de manera independiente para una situación de análisis de los resultados obtenidos.

5.1 DIMENSIÓN COGNITIVA

Ante el problema formulado acerca de los efectos que produciría la enseñanza modular en el aspecto cognitivo, para el logro de la competencia de resolución de problemas de genética mendeliana, se estableció como objetivo evaluar dicha influencia, para lo cual se consideró todos los aspectos fundamentales y necesarios que el estudiante debiera conocer, no de manera aislada, sino integral, porque de lo contrario, tal como concluye Corbacho (2009) en base a la investigación realizada sobre la *Enseñanza de la genética en la educación de nivel superior: dificultades para comprender conceptos y resolver problemas*, los estudiantes pueden resolver problemas por aplicación de algoritmos comunes, sin que ello signifique la comprensión de conceptos que involucra su resolución.

En esta dimensión, para probar la hipótesis de investigación que sostiene que la enseñanza modular tiene efecto favorable en el desarrollo de la dimensión cognitiva de la competencia resolución de problemas, se consideró necesario que primero se debería fortalecer a los estudiantes en

temas conceptuales, referidos a: hibridación, cruzamientos, recombinación, segregación, dominancia de caracteres, proporciones de segregación fenotípica y genotípica, y, sobre métodos de resolución de problemas, porque tal como sostiene Díaz (2002: 53), *el conocimiento conceptual se construye a partir del aprendizaje de conceptos, principios y explicaciones, los cuales no tienen que ser aprendidos en forma literal, sino abstrayendo su significado esencial o identificando las características definitorias o las reglas que lo componen*, para que así, cuando el estudiante lo requiera en procesos más completos, logre su evocación de una manera significativa.

Los resultados que se presenta en la Tabla 3, graficados objetivamente en la Figura 1, demuestran que, efectivamente, el dominio cognitivo es fundamental para lograr la competencia de resolución de problemas porque, al contrastar los calificativos obtenidos por los estudiantes del grupo control, cuyo promedio fue de 5.2 en comparación con el promedio de los estudiantes del grupo experimental que obtuvieron un promedio de 14.0 demuestran que se encuentran mejor preparados para el aspecto procedimental en la resolución de problemas, tal como se llegó a comprobar posteriormente, cuando se evaluó el aspecto procedimental de la resolución de problemas de complejidad creciente, corroboración que se puede verificar en las Tablas del 6 al 9.

Por otra parte, Banet (2002) establece una excepción a esta afirmación en el sentido de que no siempre la resolución correcta de problemas es garantía de la comprensión de conceptos. En base a los resultados obtenidos en la investigación, se considera que dicha afirmación es relativa al aplicar al caso de Genética, ya que en esta ciencia el aspecto

cognitivo es fundamental para resolver problemas, sobre todo cuando se relaciona con recombinación y segregación de gametos, así como en el caso de proporciones genotípicas y fenotípicas, hecho comprobado por Ayuso et al, citado por Corbacho (2009).

No solo en el campo de las Ciencias Naturales es necesario el dominio cognitivo previo a la resolución de problemas, sino en todos los campos del saber, porque la resolución de problemas tal como indica el Ministerio de Educación (2016: 60-61) requiere de procesos cognitivos, ejecutivos e interrelacionados a la construcción de conocimientos. En este aspecto, resultados obtenidos por Vilchez (2007), confirman lo planteado por el Ministerio de Educación (2016), ya que en la investigación realizada sobre *Modelo de Enseñanza Modular Personalizada de las Funciones Trigonométricas en el Quinto Grado de Educación Secundaria*, llegó a establecer que a nivel del 0.05 de probabilidad, el rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental fue superior al del grupo que abordó la misma temática de manera pasiva, solo con la exposición del profesor, lo cual es coincidente con la investigación que se presenta, que también se logró una diferencia estadística significativa a nivel del 0.05 de probabilidad entre los calificaciones de los estudiantes del grupo control que recibió solo enseñanza expositiva, en comparación con los estudiantes del grupo experimental que recibieron enseñanza modular.

5.2 DIMENSIÓN PROCEDIMENTAL

En esta dimensión, para responder al problema formulado sobre la influencia de la enseñanza modular en el desarrollo procedimental para

lograr la competencia de resolución de problemas de genética mendeliana, se consideraron tres aspectos principales: la determinación de entrecruzamientos y segregantes, el proceso de hibridación y, la parte fundamental de la investigación que es la resolución de problemas considerando una dificultad creciente.

Siendo el objetivo propuesto en la investigación el análisis de la influencia de la enseñanza modular en el desarrollo procedimental de la competencia planteada, se propuso la hipótesis de investigación considerando que el método utilizado influye significativamente en el logro de la competencia. Así, los resultados que se presentan en la Tabla 4, demuestran que en el procedimiento para determinar segregantes y recombinaciones gaméticas, los estudiantes del grupo control obtuvieron igual puntaje que en el pretest, correspondiendo a un nivel deficiente; en cambio, el grupo experimental mejoró significativamente, destacando el nivel competente con el máximo puntaje de 5.0 que obtuvo el 47.8 % de los estudiantes, tal como se grafica en la Figura 2. Este resultado confirma lo sostenido por el Ministerio de Educación (2016) en cuanto señala que los aspectos cognitivos son relacionados a los procedimentales.

Haber realizado este procedimiento de manera adecuada por parte de los estudiantes del grupo experimental, les permitirá comprender el proceso de segregación de gametos cuando tengan que resolver problemas de herencia, a diferencia de los estudiantes del grupo control, que tal vez no puedan explicar el porqué de la formación de determinados tipos segregantes.

En el aspecto procedimental para realizar hibridación, no existe antecedente que permita establecer una comparación crítica, motivo por el que el análisis se realiza solo en base a la investigación realizada. En los resultados que se presentan en la Tabla 5, se determinó que, en el pretest, ambos grupos de estudiantes alcanzaron el mismo nivel promedio (0.3) que corresponde a un nivel deficiente, nivel que es plenamente comprensible porque aún no se había desarrollado el tema; en cambio, en el posttest, los estudiantes del grupo experimental destacan en el nivel competente (52.2 %); es decir que habían realizado correctamente todos los pasos que requiere la hibridación. Los estudiantes del grupo control, en su mayoría (56.5 %) desconocían la secuencia del procedimiento, motivo por el cual ocuparon el nivel deficiente, tal como se observa en la Figura 3. En el grupo control, solo 6 de 23 estudiantes eligieron correctamente los progenitores, y 10 de los 23 realizaron el proceso de hibridación sin considerar los pasos preliminares ni los posteriores.

El hecho de que los estudiantes del grupo experimental realizaran el proceso de hibridación, probablemente posibilitó una mejor abstracción al momento de hacer el análisis e interpretación de los enunciados de las diversas situaciones problemáticas planteadas, porque aprendieron a relacionar las características fenotípicas con las genotípicas, coincidiendo en este aspecto con Ging (2006) quien en su investigación realizada, llega a la conclusión que se debe fortalecer el razonamiento y pensamiento crítico para el aprendizaje de la Genética en particular y en general, de cualquier asignatura.

Para probar la hipótesis de investigación de que la enseñanza modular desarrolla la competencia de resolución de problemas, se plantearon problemas aplicativos de cuatro niveles, iniciando con el más sencillo referido a cruzamientos monohíbridos, cuyos resultados se presentan en la Tabla 6 y Figura 4, donde se observa que el 43.5 % de los estudiantes del grupo experimental demostraron ser competentes para este caso, frente al 21.7 % de los estudiantes del grupo control; mientras que en el nivel deficiente no se encuentra ningún estudiante del grupo experimental, pero si el 34.8 % del grupo control.

Cuando se incrementa el nivel de dificultad mediante un problema sobre dihibridismo, en ambos grupos disminuye la cantidad de estudiantes que alcanza la competencia; tal como se puede observar en la Tabla 7 y Figura 5, donde se evidencia que en el grupo experimental el nivel competente baja al 31.8 % mientras que en el grupo control, ninguno de ellos alcanza la competencia, pero si se incrementa el porcentaje del nivel deficiente a 47.8 %, continuando el grupo experimental con un 0 % de deficiente.

El tercer problema sobre determinación del genotipo de progenitores, corresponde a un nivel de mayor dificultad, observando en los resultados que se presenta en la Tabla 8 y Figura 6 que, el porcentaje de alumnos del grupo experimental que alcanzan la competencia, disminuye a un 21.7 % y en el grupo control el nivel de competentes se mantiene en el 0 % y se eleva a 60 % el porcentaje de estudiantes que se ubican en el nivel deficiente.

El último problema planteado trata sobre cruzamientos polihíbridos, que corresponde a la máxima dificultad; sin embargo, de acuerdo a los resultados que se presenta en la Tabla 9 y Figura 7, los estudiantes del grupo experimental mejoran en el porcentaje que alcanza el nivel competente se incrementa a 34.8 %, mientras que los del grupo control continúan con 0 % para este nivel. La explicación para esta mejora sería la influencia del aspecto cognitivo que les permitió una adecuada interpretación del caso y la aplicación de los conocimientos previos.

Los resultados anteriormente referidos son coincidentes con los reportados por Corbacho (2009), quien indica que en el problema sobre la herencia de caracteres en plantas y la determinación de genotipo y fenotipo de la descendencia, a partir del fenotipo de ambas plantas progenitoras, 13 de 15 alumnos resuelven correctamente el problema al realizar cruzamientos, reconocer los símbolos empleados, identificar el carácter dominante y el recesivo, explicitar los genotipos y fenotipos correctamente y realizar la tabla de Punnett; 4 de 15 no indican adecuadamente las proporciones. En cuanto a la representación gráfica de los genes y alelos en los cromosomas solo 2 alumnos del total de 15 representan adecuadamente la célula, siendo común la confusión entre cromátida hermana y cromosoma homólogo. En la pregunta referida al significado de los segmentos del cromosoma, las respuestas correctas son 2 de 15, el resto no interpreta que son las cromátidas, En la pregunta ¿Es lo mismo un gen que un alelo? 10 alumnos respondieron negativamente, pero sin justificación, solo 5 alumnos justificaron, pero en un caso la justificación es incorrecta. En base a los resultados, llegó a la conclusión de que los

alumnos aplican los algoritmos para la resolución de problemas o representaciones como la tabla de Punnett sin que ello implique la comprensión de los conceptos involucrados en su resolución.

Ayuso *et al.* Citado por Corbacho (2009) afirma que cuando los estudiantes resuelven bien los problemas como los que le presentaron, la aplicación de conceptos básicos debería ser consecuencia de que comprenden el significado, pero la falta de justificación y representación gráfica, o la justificación incorrecta; hace prever que no es así. En su investigación evidenciaron que los alumnos de educación superior recuerdan de memoria algunas definiciones incompletas; presentan dificultades en el establecimiento de las relaciones estructura-función que explican la herencia; no comprenden las consecuencias de procesos como la segregación de cromosomas y cromátidas durante la meiosis; y manifiestan nociones erróneas sobre la localización y transmisión de la información hereditaria; coincidiendo con resultados obtenidos en alumnos de educación secundaria.

5.3 DIMENSIÓN ACTITUDINAL

Ante el problema formulado de cuál es el efecto de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión actitudinal para el desarrollo de la competencia resolución de problemas y cumplir con el objetivo de analizar la influencia del método en el logro de la competencia, se consideró la definición presentada por Ortego, López y Álvarez (2018), quienes sostienen que la actitud es la predisposición aprendida, para valorar o

comportarse de una manera favorable o desfavorable, que tiene una persona, respecto a un objeto, situación, u otra persona.

Para contrastar la hipótesis nula con la de investigación que sostiene que la enseñanza modular tiene efecto favorable en el desarrollo de la competencia actitudinal, se evaluaron cuatro indicadores: el primero, referido a la actitud valorativa de un evento considerado particularmente importante en el proceso de herencia genética, la recombinación génica; luego, dos aspectos personales que se relacionan directamente con el desempeño del estudiante, que fueron el interés por aprender y la responsabilidad académica; y, finalmente, a la relación entre personas, mediante el trabajo colaborativo en equipo.

En estudios realizados sobre enseñanza modular por Trujillo (2005) y Vilchez (2007); y sobre enseñanza de la Genética por Banet (2002), Ging (2006), Corbacho (2009) y Briceño (2014), ninguno de ellos consideró una evaluación del aspecto actitudinal del estudiante en relación con la temática evaluada, ni tampoco en cuanto a su desempeño personal como aprendiz.

Los resultados que se presentan en las Tablas 10, 11, 12 y 13, las que se complementan con las Figuras 8, 9, 10 y 11, respectivamente, demuestran que las actitudes mostradas en el pretest son casi similares entre ambos grupos, con una ligera variación en el interés por aprender, según lo especificado en las Tabla 11 y Figura 9. En el postest, hay una ligera mejora para ambos grupos; sin que ello signifique diferencias estadísticas significativas, tal como se comprobó en la prueba de Wilcoxon.

De todas las actitudes evaluadas, la que registra un menor nivel de competencia es la predisposición para el trabajo en equipo. En este aspecto es necesario considerar que el desarrollo de actitudes no es un proceso rápido como lo podría ser el cognitivo o procedimental, ya que se requiere de un entrenamiento constante para el cambio de actitud. El desarrollo de la investigación se realizó en un período relativamente corto que comprende cinco semanas, con lo cual se estima que es insuficiente para que el estudiante pueda cambiar sus actitudes, sobre todo trabajando de una manera aislada en una sola asignatura, motivo por el que la Unheval (2017) a través del modelo educativo tiene un enfoque interdisciplinario y transdisciplinario para el logro de competencias que involucra los tres componentes: cognitivo, procedimental y actitudinal.

5.4 APRECIACIÓN ESTUDIANTIL

Los estudiantes participantes de la investigación fueron alumnos del segundo año, quienes ya previamente habían cursado catorce asignaturas mediante enseñanza tradicional y, conjuntamente con la asignatura de Genética, estaban cursando otras seis asignaturas que se desarrollaban mediante el sistema expositivo. Por esta experiencia, estaban en condiciones de poder comparar objetivamente las diferencias entre uno y otro método y así, establecer con claridad una opinión al respecto.

En relación a la opinión de los estudiantes del grupo experimental en relación con la enseñanza modular recibida, fue ampliamente favorable para los indicadores del módulo: organización y contenido; de la enseñanza

modular: evaluación y desarrollo de capacidades; y de contrastación con la enseñanza expositiva: apreciación y preferencia.

En ningún caso los estudiantes manifestaron opinión contraria bien sea al contenido de los módulos, al método utilizado, o a la incidencia negativa en el desarrollo de sus capacidades, pero si se registró un porcentaje bajo de indecisos que no manifestaban acuerdo o desacuerdo con los criterios considerados.

Cuando se analizan los resultados presentados en la Tabla 14 y Figura 12, se determina para la apreciación general del estudiante que, el 46.4 % está totalmente de acuerdo con el método, 40.6 % está de acuerdo, lo que hace un total de 87 % que manifiestan aprobar el método; pero cuando tienen que definir en un probable escenario de desarrollo modular, el porcentaje de los que están totalmente de acuerdo desciende a 34.8 %, mientras que los que están de acuerdo se incrementa a 52.2 %, que en conjunto también representa el 87 % de los que muestran preferencia por la enseñanza modular.

Los resultados obtenidos corroboran lo sostenido por Arbesú (2011), en el sentido de que la enseñanza modular plantea una ruptura teórica con el paradigma clásico en el que los estudiantes asisten a clases para aprender por medio de materias aisladas, sin relación entre ellas y adquieren conocimientos de una manera acumulativa, sin entender, la mayoría de las veces, la relación que existe entre uno y otro, ni la aplicación integral de éstas a un problema de la realidad que tenga que ver con la práctica profesional. En este contexto, los estudiantes conocieron un nuevo

método que les permitió enfocar su aprendizaje desde otra perspectiva que a ellos les resulta interesante.

La aceptación de los estudiantes, es probablemente, por haber elaborado el módulo en base a lo recomendado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO 1998), considerando que los módulos además de secuenciales, deberían ser complementarios entre ellos, concebidos y elaborados en unidades homogéneas, con una diversidad de ejercicios.

5.5 PROPUESTA DE NUEVAS HIPÓTESIS

Luego de la revisión y análisis del marco teórico que ha permitido y facilitado la comprobación de algunas hipótesis en cuanto al beneficio académico que significa utilizar el método de enseñanza modular en la resolución de problemas de genética mendeliana en los estudiantes del segundo año de la asignatura de Genética de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, así como del análisis de los datos, se proponen nuevas hipótesis sobre la enseñanza modular, independientemente del desarrollo de la competencia de resolución y de la asignatura en de genética en la que se desarrolló la investigación.

La enseñanza modular aplicada en las diferentes áreas de formación académica de la educación superior universitaria, facilita que los estudiantes desarrollen capacidades y competencias diversas.

Mediante la aplicación del método de enseñanza modular, es posible resolver problemas en las diversas áreas de formación profesional que comprende la Ingeniería Agronómica.

Una adecuada integración de los contenidos curriculares, permitirá establecer una enseñanza modular vinculada a la realidad del contexto de la formación profesional.

La enseñanza modular realizada con vinculación multidisciplinaria, permitirá formar profesionales competentes comprometidos con el desarrollo regional y nacional.

Para el desarrollo de competencias actitudinales es necesario diferentes estrategias o métodos de enseñanza complementarias al método modular.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

En base al análisis estadístico de los resultados obtenidos, se llega a establecer las siguientes conclusiones:

- a) La enseñanza modular, en base a cinco módulos elaborados, produjo efectos de mejora significativa en el desarrollo de la competencia de resolución de problemas de genética mendeliana en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- b) En la dimensión cognitiva, luego de la aplicación del método de enseñanza modular, mediante el método de la diferencia de medias para grupos relacionados, se determinó que, entre la media del grupo modular que obtuvo un promedio de 14.0, existe diferencia estadística significativa con el puntaje promedio alcanzado por el grupo que permaneció con el método tradicional de enseñanza, el cual obtuvo un promedio de 5.2. En base a los resultados, se rechaza la hipótesis nula de la igualdad entre los puntajes de ambos grupos, entre los cuales existe alta significancia estadística contrastada por el método de la prueba de Student..
- c) En la dimensión procedimental se evaluaron seis competencias. La primera, referida a la recombinación y segregación de gametos; luego, el proceso de hibridación y finalmente, cuatro competencias para la resolución de problemas de diferente complejidad. Luego del análisis mediante el estadístico de Wilcoxon, se llega a la conclusión de rechazar la hipótesis nula que establece la igualdad entre los puntajes

obtenidos entre ambos grupos; en cambio se acepta la hipótesis de investigación que establece diferencia para los puntajes obtenidos entre los grupos de enseñanza tradicional y el de enseñanza modular. En esta dimensión, destacaron en todos los indicadores los estudiantes que recibieron enseñanza modular; así, el 47.8 % de estudiantes alcanzó el nivel competente en la ejecución del proceso de recombinación génica; 52.2 % en el proceso de hibridación; 31.9 %; en la resolución de problemas dihíbridos; 21.7 % en la determinación de genotipo de progenitores y 34.8 % en la resolución de problemas de casos polihíbridos; en cambio, ningún estudiante del grupo control (0 %) alcanzó el nivel competente, a excepción del caso de problemas de cruzamientos monohíbridos en el que obtuvieron el nivel competente el 21.7 % frente al 43.5 % de los estudiantes que recibieron enseñanza modular.

- d)** En la dimensión actitudinal se evaluaron cuatro competencias. La primera, referida a la valoración de la recombinación génica; luego, el interés del estudiante por aprender; a la responsabilidad académica y, finalmente, su desempeño para el trabajo en equipo. Luego del análisis mediante el estadístico de Wilcoxon, se llegó a la conclusión de aceptar la hipótesis nula; es decir, que no existe diferencia entre los puntajes obtenidos en ambos grupos, tanto en el pretest como en el posttest; en el que aun cuando hubo diferencias aritméticas entre grupos y entre momentos de evaluación; estos no fueron estadísticamente significativos.

En el pretest, la valoración promedio alcanzada por los estudiantes que recibieron enseñanza tradicional fue de 3.475 mientras que los estudiantes que recibieron enseñanza modular fue de 3.525. En el posttest, en promedio, ambos grupos registraron mejor valoración, así, el grupo control alcanzó un promedio de 3.725 y el grupo experimental 4.200 valores que no permiten establecer diferencias entre los grupos; sino más bien un comportamiento equivalente entre ellos.

- e) En lo que respecta a la opinión de los estudiantes en relación al método de enseñanza modular, fue favorable para todos los indicadores.

6.2. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos y a las conclusiones establecidas, se recomienda a las autoridades de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, particularmente de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica, lo siguiente:

- a) Promover la capacitación docente para la implementación y fortalecimiento de la Enseñanza Modular, de tal manera que, la actividad docente sea eficiente para preparar competitivamente a los estudiantes, según las exigencias de los tiempos actuales que requiere de profesionales con diversas capacidades personales y profesionales.
- b) Realizar nuevas investigaciones aplicando la Enseñanza Modular, a fin de que se tenga nuevas evidencias empíricas que confirmen la importancia y utilidad de este sistema en el logro de competencias de los estudiantes universitarios.

- c) Desarrollar investigaciones que permitan establecer relaciones entre los instrumentos de evaluación que actualmente son utilizados y el logro de competencias por parte de los estudiantes, de manera que, se puedan establecer alternativas para mejorar y diversificar los instrumentos de evaluación que se utilizan.

CAPÍTULO VII

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Caballero, A. (2008). *Innovaciones en las guías metodológicas para los planes y tesis de maestría y doctorado*. Perú. Edita: Instituto Metodológico Alen Caro.

Cajas B, V. (2004). *Diseño de una Metodología para el mejoramiento de la calidad total en la Educación Superior*. (Tesis de maestría). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Cano, Y. (1987). *Los Instrumentos de Evaluación*. Monografía Grado de Bachiller en Educación. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Catalano AM., Avolio de C., S y Sladogna M. (2004). *Diseño curricular basado en normas de competencia laboral: conceptos y orientaciones metodológicas*. Buenos Aires, Argentina. Banco Interamericano de Desarrollo.

Daniel E. Wayne W. (2013) *Bioestadística: base para el análisis de Ciencias de la Salud*. 4° Ed. Limusa S.A. de C.V, México.

Díaz-Barriga Arceo Frida Y Hernández Rojas, Gerardo (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2° Edición. México. McGraw-Hill Interamericana.

- Dugua Ch, C., Cabañas R, Ma. De los A. y Olivares L, S. (2016). *La evaluación del aprendizaje en el nivel superior desde el enfoque por competencia*. Trillas. México.
- El Peruano Diario Oficial. (miércoles 9 de julio de 2014). Año XXXI, N° 12914. *NORMAS LEGALES. Ley N° 30220. Ley Universitaria*. Páginas 527211 al 527233.
- Hernandez, R. Fernandez, C. y Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. México Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- Machado, E. (2004). *Aprendizaje Basado en la Solución de Tareas: Contribución para la Formación y Desarrollo de Habilidades Investigativas en Cursos Postgraduados de Metodología de la Investigación Pedagógica*. Revista Iberoamericana De Educación. 33 (7). España.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (1978). *Propuesta de Estructura Conceptual y Operacional para el Desarrollo Cooperativo de Cursos Modulares*.
- Pineda E.B., De Alvarado E.L. y De Canales F.H. (1994). *Metodología de la Investigación. Manual para el desarrollo del personal de salud*. Organización Panamericana de la Salud. 2da Ed. Serie PALTEX para Ejecutores de Programas de Salud N° 35. Estados Unidos.
- Polit F, D. y Hungler R.N. (2005). *Investigación Científica en Ciencias de la Salud. Principios y métodos*. Sexta Edición. México. McGraw-Hill Interamericana
- Reyes, W. (2003). *Métodos y Técnicas de Estudio e Investigación*. Lima.

- Rivero L., L. (2003). *Propuestas de estrategias educativas para mejorar el rendimiento académico de los alumnos de la Escuela Académico Profesional de Ciencias Administrativas de la Universidad Hermilio Valdizán. Huánuco.* (Tesis de maestría). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Solís, M. (1998). *Construcción y Validación de Instrumentos de Evaluación Docente.* Tesis de Magíster en Educación. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Sotomayor B, A. (2005). *Criterios de evaluación que utilizan los docentes en el proceso de aprendizaje de los alumnos de la EAP de Ciencias de la Comunicación Social, Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Huánuco 2004.* (Tesis de maestría). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Tobón T, S. (2007). *Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica.* ECOE Ediciones. Bogotá, Colombia.
- Tobón T, S.; Pimienta P. JH. y García P. JA. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias.* Pearson Educación. México.
- Tobón T, S. (2015). *Formación Integral y Competencias.* Ed. Macro. España.
- Trujillo A, P. (2005) *Desarrollo de Capacidades del Área de Matemática a través de Módulos de Aprendizaje en los alumnos del 2do grado de Educación Secundaria del Colegio Nacional de Aplicación UNHEVAL – 2005.* (Tesis de maestría). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Universidad Nacional Hermilio Valdizán. (2014). *Anuario Estadístico 2014*.
Dirección de Informática Unidad de Estadística. Imprenta Universitaria.
Huánuco, Perú.

Universidad Nacional Hermilio Valdizán. (2017). *Modelo Educativo*. Imprenta
Universitaria. Huánuco, Perú.

Velásquez, A. y Rey, N. (1999). *Metodología de la Investigación Científica*. Lima:
Editorial San Marcos.

Vilchez G, J. (2007). *Modelo de Enseñanza Modular Personalizada de las
Funciones Trigonométricas en el Quinto Grado de Educación Secundaria*”.
(Tesis doctoral). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

7.2 FUENTES ELECTRÓNICAS

Arbesú G. MI. (2011). *El Sistema Modular Xochimilco*. Recuperado de:
<http://envia.xoc.uam.mx/tid/lecturas/Unidad%20I/Arbesu.pdf>

Ayuso, G.E. & Banet, E. (2002) *Alternativas a la enseñanza de genética en
educación secundaria*. Enseñanza de las Ciencias. Murcia, España
Volumen 20 (1). Recuperado de
https://www.researchgate.net/publication/39151461_Alternativas_a_la_ensenanza_de_la_genetica_en_educacion_secundaria

Briceño B., E A. (2014). *Propuesta didáctica para la enseñanza de la genética
en grado octavo en la institución educativa Distrital Manuelita Sáenz*. Tesis
de Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Colombia:
Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de
http://www.bdigital.unal.edu.co/48671/1/TRABAJO%20FINAL_eabricenob%20nov%2027.pdf

- Brunner, J. (1993). *Algunos criterios para la evaluación de la educación superior y la investigación*. Recuperado de: http://www.grade.org.pe/asp/brw_pub11.asp?id=60
- Bucallo R, A. (1995) *La didáctica de la genética: revisión bibliográfica*. Santiago de Compostela, España. *Enseñanza de las Ciencias* 13 (3) 379-385. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/21426/93387>
- Corbacho, V. y DE, P. (2009). *Enseñanza de la genética en la educación de nivel superior: dificultades para comprender conceptos y resolver problemas*. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1020-1023. Recuperado de <http://ensciencias.uab.es>
- Ging Q., C M. (2006). *La Metacognición y el Aprendizaje de Genética en el Estudiante de la Escuela de Tecnología Médica*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos37/metacognicion-y-genetica/metacognicion-y-genetica.shtml>
- Gonzales J. MN., Miranda J. y Morgan M. (2005). *Guía e Instrumentos para la Evaluación – Planeación de la Educación Superior*. Recuperado de: <http://www.iesdc.unesco.org.ve/programas/cursos/Guia.pdf>
- Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación (IIPPE). (2000). *Diez módulos destinados a los responsables de los procesos de transformación educativa. Módulo 7 Resolución de problemas*. Ministerio de Educación de la Nación, Argentina. Recuperado de <http://www.montes.upm.es/sfs/E.T.S.I.%20Montes/Sub.%20Calidad/Recur>

sos%20Competencias/Archivos/2000_IIFE%20BUENOS%20AIRES_%20
Guia%20educacion%20RESOLUCION%20PROBLEMAS.pdf

Ministerio de Educación. (2014). *Marco Curricular Nacional. Propuesta para el Diálogo - Segunda versión*. Lima, Perú. 89 p. Recuperado de <http://www.minedu.gob.pe/p/marco-curricular-2da-version-para-el-dialogo-abril-2014.pdf>

Moreno, T. S/F. *Evaluación del Alumno en Educación Superior*. Recuperado de: <http://www.congresoretosyexpectativas.udg.mx/congreso%205/Mesa%202/ponencia17.pdf>

Ortego, M, M del C; López G, S; Álvarez T, ML. (2018). *Ciencias Psicosociales I. Las actitudes*. Universidad de Cantabria. Recuperado de: https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1420/course/section/1836/tema_04.pdf

Palomino, N. (2005). *Teoría Del aprendizaje significativo de Ausubel*. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajo6/apsi/apsi.shtml>

Sabbog, M. (2003). *Evaluación de la Educación Superior en Brazil*. Recuperado de: <http://www.ilaedes.org/enfoques/030911-MASZainko-Evaluaci%C3%B3n%20ES%20Brasil.pdf>

Sigúenza M., A F (2000). *Formación de modelos mentales en la resolución de problemas de genética*. Valladolid, España. Enseñanza de las Ciencias 2000 18 (3) 439-450. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21694/21528>

Tejada A, C M y Tobón T., S. (2006). *El diseño del plan docente en Información y Documentación acorde con el Espacio Europeo de Educación Superior:*

un enfoque por competencias. Facultad de Ciencias de la Documentación, Universidad Complutense de Madrid. 146 p. Recuperado de <http://eprints.rclis.org/8718/1/MANUAL.pdf>

Tobón, T., S. (2008). *La Formación Basada en Competencias en la Educación Superior: El enfoque complejo*. Instituto Cife. Bogotá. Recuperado de [http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1LVT9TXFX-1VKC0TM-16YT/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias%20\(Sergio%20Tob%C3%B3n\).pdf](http://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1LVT9TXFX-1VKC0TM-16YT/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias%20(Sergio%20Tob%C3%B3n).pdf)

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de Consistencia

Título de la investigación: “Enseñanza modular en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Independiente		
¿Qué efectos produce la enseñanza modular en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?	Determinar qué efectos produce la enseñanza modular en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018.	La enseñanza modular tiene efecto favorable en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018.	Enseñanza modular	Organización	Coherencia temática
					Sucesión lógica de temas
					Integra conocimientos, procedimientos y actitudes
				Contenidos	Redacción comprensible
					Ejemplos pertinentes al tema
					Ejercicios reforzadores de capacidades
				Evaluación	Imparcial
					Diversificada
					Vinculada a la temática
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dependiente		
¿Cuál es el resultado de aplicar la enseñanza modular en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?	Aplicar la enseñanza modular para el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.	La aplicación de la enseñanza modular produce resultados favorables en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.	Competencia Resolución de problemas de	Cognoscitiva	Comprende el significado de términos genéticos
					Identifica dominancia de caracteres
					Interpreta proporciones de segregación fenotípica y genotípica

<p>¿Cuál es el efecto de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión cognitiva de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?</p>	<p>Evaluar el efecto de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión cognitiva de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.</p>	<p>La enseñanza modular tiene efecto favorable en el desarrollo de la dimensión cognitiva de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.</p>	<p>genética mendeliana</p>	<p>Procedimental</p>	<p>Aplica la recombinación para determinar segregación en gametos</p>		
					<p>Resuelve problemas de cruzamientos monohíbridos, dihíbridos y polihíbridos</p>		
					<p>Analiza poblaciones segregantes para determinar genotipos de progenitores</p>		
				<p>Realiza las etapas del proceso de hibridación</p>			
<p>¿Cuál es el efecto de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión procedimental de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?</p>	<p>Analizar la influencia de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión procedimental de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.</p>	<p>La enseñanza modular influye significativamente en el desarrollo de la dimensión procedimental de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.</p>					
							<p>Actitudinal</p>
			<p>Demuestra interés por aprender</p>				
			<p>Demuestra responsabilidad académica</p>				
			<p>Realiza trabajo colaborativo en equipo</p>				
<p>¿Cuál es el efecto de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión actitudinal de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018?</p>	<p>Analizar el efecto de la enseñanza modular en el desarrollo de la dimensión actitudinal de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.</p>	<p>La enseñanza modular tiene efecto favorable en el desarrollo de la dimensión actitudinal de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, en los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL.</p>					

ANEXO 2

Constancia de ejecución de la investigación



"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



El Director del Departamento Académico de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias, que suscribe;

HACE CONSTAR:

Que, el Ingeniero Edwin Rubén Vidal Jaimes, docente titular de la cátedra de Genética, con conocimiento y autorización del Departamento Académico, desarrolló en el Primer Semestre del Año Académico 2018, la investigación titulada: *"Enseñanza modular en el desarrollo de la competencia resolución de problemas de Genética Mendeliana de los estudiantes de Ingeniería Agronómica de la UNHEVAL, 2018"*

Se expide la presente, a solicitud del interesado, para los fines y usos que considere pertinente.

Pillcomarca, 21 de octubre de 2019



J. Castañeda
Dr. Juan Castañeda Alfaro

DIRECTOR (E) DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

ANEXO 3**Relación de estudiantes integrantes del grupo control (GC) y grupo experimental (GE)**

N° IDENT	INTEGRANTES GRUPO CONTROL	INTEGRANTES GRUPO EXPERIMENTAL
1	Aliaga Venturo, Alberto	Alejo Arteta, Kevin Jesús
2	Aquino Castañeda, Ederson	Amancio Tucto, Priscila Hulda
3	Benites Trinidad, Niky Esleyter	Arias Montecino, Clementina
4	Bernardo Paredes, Elam Lud	Baldeón Requena, Angelo Felipe
5	Cajas Baldán, Yosef Daniel	Bardales Ramírez, Estephany
6	Castañeda Durand, Joel	Berrospi Polinar, Marvin Yoel
7	Chipana Domínguez, Noemí Ana	Bustillos Mateo, Cristian Darwin
8	Espinoza Pimentel, Michael Lenin	Cervantes Soto, Greysi Argelia
9	Estela Ambicho, Noel Daniel	Condor Anaya, Ezequías
10	Flores Respaldiza, Anyela Guadalupe	Cruz Andrés, Norca
11	Huaranga Benancio, Aquilo Clever	Custodio Gonzáles, Astrid Yomira
12	Huerta Lucas, Iván Alberto	Díaz Leandro, Gerson Moisés
13	Inocente Aquino, Noé Daniel	Encarnación Vega, Roberto
14	Matos Marengo, Lord Paul	Fuentes Bernal, Carol Yesenia
15	Palomino Arratea, Julio Manuel	Galvez Andreo, Miguel Jonatan
16	Pérez Zanabria, Euler	Japa Espinoza, Angelo Jhosepp
17	Rivera Atavillos, Luis Kevin	Lino Malpartida, Wilson
18	Rojas Huanca, Harlin	Mallqui Estacio, Jersson Eberth
19	Salgado Rivera, Mery Luz	Morales Huarac, Einstein Kleinwach
20	Satamaría Masgo, Linder	Rubina Monroy, Yanireth Esteffany
21	Torres Camarena, Kenny Rodrigo	Santillán Asto, Piero Berti
22	Victorio Ayala, Luis Ángel	Torbisco Aguirre, Jessenia Isabel
23	Villaflor Garay, Fiorela	Trujillo Nolasco, Ronal José

ANEXO 4

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PRETEST DE GENÉTICA 2018-I

Apellidos y nombres Firma:

INSTRUCCIONES. Resuelve de acuerdo a lo que se requiere en cada grupo de preguntas. Se recomienda que leas detenidamente cada ítem y en caso de duda, vuelve a leer, porque facilita tu interpretación y comprensión.

- I. Identifica con un aspa el término genético al que hace referencia cada enunciado.
 1. El momento en el cual se produce la apertura del botón floral, se conoce como:
 - a) Antesis b) Cleistogamia c) Casmogamia d) Apomixis e) Androgénesis
 2. En el proceso de hibridación, la unión de los gametos masculino y femenino, se denomina:
 - a) Polinización b) Fertilización c) Gametogénesis d) Fecundación e) Híbrido
 3. Proceso mediante el cual las células sexuales presentan nuevas asociaciones génicas.
 - a) Meiosis b) Segregación c) Interacción d) Recombinación e) Mutación
 4. La acción que se realiza durante la polinización artificial, para extraer los órganos sexuales masculinos y así evitar interferencia de polen, es la:
 - a) Partenocarpia b) Emasculación c) Extirpación d) Antesis e) Polinización
 5. En los programas de mejoramiento, la F₂, F₃, F₄, etc. se obtiene mediante el proceso de:
 - a) Autofecundación b) Hibridación c) Cruzamiento d) Polinización e) Fecundación
 6. El apareamiento de cromátidas hermanas que ocurre durante la meiosis I, se denomina:
 - a) Profase b) Sinapsis c) Heterocigota d) Quiasma e) Tétrada
 7. El cruzamiento que se realiza con la finalidad de determinar genotipos desconocidos es:
 - a) Inversión b) De prueba c) Retrocruza d) Parental e) De linaje
 8. En cruzamientos, la condición génica de los progenitores, para obtener la F₁, es que sean:
 - a) Heterocigotas b) Dominantes c) Homocigotas d) Recesivos e) Codominantes
 9. La etapa de la profase I en el que se produce la recombinación de genes corresponde al:
 - a) Diplonema b) Cigonema c) Paquinema d) Diacinesis e) Heterocigota

- II.** Analiza los siguientes casos e indica el tipo de dominancia que presenta el carácter.
1. En el Programa de Mejoramiento de Leguminosas, Carlos, realiza un cruzamiento entre una variedad de frijol que produce granos de color amarillo con otra que produce granos de color negro y obtiene granos de color jaspeado negro con amarillo. En este caso, el tipo de dominancia que presenta el color de grano es
 2. Con la finalidad de obtener flores de color naranja, en el Programa de Mejoramiento de Ornamentales, un equipo de técnicos está realizando el cruzamiento de variedades que presentan flores rojas con variedades de flores amarillas. En este caso, se obtienen flores anaranjadas porque el color de flor presenta dominancia
 3. Carlos, al conocer el resultado de los casos anteriores, con la finalidad de obtener un color llamativo de los frutos del palto, decide cruzar una variedad que presenta fruto de color verde, con otra de frutos de color morado, pero para su sorpresa, en todas las cruces que realiza, obtiene solo frutos de color morado. Este resultado se debe a que el color de fruto del palto presenta dominancia
- III.** Interpreta en qué casos se presentan las siguientes proporciones de segregación fenotípica.
1. 3:1
 2. 1:1
- IV.** Interpreta en qué casos se presentan las siguientes proporciones de segregación genotípica.
1. 1:1
 2. 1:2:1
- V.** Indica los métodos de resolución de problemas y describe brevemente al fundamento en el que se basa dicho método.
- a)
 - b)
 - c)
 - d)
- VI.** Esquematiza los tipos de gametos que según el principio de recombinación génica, originará el cromosoma indicado en la figura, especificando el loci de los genes, los tipos paternos y recombinantes resultantes, considerando los genes: AabbDd.



- VII.** Resuelve los siguientes problemas de herencia genética, detallando el procedimiento utilizado.

1. Ana tiene una tienda de mascotas y sabe que el color de pelaje en ratones es un carácter de dominancia completa. En su tienda, tiene tres ratoncitos: 2 hembras de color negro y 1 macho de color pardo. En varias camadas, la hembra 1 produjo 10 crías de pelaje negro y 7 de color pardo; mientras que la hembra 2, produjo 20 crías, pero todos de pelaje negro. Esquematiza las cruza y determina el genotipo de progenitores y de los grupos de crías.

2. La Unheval, en los terrenos de Lullapichis tiene ganados vacunos cuyos animales de pelaje rojo son genéticamente **RR**; los de genotipo **rr** son blancos y los **Rr** son de color ruano. El gen **P** determina la ausencia de cuernos, mientras que la presencia de cuernos se debe al gen **p**. Resuelve el siguiente cruzamiento, indicando las proporciones fenotípicas y genotípicas de la descendencia de un cruce entre una vaca de pelaje ruano y heterocigota para la ausencia de cuernos, con un toro de pelaje ruano, pero con cuernos.

Considera la siguiente información para los problemas 3 y 4. En la alverja, el tallo alto **T**, domina sobre las enanas **t**; las semillas de color verde, **G**, sobre las amarillas, **g**; la forma redonda, **R**, es dominante sobre las rugosas, **r**.

3. En un experimento realizado en el Centro de Investigación, se realizó una cruce de prueba. Indica los progenitores de este cruzamiento y determina las proporciones fenotípicas y genotípicas que se presentará en la descendencia.

 4. Para comprobar los experimentos de Mendel, en el Centro de Investigación se cruzaron dos razas puras para obtener la F1 y F2, ¿qué proporción de la F2 tendrá el fenotipo de tallo alto, semilla de color amarillo y forma rugosa?, ¿qué proporción de la F2 será heterocigótica para los tres caracteres?
- VIII.** Se dispone de líneas puras de dos variedades de frijol. La variedad A se comportará como progenitor hembra y la variedad B, como progenitor macho. Indica de manera resumida el procedimiento secuencial que seguirías si tuvieras que realizar un cruzamiento para obtener semilla híbrida.

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)

IX. Considerando las diversas opciones que facilitan la variabilidad genética; según tu criterio, en el paréntesis indica el orden de importancia que consideres.

- a) Mutación ()
- b) Injertación ()
- c) Hibridación ()
- d) Clonación ()
- e) Transgénicos ()

X. A continuación se presentan criterios relacionados con la recombinación génica y la influencia que tiene este proceso en el mejoramiento de plantas. Según consideres que la proposición es verdadera o falsa, indica en el paréntesis correspondiente una (V) o (F), respectivamente.

- a) La homocigosis origina mayores formas recombinantes ()
- b) A menor frecuencia de recombinación, mayor es la posibilidad de evolución ()
- c) Cuanto más variable una característica, mayor es su uso en el mejoramiento()
- d) A mayor heterocigosis, mayores son las formas recombinantes que origina ()
- e) La recombinación génica no es fuente de variabilidad ()

XI. Indica una bibliografía utilizada para el curso de genética y el tema consultado.

- a)
-

ANEXO 5

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

POSTEST DE GENÉTICA 2018-I

Apellidos y nombres Firma:

INSTRUCCIONES. Resuelve de acuerdo a lo que se requiere en cada grupo de preguntas. Se recomienda que leas detenidamente cada ítem y en caso de duda, vuelve a leer, porque facilita tu interpretación y comprensión.

- I. Identifica con un aspa el término genético al que hace referencia cada enunciado.
 1. Momento en el que se produce la apertura del botón floral.
 - a) apomixis b) casmogamia c) cleistogamia d) antesis e) androgénesis
 2. En el proceso de hibridación, la unión de los gametos masculino y femenino, se denomina:
 - a) polinización b) fertilización c) gametogénesis d) fecundación e) híbrido
 3. Proceso mediante el cual las células sexuales presentan nuevas asociaciones génicas.
 - a) Meiosis b) segregación c) interacción d) recombinación e) mutación
 4. El procedimiento que se realiza durante la polinización artificial, para extraer los órganos sexuales masculinos y así evitar interferencia de polen es la:
 - a) partenocarpia b) emasculación c) extirpación d) antesis e) polinización
 5. La obtención de la F₂, F₃, F₄, etc. se realiza mediante un proceso de:
 - a) autofecundación b) hibridación c) cruzamiento d) polinización e) fecundación
 6. El apareamiento de cromátidas hermanas que ocurre durante la meiosis I, se denomina:
 - a) profase b) sinapsis c) diada d) quiasma e) tétrada
 7. El cruzamiento que se realiza con la finalidad de determinar genotipos desconocidos es:
 - a) Autofecundación b) de prueba c) retrocruza d) parental e) de linaje
 8. En la hibridación, la condición genética de los progenitores para obtener la F₁ es que sean:
 - a) Heterocigotas b) dominantes c) homocigotas opuestos d) recesivos e) codominantes
 9. La etapa de la profase I en el que se produce la recombinación de genes corresponde al:
 - a) diplonema b) cigonema c) paquinema d) diacinesis e) heterocigota

- II.** Analiza el siguiente caso e indica el fenotipo según la dominancia que se indica. El dondiego de noche es una especie que presenta diversidad de colores vistosos. Juan dispone de dos líneas puras de esta especie, una de ellas, de color rojo y la otra de color amarillo. Como no sabe el tipo de dominancia para el color de flores, realiza los cruzamientos necesarios. Indica el fenotipo del color de flor que presentará la F1 si el carácter fuese:
1. Dominante intermedio
 2. Codominante
 3. Dominante completo
- III.** Indica el caso en el que se presenta las siguientes proporciones de segregación fenotípica.
1. 3:1.....
 2. 1:2:1
 3. 9:3:3:1
 4. 1:1:1:1
- IV.** Indica el caso en el que se presenta las siguientes proporciones de segregación genotípica.
3. 1:1
 4. 1:2:1
 5. 1:1:1:1
 6. 1.....
- V.** Indica los métodos de resolución de problemas genéticos y describe brevemente el fundamento en el que se basa dicho método.
- a)
 - b)
 - c)
 - d)
 - e)
- VI.** En el gráfico se especifica el loci de tres genes. Según el principio de recombinación génica, esquematiza los tipos de gametos que se originará a partir del cromosoma indicado, especificando los tipos paternos y recombinantes resultantes.



VII. Resuelve los siguientes problemas de herencia genética, detallando el procedimiento utilizado.

1. Luisa tiene cuatro ratones. La hembra A, de pelo blanco, cruzada con un macho de pelo negro, toda su descendencia es de pelo blanco. La hembra B, también de pelo blanco cruzada con un macho de pelo negro tiene descendencia formada por 5 ratones de pelo blanco y 5 de pelo negro. ¿Cuál de las hembras será homocigota y cuál heterocigota? Esquematiza las cruces indicando el genotipo de progenitores y de los grupos de crías.
2. Carlos tiene una tienda de canes y sabe que el pelo rizado (**R**_) domina sobre el liso (**rr**); y el pelaje oscuro (**P**_), sobre el claro (**pp**). Determina las proporciones fenotípicas y genotípicas que se podría presentar la descendencia de un cruzamiento de una hembra heterocigota de pelaje rizado y de color claro, con un macho heterocigota para ambos caracteres.
3. En la alverja, las semillas de color verde, **G**, son dominantes sobre las amarillas, **g**; la textura lisa, **R**, dominante sobre las rugosas, **r**; y el tallo **T**, sobre las enanas **t**. Determina las proporciones fenotípicas y genotípicas que resultará de un cruzamiento de prueba.
4. En el tomate, el fruto rojo es dominante sobre el amarillo, el fruto biloculado sobre el multiloculado y el tallo alto sobre el enano. Un cultivador posee razas puras de plantas rojas, biloculadas y enanas y de plantas amarillas, multiloculadas y altas. Desea una raza de plantas rojas, multiloculadas y altas. Si cruza sus dos razas y obtiene las generaciones F1 y F2, ¿qué proporción de la F2 tendrá el aspecto del tipo que él desea?, ¿qué proporción de ésta será homocigótica para los tres caracteres?

VIII. Se dispone de líneas puras de dos variedades de arveja. La variedad A se utilizará como progenitor masculino y la variedad B como progenitor femenino. Indica brevemente el procedimiento secuencial para realizar un cruzamiento para obtener semilla híbrida.

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)
- f)
- g)

IX. Valora cada una de las alternativas según consideres la importancia que tienen como fuente de variabilidad para el mejoramiento vegetal.

Fuente de variabilidad	Valoración		
	Alto 3	Medio 2	Bajo 1
Transgénicos			
Mutación			
Hibridación			
Injertación			
Clonación			

X. De acuerdo a los criterios relacionados con la recombinación génica y la influencia que tiene este proceso en el mejoramiento de plantas. Según consideres que la proposición es verdadera o falsa, indica en el paréntesis correspondiente una (V) o (F) respectivamente.

- a) La heterocigosis origina mayores formas recombinantes ()
- b) A menor frecuencia de recombinación, mayor es la posibilidad de evolución ()
- c) Cuanto más variable es un carácter, menor es su uso en el mejoramiento ()
- d) A menor homocigosis, mayores son las formas recombinantes que origina ()
- e) La recombinación es fuente de variabilidad para la segregación gamética ()

XI. Indica una bibliografía utilizada para el curso de genética y el tema consultado.

.....

ANEXO 6

Escala de Likert para valoración de la enseñanza modular

De acuerdo al criterio que consideres respecto a la influencia de la enseñanza modular en el logro de la competencia resolución de problemas de genética mendeliana, se agradece valorar los criterios que se presentan en siguiente tabla de apreciación, según la escala que se indica

5	4	3	2	1
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

N°	Criterios	5	4	3	2	1
1	La organización de los módulos es coherente con el tema propuesto					
2	La sucesión lógica de los temas modulares facilita el aprendizaje					
3	La enseñanza modular desarrolló mi capacidad cognitiva					
4	El conjunto de módulos garantiza el logro de la competencia					
5	El contenido temático está redactado con lenguaje comprensible					
6	Los ejemplos considerados facilitan la comprensión del tema					
7	Es preferible la enseñanza modular a la enseñanza expositiva					
8	La enseñanza modular desarrolló mi capacidad actitudinal					
9	La diversidad de ejercicios propuestos refuerza el desarrollo de capacidades					
10	La enseñanza modular desarrolló mi capacidad procedimental					
11	El módulo integra coherentemente el contenido teórico con las actividades procedimentales y actitudinales					
12	El contenido modular es suficiente para el logro de la capacidad propuesta					
13	Los instrumentos de evaluación garantizan imparcialidad en la calificación					
14	La diversidad de instrumentos utilizados en la evaluación permite demostrar el logro de capacidades					
15	Los ítems considerados en las evaluaciones son pertinentes a los temas desarrollados					
16	La enseñanza modular ha desarrollado mis competencias para la resolución de problemas de genética mendeliana					
17	Con la enseñanza expositiva hubiese desarrollado mejor mis competencias para la resolución de problemas de genética mendeliana					

ANEXO 7

Lista de cotejo para evaluar comprensión del significado de terminología genética relacionada con recombinación, segregación, hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres

Estudiante	Dominio de terminología específica sobre temas de:																								Valoración	
	Hibridación						Cruzamiento						Recombinación/Segregación						Dominancia de caracteres							
	I1		I2		I4		I5		I7		I8		I3		I6		I9		II1		II2		II3			
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16																										
17																										
18																										
19																										
20																										
21																										
22																										
23																										
Σ																										

ANEXO 8

Lista de cotejo para evaluar conocimiento de proporciones de segregación fenotípica, genotípica y métodos de resolución de problemas

Estudiante	Conocimiento de proporciones segregación								Conocimiento de métodos de resolución de problemas (V)										Valoración
	Fenotipo (III)				Genotipo (IV)				Gráfico		Tablero		Algebraic.		Fenotipo		Genotipo		
	3:1		9:3:3:1		1:2:1		1:1:1:1		S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
Σ																			

ANEXO 9

Lista de cotejo para evaluar esquematización del proceso de recombinación génica para determinar segregación gamética

Estudiantes	Criterios procedimentales para determinar recombinación en segregación de gametos (VI)										VALORACIÓN	
	Indica locus génicos		Grafica quiasmas		Determina Tipos Recomb.		Determina Tipos Paternos		Determina gametos segregantes			
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
Σ												

ANEXO 10

Lista de cotejo para evaluar el proceso de resolución de problemas monohíbridos, dihíbridos, polihíbridos y determinación de genotipos de progenitores

Estudiantes	Criterios procedimentales considerados en la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica fenotipo de Progenitores		Indica genotipo de Progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones de segregación		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
Σ																	

ANEXO 11

Lista de cotejo para evaluar las etapas del proceso de hibridación que realiza el estudiante

Estudiantes	Criterios procedimentales considerados para la hibridación														Valoración	
	Elige progenitores		Selecciona el botón floral		Ejecuta la antesis		Realiza la emasculación		Ejecuta la polinización		Protege la flor polinizada		Identifica las cruzas			
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
Σ																

ANEXO 12

Lista de cotejo para evaluar la valoración que realiza el estudiante sobre la recombinación génica como fuente de variabilidad

Estudiantes	Criterios para valoración de la recombinación como fuente de variabilidad												Valoración	
	Mejor opción de variabilidad		Influye la homocigosis		Incide en la evolución		Uso en el mejoramiento		Influye la heterocigosis		Origina diversas comb. gam.			
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
Σ														

ANEXO 13

Lista de cotejo para evaluación actitudinal del estudiante referente a su interés por aprender

Estudiantes	Criterios actitudinales de demostración del interés por aprender												Valoración
	Expresa opinión sobre el tema		Participa activamente en clases		Pregunta cuando tiene duda		Consulta bibliografía		Muestra interés por el tema		Asiste a tutoría académica		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
Σ													

ANEXO 14

Lista de cotejo para evaluación actitudinal de la responsabilidad académica del estudiante

Estudiantes	Criterios actitudinales en el desempeño responsable como estudiante												Valoración	
	Asiste con puntualidad a clases teóricas		Asiste con puntualidad a clases prácticas		Entrega trabajos en la fecha establecida		Busca eficiencia en lo que realiza		Cumple el compromiso que asume		Demuestra honestidad en la evaluación			
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
Σ														

ANEXO 15

Lista de cotejo para evaluación actitudinal del estudiante, en relación con el desempeño del trabajo colaborativo en equipo

Estudiantes	Criterios actitudinales en el desempeño de trabajo colaborativo												Valoración	
	Aporta ideas para solucionar dificultades		Muestra interés por el trabajo asignado		Respeto la opinión de sus compañeros		Propicia la eficiencia en el trabajo		Facilita la integración del equipo		Demuestra solidaridad para lograr objetivos			
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
Σ														

ANEXO 16

Lista de cotejo para evaluación de la apreciación de los estudiantes, en relación con la enseñanza modular

N°	CRITERIOS EVALUADOS																
	Organización			Contenido			Evaluación			Desarrolla Capacidad			Apreciación General			Preferencia	
	1	2	11	5	6	9	13	14	15	3	8	10	4	12	16	7	17
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	

ANEXO 17



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 1

INFORMACIÓN GENERAL	
Asignatura	Genética
Código	2102
Año	Segundo
Semestre	I
Ciclo	III
Aula	2102
Duración	3 h pedagógicas teóricas: miércoles 08:00 – 10:15 2 h pedagógicas prácticas: martes 15:00 – 16:30 1 h pedagógica de tutoría académica:
Docente	Ing. Edwin R. Vidal Jaimes
Fecha	23 de mayo de 2018

TEMA
Meiosis: recombinación génica y segregación de gametos

CAPACIDADES DEL APRENDIZAJE ESPERADO		
COGNOSCITIVO	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL
<ul style="list-style-type: none"> Comprende los mecanismos de recombinación Determina formas recombinantes en gametos 	<ul style="list-style-type: none"> Esquematiza el proceso de recombinación génica Resuelve problemas de recombinación y segregación Grafica la gametogénesis con recombinación 	<ul style="list-style-type: none"> Reflexiona sobre la importancia de la recombinación génica Valora las consecuencias de la recombinación

SECUENCIA METODOLÓGICA			
SECUENCIA DIDÁCTICA	CONTENIDOS	RECURSOS	TIEMPO
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> El docente expone los contenidos y capacidades de la sesión programada Motivación sobre la recombinación de genes mediante el análisis reflexivo del video “meiosis y recombinación” Formación por afinidad de equipos de trabajo para debatir el tema Recojo de saberes previos con preguntas referidas a las posibles razones del origen de la semejanza y diferencia entre padres e hijos 	<ul style="list-style-type: none"> Docente Estudiantes Audiovisual 	30 min

	<ul style="list-style-type: none"> Formulación de interrogantes y respuestas en función al video 		
Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> Lectura individual del módulo "meiosis y recombinación" Análisis, debate y consolidación de contenidos sobre el mecanismo y resultado de la recombinación genética El docente entrega un problema para determinar segregaciones Los equipos elaboran conclusiones sobre el tema 	<ul style="list-style-type: none"> Estudiantes Módulo 	60 min
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> Cada equipo expone la resolución del problema y conclusiones socializadas durante la fase anterior Responden inquietudes de los otros equipos Reflexionan sobre el aprendizaje y el posterior uso del nuevo conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> Estudiantes Cartulinas de color Plumones Tijera Pegamento 	90 min
Tutoría académica	<ul style="list-style-type: none"> Se despejan dudas que expresan los participantes Se explican criterios que no fueron evidenciados en la exposición 	<ul style="list-style-type: none"> Docente Multimedia Pizarra Plumón 	45 min
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de recombinaciones Tipos recombinantes Formación de gametos recombinantes 	<ul style="list-style-type: none"> Exposición Prueba escrita 	45 min

EVALUACIÓN			
INDICADORES DE LOGRO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	MOMENTO DE APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> Esquematiza el proceso de recombinación Resuelve problemas para determinar cantidad y formas recombinantes Grafica la gametogénesis con recombinación 	<ul style="list-style-type: none"> Oral Escrito 	<ul style="list-style-type: none"> Prueba escrita 	<ul style="list-style-type: none"> Durante Final

Bibliografía

- Levine R.P. 1997. Genética. 4° Ed. C.E.C.S.A. México. 237 p.
- Smith-Keary, P.F. 1996. Genética. Estructura y Función. Publicaciones Cultural S.A. México. 366 p.
- Srb, A. M. et al. 1998. Genética General. Omega. Barcelona. 632 p.
- Stansfield, D.W 2008. Genética. McGraw-Hil Interamericana. México. 574 p.

Ing. Edwin Vidal Jaimés
DOCENTE

ANEXO 18



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 2

INFORMACIÓN GENERAL	
Asignatura	Genética
Código	2102
Año	Segundo
Semestre	I
Ciclo	III
Aula	2102
Duración	3 h pedagógicas teóricas: miércoles 08:00 – 10:15 2 h pedagógicas prácticas: martes 15:00 – 16:30 1 h pedagógica de tutoría académica:
Docente	Ing. Edwin R. Vidal Jaimes
Fecha	30 de mayo de 2018

TEMA
Experimentos de Mendel y expresión genética de caracteres

CAPACIDADES DEL APRENDIZAJE ESPERADO		
COGNOSCITIVO	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL
<ul style="list-style-type: none"> Comprende el trabajo realizado por G. Mendel Discrimina los tipos de caracteres Identifica la dominancia de caracteres 	<ul style="list-style-type: none"> Explica el mecanismo de expresión de caracteres Utiliza símbolos para representar dominancia de caracteres 	<ul style="list-style-type: none"> Demuestra interés por aprender el tema Valora el trabajo realizado por Mendel

SECUENCIA METODOLÓGICA			
SECUENCIA DIDÁCTICA	CONTENIDOS	RECURSOS	TIEMPO
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> El docente expone los contenidos y capacidades de la sesión programada Motivación sobre los experimentos de hibridación de Mendel y la expresión de caracteres mediante la observación analítica, crítica y reflexiva de plantas de <i>Pisum sativum</i> Formación de equipos de trabajo para debatir el tema 	<ul style="list-style-type: none"> Docente Estudiantes Audiovisual 	30 min

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recojo de saberes previos con preguntas referidas a los caracteres fenotípicos de <i>Pisum sativum</i> 		
Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lectura individual del módulo "experimentos de Mendel" ▪ Análisis, debate y consolidación de contenidos cognoscitivos sobre los experimentos de Mendel y la expresión de caracteres ▪ Cada equipo elabora esquemas, resumen y conclusiones sobre el tema 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudiantes ▪ Módulo 	60 min
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cada equipo presenta y expone el trabajo realizado con conclusiones sobre los experimentos de Mendel y la expresión de caracteres ▪ Responden inquietudes de los otros equipos de trabajo ▪ Reflexionan sobre el aprendizaje y utilidad futura del nuevo conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudiantes ▪ Cartulinas de color ▪ Plumones ▪ Tijera ▪ Pegamento 	90 min
Tutoría	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se despejan dudas que expresan los participantes ▪ Se explican criterios que no fueron evidenciados en la exposición 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Docente ▪ Multimedia ▪ Pizarra ▪ Plumón 	45 min
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expresión del carácter ▪ Clasificación de caracteres ▪ Representación simbólica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposición ▪ Prueba escrita 	45 min

EVALUACIÓN			
INDICADORES DE LOGRO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	MOMENTO DE APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Explica el mecanismo de la expresión de caracteres ▪ Discrimina tipos de caracteres ▪ Identifica el tipo de dominancia de los caracteres ▪ Representa simbólicamente los caracteres 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oral ▪ Escrito 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prueba escrita 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Final

Bibliografía

- Griffiths, A.J.F, Miller J.H, Suzuki D.T., Lewontin R. C. y Gelbart W.M. 2002. Genética Traducción de la 7ª edición inglesa. McGraw-Hill/Interamericana, Madrid.
- Sinnot, E.W. 1998. Principios de Genética. Omega. Barcelona. 581 p.
- Srb, A. M. et al. 1998. Genética General. Omega. Barcelona. 632 p.
- Stansfield, D.W 2008. Genética. McGraw-Hill Interamericana. México. 574 p.

Ing. Edwin Vidal Jaimés
DOCENTE

ANEXO 19



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



SESIÓN DE APRENDIZAJE N° 3

INFORMACIÓN GENERAL	
Asignatura	Genética
Código	2102
Año	Segundo
Semestre	I
Ciclo	III
Aula	2102
Duración	3 h pedagógicas teóricas: miércoles 08:00 – 10:15 2 h pedagógicas prácticas: martes 15:00 – 16:30 1 h pedagógica de tutoría académica:
Docente	Ing. Edwin R. Vidal Jaimes
Fecha	13 de junio de 2018

TEMA
Casos de cruzamientos monohibridismo

CAPACIDADES DEL APRENDIZAJE ESPERADO		
COGNOSCITIVO	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL
<ul style="list-style-type: none"> Identifica genotipo y fenotipo de progenitores y descendientes Interpreta tipo de dominancia Analiza proporciones de cruzas monohíbridas 	<ul style="list-style-type: none"> Resuelve problemas de cruzas monohíbridas con dominancia completa, parcial y codominante Resuelve problemas de análisis de descendencia monohíbrida para determinar de genotipo de progenitores 	<ul style="list-style-type: none"> Reflexiona sobre la variación

SECUENCIA METODOLÓGICA			
SECUENCIA DIDÁCTICA	CONTENIDOS	RECURSOS	TIEMPO
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> El docente expone los contenidos y capacidades de la sesión programada Motivación sobre los casos monohíbridos mediante el análisis crítico y reflexivo de muestras de semillas de <i>Pisum sativum</i> Formación de equipos de trabajo Recojo de saberes previos con preguntas referidas a la herencia de caracteres del material observado 	<ul style="list-style-type: none"> Docente Estudiantes Audiovisual 	30 min

Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lectura individual del módulo “genética mendeliana. Monohibridismo” ▪ Análisis, debate y consolidación de contenidos cognoscitivos sobre los casos de monohibridismo ▪ El docente entrega un conjunto de problemas para resolución ▪ Cada equipo elabora esquemas de cruzamiento monohíbrido 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudiantes ▪ Módulo 	45 min
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cada equipo expone el proceso de resolución de problemas y conclusiones socializadas durante la fase anterior ▪ Responden inquietudes de los otros equipos de trabajo ▪ Reflexionan sobre el aprendizaje y utilidad futura del nuevo conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudiantes ▪ Cartulinas de color ▪ Plumones ▪ Tijera ▪ Pegamento 	90 min
Tutoría académica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se despejan dudas personales que expresan los participantes ▪ Se explican criterios que no fueron evidenciados en la exposición utilizando una presentación en ppt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Docente ▪ Multimedia ▪ Pizarra ▪ Plumón 	45 min
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemas sobre F1, F2, Cruzamiento de Prueba y Retrocruzamiento con diferentes tipos de dominancia ▪ Problemas sobre determinación de genotipo de progenitores ▪ Determinación de proporciones de segregación fenotípica y genotípica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposición ▪ Prueba escrita 	60 min

EVALUACIÓN			
INDICADORES DE LOGRO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	MOMENTO DE APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deduce proporciones de segregación fenotípica y genotípica ▪ Resuelve problemas de cruzamientos para obtener F1, F2, CP, RC y expresa en proporciones genotipo y fenotipo ▪ Resuelve problemas sobre determinación de genotipo de progenitores ▪ Aplica principios metodológicos para resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oral ▪ Escrito 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prueba escrita 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durante ▪ Final

Bibliografía

Sinnot, E.W. 1998. Principios de Genética. Omega. Barcelona. 581 p.
 Srb, A. M. et al. 1998. Genética General. Omega. Barcelona. 632 p.
 Stansfield, D.W 2008. Genética. McGraw-Hil Interamericana. México. 574 p.
<http://www.ucm.es/info/genetica/grupod/index.htm>

Ing. Edwin Vidal Jaimes
DOCENTE

ANEXO 20



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



SESIÓN DE APRENDIZAJE TEÓRICO N° 4

INFORMACIÓN GENERAL	
Asignatura	Genética
Código	2102
Año	Segundo
Semestre	I
Ciclo	III
Aula	2102
Duración	3 h pedagógicas teóricas: miércoles 08:00 – 10:15 2 h pedagógicas prácticas: martes 15:00 – 16:30 1 h pedagógica de tutoría académica:
Docente	Ing. Edwin R. Vidal Jaimes
Fecha	20 de junio de 2018

TEMA
Métodos de resolución de problemas

CAPACIDADES DEL APRENDIZAJE ESPERADO		
COGNOSCITIVO	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL
<ul style="list-style-type: none"> Analiza poblaciones segregantes Identifica proporciones genotípicas y fenotípicas en progenitores y descendientes según tipo de dominancia 	<ul style="list-style-type: none"> Resuelve problemas aplicando proporciones de segregación en diferentes tipos de cruzas con dominancia completa, parcial y codominancia 	<ul style="list-style-type: none"> Reflexiona sobre los métodos utilizados

SECUENCIA METODOLÓGICA			
SECUENCIA DIDÁCTICA	CONTENIDOS	RECURSOS	TIEMPO
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> El docente expone los contenidos y capacidades de la sesión programada Motivación sobre los casos de poblaciones observadas en plantas y animales Formación de equipos de trabajo Recojo de saberes previos con preguntas referidas a proporciones obtenidas en clases anteriores 	<ul style="list-style-type: none"> Docente Estudiantes Audiovisual 	30 min

Proceso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lectura individual del módulo “métodos de resolución de problemas” ▪ Análisis, debate y consolidación de contenidos cognoscitivos sobre los métodos gráficos, algebraicos y del tablero ▪ El docente entrega un conjunto de problemas para resolución ▪ Cada equipo elabora esquemas de cruzamiento dihíbrido 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudiantes ▪ Módulo 	60 min
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cada equipo expone el proceso de resolución de problemas y conclusiones socializadas durante la fase anterior ▪ Responden inquietudes de los otros equipos de trabajo ▪ Reflexionan sobre el aprendizaje y utilidad futura del nuevo conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudiantes ▪ Cartulinas de color ▪ Plumones ▪ Tijera ▪ Pegamento 	75 min
Tutoría académica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se despejan dudas personales que expresan los participantes ▪ Se explican criterios que no fueron evidenciados en la exposición 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Docente ▪ Multimedia ▪ Pizarra ▪ Plumón 	45 min
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemas sobre cruzamientos diversos con diferentes tipos de dominancia utilizando los métodos aprendidos ▪ Problemas sobre determinación de genotipo de progenitores ▪ Determinación de proporciones de segregación fenotípica y genotípica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prueba escrita 	60 min

EVALUACIÓN			
INDICADORES DE LOGRO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	MOMENTO DE APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplica los métodos según contexto del problema ▪ Deduce proporciones de segregación fenotípica y genotípica ▪ Resuelve problemas sobre determinación de genotipo de progenitores ▪ Aplica principios metodológicos para resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oral ▪ Escrito 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prueba escrita 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Final

Bibliografía

- Sinnot, E.W. 1998. Principios de Genética. Omega. Barcelona. 581 p.
 Srb, A. M. et al. 1998. Genética General. Omega. Barcelona. 632 p.
 Stansfield, D.W 2008. Genética. McGraw-Hil Interamericana. México. 574 p.

Ing. Edwin Vidal Jaimés
DOCENTE

ANEXO 21



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



SESIÓN DE APRENDIZAJE TEÓRICO N° 5

INFORMACIÓN GENERAL	
Asignatura	Genética
Código	2102
Año	Segundo
Semestre	I
Ciclo	III
Aula	2102
Duración	3 h pedagógicas teóricas: miércoles 08:00 – 10:15 2 h pedagógicas prácticas: martes 15:00 – 16:30 1 h pedagógica de tutoría académica:
Docente	Ing. Edwin R. Vidal Jaimes
Fecha	27 de junio de 2018

TEMA
Casos de cruzamientos dihíbridos y polihíbridos

CAPACIDADES DEL APRENDIZAJE ESPERADO		
COGNOSCITIVO	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL
<ul style="list-style-type: none"> Identifica genotipo y fenotipo de progenitores y descendientes Interpreta el tipo de dominancia Analiza proporciones de cruza dihíbridas 	<ul style="list-style-type: none"> Resuelve problemas de cruza dihíbridos con dominancia completa, parcial y codominancia Resuelve problemas de dihibridismo para determinación de genotipo de progenitores 	<ul style="list-style-type: none"> Reflexiona sobre la variación

SECUENCIA METODOLÓGICA			
SECUENCIA DIDÁCTICA	CONTENIDOS	RECURSOS	TIEMPO
Inicio	<ul style="list-style-type: none"> El docente expone los contenidos y capacidades de la sesión programada Motivación sobre los casos dihíbridos mediante el análisis crítico y reflexivo de muestras de semillas de <i>Pisum sativum</i> Formación de equipos de trabajo Recojo de saberes previos con preguntas referidas a la herencia de caracteres del material observado 	<ul style="list-style-type: none"> Docente Estudiantes Audiovisual 	30 min

Proceso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lectura individual del módulo "Dihibridismo" ▪ Análisis, debate y consolidación de contenidos cognoscitivos sobre los casos de dihibridismo ▪ El docente entrega un conjunto de problemas para resolución ▪ Cada equipo elabora esquemas de cruzamiento dihíbrido 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudiantes ▪ Módulo 	45 min
Cierre	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cada equipo expone el proceso de resolución de problemas y conclusiones socializadas durante la fase anterior ▪ Responden inquietudes de los otros equipos de trabajo ▪ Reflexionan sobre el aprendizaje y utilidad futura del nuevo conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudiantes ▪ Cartulinas de color ▪ Plumones ▪ Tijera ▪ Pegamento 	90 min
Tutoría académica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se despejan dudas personales que expresan los participantes ▪ Se explican criterios que no fueron evidenciados en la exposición 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Docente ▪ Multimedia ▪ Pizarra ▪ Plumón 	45 min
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemas sobre F1, F2, Cruzamiento de Prueba y Retrocruzamiento con diferentes tipos de dominancia ▪ Problemas sobre determinación de genotipo de progenitores ▪ Determinación de proporciones de segregación fenotípica y genotípica 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposición ▪ Prueba escrita 	60 min

EVALUACIÓN			
INDICADORES DE LOGRO	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	MOMENTO DE APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deduce proporciones de segregación fenotípica y genotípica ▪ Resuelve problemas de cruzamiento para obtener F1, F2, CP, RC expresa proporciones del genotipo y fenotipo ▪ Resuelve problemas de análisis de descendencia para determinar genotipo de progenitores ▪ Aplica metodologías para resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oral ▪ Escrito 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exposición ▪ Prueba escrita 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durante ▪ Final

Bibliografía

Sinnot, E.W. 1998. Principios de Genética. Omega. Barcelona. 581 p.
 Srb, A. M. et al. 1998. Genética General. Omega. Barcelona. 632 p.
 Stansfield, D.W 2008. Genética. McGraw-Hil Interamericana. México. 574 p.
http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/bio_ejercicios.htm

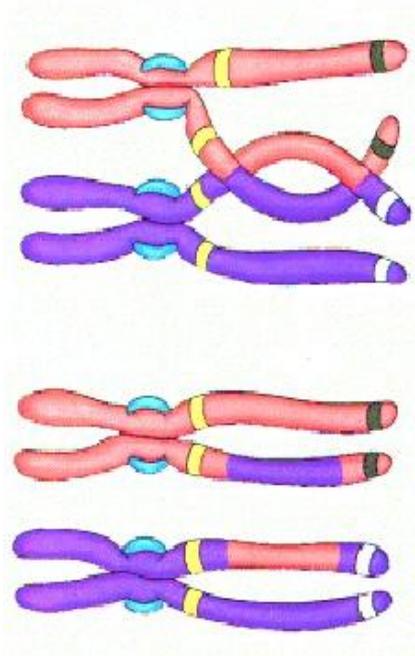
Ing. Edwin Vidal Jaimés
DOCENTE

ANEXO 22

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



CURSO DE GENÉTICA

MÓDULO 1

RECOMBINACIÓN GÉNICA

Docente: Ing. Edwin Vidal Jaimes

Huánuco - 2018

INTRODUCCIÓN

La herencia de la vida terrestre se rige por los mismos principios y mecanismos biológicos tanto en los seres inferiores (procariotas) como en los superiores (eucariotas). Estos principios no fueron conocidos, sino hasta después del redescubrimiento del trabajo de Gregorio Mendel, considerado como el Padre de la Genética, porque en base a la investigación que realizó en arvejas (*Pisum sativum*) publicó los alcances de la herencia bajo el título de *Experimentos de Hibridación en Plantas*, cuando aún no se tenía conocimiento de qué era lo que determinaba el parecido y la diferencia entre padres e hijos, inquietud que en el pasado despertó gran interés y sirvió para postular diversas teorías.

A partir del trabajo de Mendel, se pudo conocer con certeza que, determinados caracteres se heredan en proporciones conocidas, pudiendo establecer predicciones en la descendencia o a partir de estos poder inferir la constitución genética de los progenitores. El trabajo de Mendel fue el punto de partida para el despegue de la ciencia de la herencia, porque permitió establecer que lo que él denominó “factor”, luego conocido como genes, era en definitiva el responsable de la herencia de todos los caracteres que transmiten los padres a los hijos, que, bajo determinadas combinaciones, son los responsables de que los descendientes se parezcan más a uno que a otro progenitor o que no se parezcan a ninguno.

Los principios establecidos por Mendel se aplican tanto a caracteres que presentan los animales, vegetales y humanos, por lo que la genética mendeliana es considerada como la base para explicar la herencia en otros caracteres de naturaleza cuantitativa, por ello, es de importancia académica tener no solo conocimiento, sino también dominio de la genética clásica para poder comprender la herencia de otros caracteres denominados como “herencia no mendeliana”

El conjunto de módulos de genética, preparado para los estudiantes de Ingeniería Agronómica, está elaborado con lenguaje asequible, con la finalidad de que quienes hagan uso dispongan de bibliografía que facilite el aprendizaje a través del desarrollo de capacidades necesarias para lograr la competencia de resolución de problemas para aplicar al mejoramiento vegetal.

Este primer módulo trata de los mecanismos de la recombinación genética durante la formación de gametos de los organismos de reproducción

sexual, proceso que es fuente de variabilidad que luego se verá expresada en la descendencia.

COMPETENCIA Y CAPACIDADES

Con el presente módulo, se plantea que el estudiante adquiera la competencia de *explicar los mecanismos de recombinación génica en la segregación de gametos, para resolver problemas de herencia, valorando las consecuencias de la recombinación en la variabilidad de caracteres.*

Para ello, en base a los conocimientos específicos, las capacidades que el estudiante debe evidenciar son:

- 1) Comprender el significado de terminología genética relacionada con la recombinación y segregación para interpretar información científica y resolver adecuadamente problemas de herencia
- 2) Esquematizar el proceso de recombinación génica en la segregación de gametos.
- 3) Valorar la recombinación génica como fuente de variabilidad para el mejoramiento

MEIOSIS Y GAMETOGÉNESIS

El proceso que origina los gametos, ocurre sin excepción en todos los seres de reproducción sexual, tanto animal como vegetal, y tiene lugar durante la gametogénesis. La formación de gametos masculinos o espermatozoides, se denomina espermatogénesis; en cambio, la formación de gametos femeninos u óvulos, se denomina ovogénesis. En los vegetales, se denomina microesporogénesis a la formación del gameto masculino o polen; y macroesporogénesis a la formación de la macrospora u óvulo.

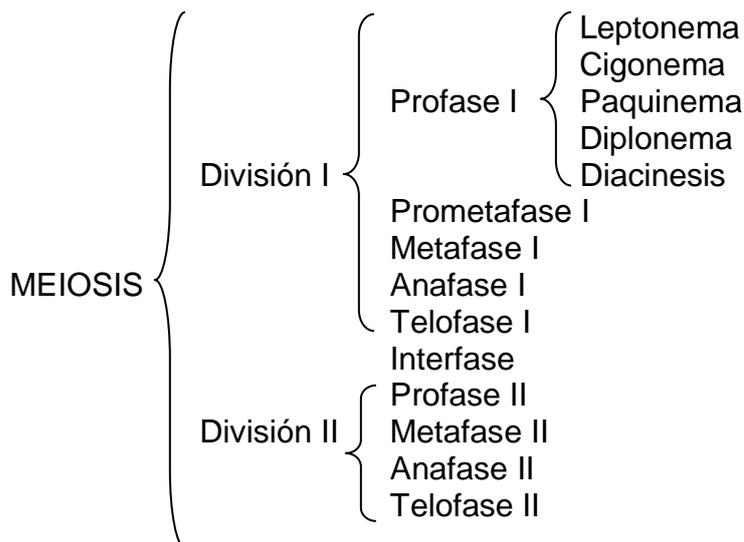
La meiosis consiste en dos divisiones nucleares que no sólo implica reducción del número de cromosomas, sino que también se produce la atracción, apareamiento, intercambio y finalmente, la separación de los cromosomas homólogos paternos y maternos, con el conjunto de genes.

Las células germinales se originan en algunas especies en la etapa de blástula y a partir de estas células iniciales, por división dan origen a las células somáticas y germinales. Estas últimas, originan por repetidas divisiones, las células primordiales citológicamente indiferenciadas, de aspecto semejante a cualquier célula somática embrionaria. Una vez constituidas las gónadas, las células germinativas primordiales se transforman, por lo general, en células goniales, que son las espermatogonias y ovogonias primarias; posteriormente,

por división se originan las gonias secundarias, las que después de dividirse por última vez inician el período de crecimiento. En el testículo, tales células hijas aumentan de volumen y se transforman en espermatocitos primarios. El crecimiento ocurre durante toda la profase del espermatocito I (primera división meiótica), resultan dos células o espermatocitos secundarios, los cuales se dividen otra vez (segunda división meiótica), resultando cuatro células o espermátidas que por diferenciación (espermiogénesis o espermateleosis), se transforman en espermatozoides. En el caso femenino, sigue el mismo esquema la formación de óvulos, con la diferencia de que, en vez de existir al final de todo el proceso cuatro células germinales, solo existe un óvulo funcional maduro, pues los otros tres son los cuerpos o corpúsculos polares o polocitos no funcionales que se reabsorben.

RECOMBINACIÓN EN LA MEIOSIS

El proceso meiótico, por lo general, se inicia tempranamente, en muchos casos, cuando el organismo aún está en desarrollo embrionario. Comprender la meiosis es fundamental para interpretar el mecanismo y función de la recombinación génica en la expresión de los caracteres, así como el proceso evolutivo. Las fases secuenciales, en resumen, son:



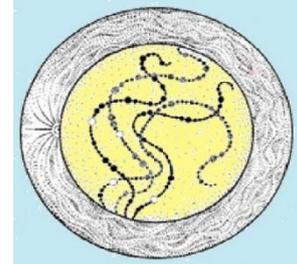
PROFASE I

En la etapa final de la telofase somática de la gonia, los cromosomas siguen ordenados como en la anafase. Existen casos en que no se pueden visualizar los cromosomas, debido a lo extremadamente delgado del cromonema. Esta etapa tiene mucha similitud con la profase temprana de la mitosis y comprende los siguientes estadios.

Leptonema

del griego *leptos*, delgado y *nema*, filamento. A medida que los cromosomas aparecen con más nitidez, como largos filamentos separados entre sí, en lugares fijos de su trayecto, se encuentra repartida, a manera de un rosario, una serie de cromómeros. La constancia en su ubicación y el tamaño sirven como criterio de clasificación cromosómica.

En muchos casos, el arreglo de los cromosomas leptoténicos es irregular, pero otras veces se hallan orientados con tendencia a polarizarse, dirigiendo uno o sus dos extremos hacia el borde del núcleo, próximo al centrosoma.

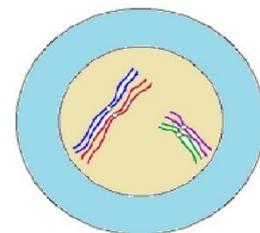


Modificado de: <http://elblogdelossegundos.blogspot.pe/2009/06/meiosis.html>

Al producirse la polarización de los extremos cromosómicos, estos se disponen en forma divergente, y se encuentran más juntos en la zona próxima al centrosoma que en los extremos distales, que divergen y se distienden por la cavidad nuclear en inflexiones muy variadas. Esta disposición peculiar ha recibido el nombre de "bouquet" (ramillete). En los vegetales no se forma este ramillete, sino que los cromosomas se adosan a un lado del núcleo.

Cigonema

Del griego *cygon*, adjunto y *nema* filamento. Se caracteriza por la atracción y acercamiento de los filamentos que los pone en contacto lateral, produciéndose la unión de cromosomas homólogos que se hallaban separados. Unas veces, los cromosomas se unen por sus extremos polarizados, continuando el apareamiento hasta la extremidad antipolar. En otros casos, el acercamiento tiene lugar en varios puntos, simultáneamente a lo largo del filamento, o bien queda interrumpido, por cuya circunstancia se dice que el apareamiento está localizado. El apareamiento que es preciso y específico, se denomina sinapsis, constituyendo el complejo sinaptoténico que es un ensamblaje macromolecular, localizado entre los cromosomas apareados (Griffiths et al. 2008).



Modificado de: <https://people.emich.edu/rwinning/genetics/meiosis2.htm>

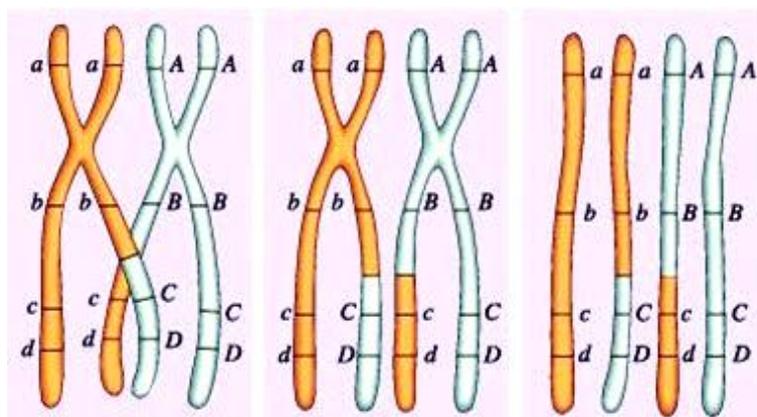
Paquinema

Del griego *pachus*, grueso y *nema*, filamento. Luego de completado el apareamiento, se constituye un doble filamento más corto y grueso, debido a una contracción longitudinal a medida que avanza la profase. El núcleo aparece con un grupo de filamentos dobles en número haploide.

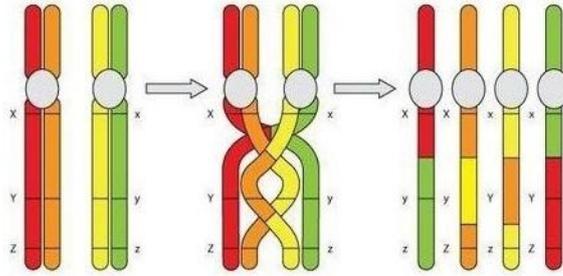
Se evidencia una exacta unión longitudinal de homólogos, evidenciando correspondencia entre los diferentes cromómeros, no sólo en el individuo, sino en las especies de un mismo género, hallándose una constancia en cuanto a tamaño, estructura y ubicación.

Cada cromosoma del doble elemento paquiténico tiene su centrómero independiente, de modo que cada bivalente tiene dos centrómeros. Más o menos a la mitad o final del paquiteno, sobreviene un cambio entre homólogos que consiste en un desdoblamiento lineal, que es visible en cada uno de ellos. Un bivalente paquiténico está compuesto de dos cromosomas homólogos, unidos en toda su extensión y desdoblados cada uno en dos cromátidas; esto significa que el elemento paquiténico, tiene cuatro cromátidas; las cromátidas de cada homólogo se conocen como "cromátidas hermanas" y son homólogas de las cromátidas del otro cromosoma. A este elemento compuesto de cuatro unidades se denomina tétrada, conocido también como bivalente por estar formada por dos díadas, cada una de las cuales está constituida por un par de cromátidas hermanas (Griffiths et al. 2008).

Casi simultáneamente a la duplicación longitudinal de cada cromosoma, se producen fracturas transversales en dos de las cromátidas homólogas, al mismo nivel e inmediatamente se intercambian en este punto ambos segmentos, que se sueldan acto seguido; de manera tal que dos cromátidas se intercambian y dos quedan intactas; este intercambio, sólo excepcionalmente tiene lugar entre cromátidas hermanas, lo corriente es que ocurra entre cromátidas distintas, es decir homólogas. El intercambio, consiste en: 1º una ruptura, 2º una transposición y 3º una fusión de los segmentos, de donde resulta que cada nueva cromátida intercambiada será mixta; es decir, tendrá segmentos de la otra.



Modificado de: <http://uaem-g0712.blogspot.pe/2009/12/entrecruzamiento.html>



Tomado de: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/208-meiosis-inheritance-and-variation>

Diplonema

Producido el desdoblamiento longitudinal, los homólogos comienzan a repelerse entre sí. Las dos cromátidas hermanas están más estrechamente unidas. La separación no es completa, sino que quedan unidos por puntos de intercambio, que aparecen como intersecciones o entrecruzamientos llamados quiasmas (del griego *khiasma cruz*) que mantienen unidas a las cromátidas.

El entrecruzamiento de cromátidas es resultado de un fenómeno genético consistente en el intercambio de segmentos cromosómicos entre sí, por lo tanto, el quiasma es consecuencia del "crossing-over". Los quiasmas, con pocas excepciones, ocurre en humanos, animales y vegetales, pero en número variable, observando cromosomas con un solo quiasma y otros hasta con trece.

El número de quiasmas, por lo general es proporcional a la longitud cromosómica, con algunas excepciones. En ciertos organismos, cromosomas cortos tienen casi la misma frecuencia de quiasmas que los largos. El desplazamiento de los quiasmas a lo largo del bivalente, desde el centrómero hasta los extremos, constituye el proceso de terminalización. Este movimiento es acompañado con la contracción longitudinal del bivalente, ocurriendo al mismo tiempo un tercer movimiento llamado rotación, condicionado en parte por la repulsión que produce la divergencia de los miembros homólogos del bivalente. Al igual que el paquinema, el diplonema también es de larga duración.

Diacinesis

Del griego *dia*, que significa *a través*. No existen diferencias marcadas entre el estadio precedente y éste; simplemente ocurre que los bivalentes se hallan más condensados y por lo tanto se tiñen más intensamente.



Modificado de <http://rparra1.wixsite.com/biologia-celular1/single-post/2013/04/21/MEIOSIS>

Las características de las demás fases, tanto en la primera como en la segunda división, en esencia, son similares a lo que ocurre durante la mitosis; por ello, no se detalla estos aspectos; sino que lo tratado corresponde exclusivamente al proceso de recombinación que segregará en la etapa final de la meiosis al formar las células germinales.

RESUMEN

La meiosis es una forma especial de división nuclear, en la cual el número diploide ($2n$) normal de cromosomas que presentan las células somáticas, incluido las especializadas que intervienen en este proceso, se reduce a un juego haploide (n) en cada gameto; por ello, también se conoce como división reduccional.

Lo destacado de esta división es la profase I donde se produce el entrecruzamiento y como consecuencia, la recombinación de uno o más genes que luego segregan en los gametos. La recombinación es la fuente natural más importante de la variabilidad genética, que luego servirá para el mejoramiento. Las demás etapas, son similares a la mitosis. Al final del proceso, se obtienen cuatro células germinales en los machos y uno en las hembras.

El número de recombinaciones que se produce en una segregación gamética, se calcula mediante la fórmula 2^n ; donde, "n" es el número de pares heterocigotas. La F1 de un tetrahíbrido (AaBbCcDd) formará en total $2^4 = 16$ tipos de gametos diferentes; un individuo AaBbCcdd, formará $2^3 = 8$ tipos diferentes; uno que posee el genotipo AaBbCCdd, segregará $2^2 = 4$ tipos. Entonces, se puede inferir que por cada par homocigota, la variabilidad gamética se reduce en 50%.

ACTIVIDADES PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES

1. Elabora un glosario desarrollando de manera concreta el significado de los siguientes términos genéticos referidos a la recombinación y segregación.

Acrocéntrico	Bivalente	Cromátida
Cromonema	Cromómero	Cromosoma
Díada	Diploide	Entrecruzamiento
Gameto	Genomio	Haploide
Intercinesis	Meiosis	Metacéntrico

Plasticidad genética	Quiasma	Recombinación
Segregación	Sinapsis	Somático
Telocéntrico	Tétrada	Variabilidad

2. Esquematiza la recombinación y segregación que se producirá durante la meiosis en organismos que presentan la siguiente constitución génica:
- | | |
|-------------|----------------|
| a) Dd EE Rr | d) HH Mm pp Rr |
| b) Aa Bb DD | e) Cc DD Ee ff |
| c) Dd Ff Gg | f) gg Hh Ss |
3. En base a la lectura y conclusiones del proceso, valora la importancia de la recombinación en la expresión de la diversidad de caracteres y su utilidad en el mejoramiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. 2009. Blog uaem experimento. Recuperado de: <http://uaemg0712.blogspot.pe/2009/12/entrecruzamiento.html>
- Anónimo. 2018. Blog de meiosis. Recuperado de: <http://elblogdelossegundos.blogspot.pe/2009/06/meiosis.html>
- Anónimo. 2018. Stages of Meiosis. Recuperado de: <https://people.emich.edu/rwinning/genetics/meiosis2.htm>
- Altamirano, D. 2013. Introducción a la biología celular. Recuperado de: <http://rparra1.wixsite.com/biologia-celular1/single-post/2013/04/21/MEIOSIS>
- Bastidas, A. 2018. Entrecruzamiento de dos puntos. Recuperado de: <https://upelbiogenetica.wordpress.com/2015/01/25/entrecruzamiento-de-dos-puntos/>
- Ceriani, C. 2018. Meiosis. Recuperado de <http://slideplayer.es/slide/3206762/>
- Dania, Y. 2009. Entrecruzamiento. Blog. Recuperado de: <http://saraglahemi.blogspot.pe/2009/12/entrecruzamiento.html>
- Griffiths A.J. F. et al. 2008. Genética. Novena Edición. Mc Graw Hill. Madrid
- Levine R.P. 1974. Genética. CECSA. México
- Rieger R., Michaelis A. y Green M. (s/f). Diccionario de genética y citogenética clásica y molecular. Alhambra.

ANEXO 23

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



CURSO DE GENÉTICA

MÓDULO 2

Experimentos de hibridación de Mendel

y

dominancia de caracteres

Docente: Ing. Edwin Vidal Jaimes

Huánuco – 2018

INTRODUCCIÓN

Antes de enunciar las Leyes de la Herencia, que fueron formuladas en base a la investigación realizada por Gregorio Mendel, es necesario explicar algunos aspectos del trabajo que desarrolló, el que posteriormente, condujo a la formulación de los principios hereditarios, de aplicación generalizada a todos los seres vivos.

La importancia del trabajo radica fundamentalmente en dos aspectos, el material vegetal utilizado en la hibridación y los métodos empleados para el análisis de las poblaciones segregantes; aspectos que hasta entonces no se habían considerado adecuadamente.

El "Padre de la Genética", como se le reconoce a Mendel, por ser quien sentó las bases de la herencia, mediante su trabajo de hibridación controlada en la arveja, llamada también guisante o chícharo (*Pisum sativum*). Mendel, sacerdote de la orden Agustina, realizó sus experimentos en el monasterio de Brunn, Moravia que en ese entonces pertenecía a una provincia de Austria y posteriormente a Checoslovaquia.

Para sus trabajos de hibridación, empleó 8 años que comprende desde 1856 hasta 1864, luego de los cuales sus resultados fueron publicados bajo el título de *Experimentos de hibridación en las plantas*, el mismo que fue leído en 1865, en reunión de la Sociedad de Historia Natural de Brunn, siendo publicado en las memorias de esta sociedad en el año 1866, pero sin que tenga la acogida que merecía un trabajo de tal naturaleza, por lo que pasó al olvido hasta 1900, fecha en la que fue redescubierto por otros investigadores.

Las leyes postuladas en base al trabajo de Mendel, tienen validez universal, ya que se cumple en todos los organismos, desde los inferiores hasta los superiores, incluyendo al hombre, animales y vegetales.

La genética mendeliana sirvió de fundamento para explicar la herencia de otros caracteres, en los cuales se cumplen las mismas leyes, pero no se expresan de la misma manera por cuanto su expresión no depende de un solo par alelomórfico independiente; sino que, en ellos, se puede darse una herencia epistática, con interacción génica, herencia ligada al sexo, herencia cuantitativa multifactorial o con ligamiento.

Por estas consideraciones, es fundamental y necesario el dominio de la genética mendeliana porque permitirá al estudiante enfocar las diversas opciones que existen en la resolución de problemas de la genética en general.

COMPETENCIA Y CAPACIDADES

En este módulo se plantea que el estudiante adquiera la competencia de *explicar la herencia y dominancia de caracteres a través del trabajo de hibridación desarrollado por Gregorio Mendel, replicando con responsabilidad el proceso de hibridación en Phaseolus vulgaris.*

En base a los conocimientos específicos, el estudiante debe evidenciar las siguientes capacidades:

- 4) Comprender el significado de terminología relacionada con hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres
- 5) Realizar el proceso de hibridación en *Phaseolus vulgaris*
- 6) Demostrar responsabilidad en el rol de estudiante

EL TRABAJO DE MENDEL

Sinnot et al (1977), presenta el texto completo de la investigación realizada por Gregorio Mendel, quien en la parte introductoria hace un recuento de los antecedentes y causas hasta ese entonces, de la falta de conclusiones valederas respecto a la herencia. Sobre el particular dice:

La experiencia de la fecundación artificial, tal como se efectúa en plantas ornamentales para obtener variaciones en su color, ha dado lugar a los experimentos que serán analizados aquí. La notable regularidad con la que las mismas formas híbridas siempre reaparecieron cada vez que hubo fecundación entre las mismas especies indujo a emprender los experimentos de más adelante, con el objeto de seguir el desarrollo de los híbridos en su progenie.

A este objetivo un gran número de observadores cuidadosos, como Kölreuter, Gärtner, Herbert, Lecoq, Wichura y otros, han dedicado parte de sus vidas con perseverancia inagotable. Gärtner especialmente en su trabajo *Die Bastarderzeugung im Pflanzenreiche*, ha registrado observaciones valiosas; y más recientemente Wichura publicó los resultados de algunas investigaciones profundas acerca de los híbridos del sauce. Que a estas alturas no se haya formulado con éxito ninguna ley general aplicable que gobierne la formación y desarrollo de los híbridos difícilmente sorprenderá a cualquiera que esté familiarizado con la extensión de la tarea, y pueda apreciar las dificultades con las que tienen que lidiar los experimentos de esta índole. Sólo podemos llegar a un veredicto final teniendo ante nosotros los resultados de experimentos detallados hechos en plantas pertenecientes a los más diversos órdenes.

Aquellos que escudriñen el trabajo hecho en este departamento llegarán a la convicción de que, entre los numerosos experimentos llevados a cabo, ninguno ha sido realizado hasta tal punto y de tal manera que permitan determinar el número de formas diferentes bajo el cual la descendencia de los híbridos aparece, o para organizar estas formas con certeza de acuerdo con sus linajes separados, o definitivamente para determinar sus relaciones estadísticas.

Ciertamente se requiere valor para realizar una labor tan extensa; no obstante, parece ser la única forma correcta de conseguir finalmente la solución a una pregunta la importancia de la cual en relación con la historia de la evolución de las formas orgánicas no puede subestimarse.

El artículo presentado a continuación recoge los resultados de un experimento así de detallado. Este experimento se limitó prácticamente a un pequeño grupo de plantas, y está ahora, después de una investigación de ocho años, concluido en lo esencial. Si el plan en base al cual estos experimentos separados fueron dirigidos y llevados a cabo era la mejor manera de conseguir el fin deseado se deja a decisión del lector.

En cuanto se refiere a las características del material vegetal utilizado y el procedimiento realizado, Mendel sostiene lo siguiente:

El valor y utilidad de cualquier experimento está determinado por la idoneidad del material para propósito para el que es usado, por lo que en el caso que nos ocupa no puede ser irrelevante qué plantas son sometidas a experimento y de qué manera tal experimento es llevado.

La selección del grupo de plantas que servirá para experimentos de este tipo debe ser hecha con todo el cuidado posible si se desea evitar desde un principio cualquier riesgo de resultados cuestionables.

Las plantas experimentales deben necesariamente:

1. Poseer características diferenciadoras constantes.
2. Los híbridos de estas plantas deben, durante el período de floración, estar protegidas de la influencia de todo polen externo, o ser fácilmente proporcionables de dicha protección.
3. Los híbridos y su descendencia no deben sufrir ninguna alteración notable en su fertilidad en las generaciones sucesivas.

La fecundación accidental por polen extraño, si ocurriese durante los experimentos y no fuese detectada, podría llevar a conclusiones totalmente erróneas. La fertilidad reducida o la completa esterilidad de ciertas formas, como ocurre en la descendencia de muchos híbridos, podría dificultar los experimentos o frustrarlos totalmente. Para descubrir las relaciones en las que las formas híbridas aparecen respecto a ellas mismas o respecto a sus progenitores parece ser necesario que todos los miembros de las

cepas desarrolladas en cada generación sucesiva sean sin excepción sometidos a observación.

Desde un primer momento se ha prestado especial atención a las *Leguminosae* a causa de su peculiar estructura floral. Experimentos realizados en varios miembros de esta familia llevaron al resultado de que el género *Pisum* cumplía los requisitos necesarios.

Algunas formas completamente distintas de este género poseen caracteres que son constantes, y fácilmente y sin lugar a dudas reconocibles, y cuando sus híbridos son cruzados mutuamente dan progenie perfectamente fértil. Además, una perturbación mediante polen extraño difícilmente puede ocurrir, ya que los órganos reproductores están estrechamente empaquetados dentro de la quilla y las anteras brotan dentro del capullo, de modo que el estigma es cubierto con polen incluso antes de que la flor se abra. Esta circunstancia es especialmente importante. Como ventajas adicionales que vale la pena mencionar, deben ser citados el fácil cultivo de estas plantas en campo abierto y en macetas, y también su relativamente corto período de crecimiento. La fecundación artificial es desde luego un proceso bastante elaborado, pero casi siempre tiene éxito. Para ello, el capullo se abre antes de su desarrollo completo, la quilla es eliminada y cada estambre extraído cuidadosamente con un fórceps, después de lo cual el estigma puede ser espolvoreado con el polen extraño.

En total, 34 variedades distintas de guisantes más o menos, fueron conseguidas de varios vendedores de semillas y sometidas a una prueba de dos años. En el caso de una variedad se observaron, entre un gran número de plantas iguales, unas pocas formas que eran marcadamente diferentes. Estas, sin embargo, no variaron al año siguiente, y coincidieron completamente con otra variedad obtenida del mismo vendedor de semillas; las semillas fueron, sin duda, simplemente mezcladas de forma accidental. Todas las otras variedades produjeron una descendencia perfectamente constante y similar; en cualquier caso, no se observaron diferencias esenciales durante los dos años de prueba. Para la fecundación 22 de ellas fueron seleccionadas y cultivadas durante todo el período de los experimentos, y permanecieron constantes sin excepción.

CARACTERES ESTUDIADOS POR MENDEL

Luego de una minuciosa observación y selección del material vegetal, Mendel determinó estudiar en cruza monohíbrida, los siguientes caracteres:

1. Forma de las semillas: redonda o rugosa
2. Coloración del albumen de la semilla: amarillo o verde
3. Coloración del tegumento (cubierta de la semilla): gris o blanco
4. Forma de la legumbre: hinchada o achatada

5. Color de la legumbre inmadura: verde o amarillo
6. Distribución de las flores: axilar o terminal
7. Longitud del tallo: alto o corto (enano)

En cuanto a los resultados obtenidos, según reportes indicados en la publicación, fueron los siguientes:

- Experimento 1: Forma de la semilla. De 253 híbridos 7.324 semillas fueron obtenidas el segundo año de prueba. Entre ellas 5474 eran redondas o redondeadas y 1.850 angulares y arrugadas. De ahí se deduce una proporción 2'96:1.
- Experimento 2: Color del albumen. 258 plantas dieron 8.023 semillas, 6.022 amarillas, y 2.001 verdes; su proporción, por tanto, es 3'01:1.
- Experimento 3: Color de las coberturas de las semillas. Entre 929 plantas, 705 tenían flores de color violeta-rojo y coberturas de semillas de color gris-parduzco; 224 tenía flores blancas y coberturas de semillas blancas, dando la proporción 3'15:1.
- Experimento 4: Forma de las vainas. De 1181 plantas, 882 las tenían simplemente infladas, y en 299 eran contraídas. La proporción resultante, 2'95:1.
- Experimento 5: Color de las vainas inmaduras. El número de plantas de ensayo fue de 580, de las cuales 428 tenían las vainas verdes y 152 amarillas. Por lo tanto, éstos quedan en una relación de 2'82:1.
- Experimento 6: Posición de las flores. Entre 858 casos 651 tenían inflorescencias axiales y 207 terminales. Proporción, 3'14:1.
- Experimento 7: Longitud del tallo. De 1.064 plantas, en 787 casos el tallo fue largo y en 277, corto. Por lo tanto, una relación mutua de 2.84:1. En este experimento las plantas enanas fueron cuidadosamente levantadas y transferidas a un macizo especial. Esta precaución era necesaria, de otra forma habrían perecido por haber sido sobrepasadas por sus familiares altos. Incluso en un estado bastante joven pueden ser fácilmente distinguidas por su crecimiento compacto y su abundante follaje verde oscuro.

Además de los caracteres referidos inicialmente, Mendel también realizó cruza dihíbridas y polihíbridas. En una cruza dihíbrida estudió la herencia para el color de flor y longitud del tallo. En esta cruza determinó que el color rojo o violeta de la flor, es dominante sobre el blanco.

Para comprobar los resultados obtenidos en arvejas, también realizó cruza en otra especie. Al respecto dice:

Debe ser el objeto de experimentos adicionales determinar si la ley de desarrollo descubierta para *Pisum* se aplica también a los híbridos de otras plantas. Para este fin varios experimentos se iniciaron recientemente. Dos experimentos menores con especies de *Phaseolus* han sido completados, y deben ser mencionadas aquí.

Un experimento con *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus nanus* dio resultados que estaban en perfecto acuerdo. *Ph. nanus* tenía a la vez el tallo enano, y vainas simplemente infladas y verdes. *Ph. vulgaris* tenía, por otro lado, un tallo de 10 a 12 pies de alto, y vainas amarillas y contraídas cuando maduraban. La proporción de los números en los cuales las diferentes formas aparecían en las generaciones separadas eran las mismas que con *Pisum*. También el desarrollo de las combinaciones constantes estaba de acuerdo con la ley de combinación simple de caracteres, exactamente como en el caso del *Pisum*.

LEYES DE LA HERENCIA

Directamente Mendel no formuló ninguna ley hereditaria, sino que posteriormente y como consecuencia de las meticulosas observaciones, se establecieron las leyes de la herencia, que unos autores consideran dos, otros plantean tres; sin que ninguno de ellos tenga prerrogativa sobre el otro.

Ley de la uniformidad de caracteres

Se refiere al fenotipo que presentan los híbridos de la primera generación (F₁) cuya constitución genética corresponde a un heterocigoto completo que proviene de la unión de un progenitor homocigoto dominante con otro homocigoto recesivo y cualesquiera fuese el tipo de dominancia que presente el carácter, todos los individuos de la F₁ presentarán siempre el mismo genotipo y fenotipo.

Ley de la segregación independiente de factores

Los factores (genes), que representan en un cruzamiento caracteres opuestos (contrastantes), cuando el híbrido forma células sexuales, se separan, distribuyéndose en idéntica proporción en los gametos.

Ley de la recombinación independiente de factores

Una vez separados, los factores se unen al azar durante la fecundación, originando diferentes combinaciones, cuyo número depende del número de caracteres que entran en el cruzamiento.

En base a los resultados de Mendel se puede inferir que:

1. Las características totales de un individuo, son el resultado de las combinaciones de los caracteres unitarios que se transmite por herencia.
2. El responsable de un carácter, es el gen o factor genético que pasa de una generación a otra a través de los gametos.
3. En cada carácter, se encuentran alternativas contrastantes que constituyen ambos un par alelomórfico.
4. El individuo en las células de su cuerpo tiene doble dotación de genes y por consiguiente de cromosomas.
5. En la formación de gametos se produce una reducción de material genético, de manera que existe un gen de cada par alelomórfico.
6. Un gen puede ir asociado en un gameto, con cualquier gen de otro par distinto.
7. Un heterocigota para varios pares de genes, produce tantas clases de gametos como combinaciones posibles.
8. La fecundación es al azar. No existe afinidad para que un gameto con ciertas combinaciones génicas se fusione con otro gameto de determinado genotipo.

DOMINANCIA DE CARACTERES

A) Dominancia completa

Un carácter presenta dominancia completa, cuando los individuos heterocigotos presentan igual fenotipo que los homocigotos dominantes y únicamente los homocigotos recesivos manifiestan el fenotipo contrastante. Existen únicamente dos fenotipos para un determinado carácter.

Por ejemplo, la altura de planta estudiada Mendel, presenta dos opciones fenotípicas: plantas de porte alto que genotípicamente pueden ser homocigotos dominantes (**AA**) o heterocigotas (**Aa**) y las plantas de porte bajo conocidas como enanas, que son genéticamente homocigotas recesivas (**aa**). Las de fenotipo alto heterocigotas, son portadoras del gen para el enanismo.

P



F1



Fig. 1 Progenitores y F1 para un carácter de dominancia completa. Tomado de: <https://pixabay.com>

B) Dominancia parcial o intermedia

Existe un fenotipo para cada genotipo, por lo que se pueden observar tres fenotipos distintos, según sean los individuos homocigotos dominantes, o recesivos que tienen fenotipos opuestos, y los heterocigotos que poseen fenotipo intermedio entre los homocigotos.

Un ejemplo típico es el color de flores, en las que el rojo (**RR**) es parcialmente dominante sobre el blanco (**rr**), y los heterocigotos (**Rr**) son de color rosado.

P



F1



Fig. 2 Progenitores y F1 para un carácter de dominancia intermedia. Tomado de: <https://www.inaturalist.org/taxa/48970-Antirrhinum>

C) Codominancia

Para el presente caso, se tomará como ejemplo típico, la coloración de granos, donde el color rojo (**R**) y el color crema (**r**), son codominantes; siendo de aspecto jaspeado o variegado los heterocigotos (**Rr**); es decir que presentan ambos colores.



Fig. 3 Progenitores y F1 para un carácter codominante. Tomado de:
<https://www.pinterest.com.mx/pin/544372673701493064/>

PROCESO DE HIBRIDACIÓN

Para que el proceso de hibridación tenga el resultado deseado, es importante conocer la biología floral de la especie que comprende: la fenología floral, madurez de los órganos reproductores, período de receptividad del estigma, viabilidad del polen, etapa de fecundación y posterior desarrollo del fruto.

Para la hibridación se requiere de una pinza de punta aguda, alcohol 70° y papel toalla. La técnica comprende los siguientes pasos:

- 1° Determinar en cada planta los botones florales óptimos que servirán como progenitor femenino, los mismos que deben estar próximos a la antesis, de tal manera que no ocurra autopolinización.
- 2° En el botón floral elegido, con la pinza de polinización, producir la antesis, por la línea media del estandarte, separando con cuidado las alas y dejando al descubierto la quilla. Ésta se debe romper por la mitad y desenroscar para dejar al descubierto los órganos reproductores.
- 3° Realizar la emasculación del conjunto de anteras que son diadelfas.
- 4° En la variedad que se utilizará como progenitor masculino, seleccionar flores recientemente aperturadas para extraer el conjunto de estambres con las anteras para depositar en el estigma del progenitor femenino.

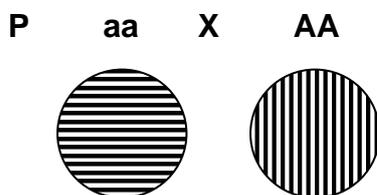
- 5° Proteger la flor polinizada con sus propios verticilos florales.
- 6° Etiquetar la flor polinizada indicando clave de progenitores, fecha de polinización e iniciales del polinizador.
- 7° Verificar la fecundación y ulterior desarrollo del fruto.

ACTIVIDADES PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES

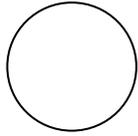
1. En base a la lectura del módulo y analizando las características de *Pisum sativum*, elabora conclusiones respecto a las razones que condujeron al éxito de la investigación realizada por Mendel.
2. En cuanto a los métodos de trabajo, observación, análisis y procesamiento de la información, indica aquellos que fue un acierto para el éxito de Mendel.
3. Elabora un glosario con el significado de los siguientes términos genéticos referidos a hibridación y dominancia de caracteres:

Alógama	Antesis	Autógama
Carácter	Casmogamia	Cleistogamia
Codominante	Diadelfo	Dominante
Dominante incompleto	Emasculación	Epistasis
Estandarte	Esterilidad	Fenotipo
Fecundación	Genotipo	Herencia ligada
Heterocigota	Híbrido	Homocigota
Interacción	Multifactorial	Progenie
Quilla	Recesivo	

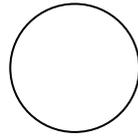
4. Demostrar responsabilidad en las actividades que corresponde realizar en cumplimiento del rol como estudiante.
5. En el gráfico se representa el fenotipo y genotipo de los progenitores. Infiere y representa el fenotipo que presentará la F1 en caso de que el tipo de dominancia varíe según se indica:



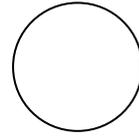
a) Dominancia parcial



b) Dominancia completa



c) Codominancia



BIBLIOGRAFÍA

Pixabay. 2018. Maravillosas imágenes gratuitas. Recuperado de:

<https://pixabay.com/es/flor-campanilla-lila-camp%C3%A1nula-2802508/>

Pixabay. 2018. Maravillosas imágenes gratuitas. Recuperado de:

<https://pixabay.com/es/campanilla-azul-flores-naturaleza-2854218/>

Sinnot E.W. et al. 1977. Principios de Genética. 5° Edición. Omega. Barcelona, España.

<https://www.pinterest.es/pin/544372673701493064/>

<https://www.inaturalist.org/taxa/48970-Antirrhinum>

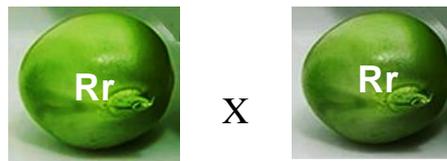
<https://www.pinterest.com.mx/pin/544372673701493064/>

ANEXO 24

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



	♂	R	r
♀			
			

CURSO DE GENÉTICA

MÓDULO 3

Monohibridismo

Docente: Ing. Edwin Vidal Jaimes

Huánuco – 2018

INTRODUCCIÓN

Al iniciar el estudio de los casos de cruzamientos, es necesario que el estudiante haya adquirido la capacidad de comprender y explicar el proceso de recombinación génica que ocurre durante la formación de gametos. También debe diferenciar los diversos caracteres, reconociendo el tipo de dominancia.

En genética es común referirse a proporciones genotípicas, fenotípicas y población. Se entiende por proporción a la relación que existe entre el todo y las partes que lo conforman; es decir, si en una determinada población (P) se presentan tres partes y cada una de ellas contiene "X_n" integrantes, entonces, existirán tres proporciones: X₁/P, X₂/P y X₃/P.

Para comprender lo que significan las proporciones fenotípicas y genotípicas, es necesario definir con claridad lo que se entiende por **fenotipo**, el mismo que se refiere al aspecto visible u observable en el individuo, concerniente a lo físico, fisiológico, bioquímico, etc. como consecuencia de la expresión génica. Esta manifestación depende de la interacción del genotipo con el medio ambiente que puede modificar temporalmente la expresión del carácter. Cuando se hace referencia al **genotipo**, se trata de la constitución dialéctica respecto a un carácter en particular o un conjunto de caracteres, los mismos que pueden ser homocigotos dominantes, homocigotos recesivos o heterocigotos. En cambio, **genoma**, es el conjunto de todos los genes que presenta un individuo o una especie, considerando la disposición en el mapa cromosómico y por consiguiente, la secuencia de bases en su ADN.

Los individuos de igual fenotipo son físicamente iguales, pero desde el punto de vista hereditario pueden comportarse de distinta manera según sean homocigotas o heterocigotas para el respectivo carácter.

Para comprender como segregan los genotipos y como se manifiestan los fenotipos, se considerará en detalle cada uno de los casos que se presentan en las diversas opciones de cruzamientos, de acuerdo a los respectivos genotipos, según la dominancia de caracteres.

Considero de importancia que el estudiante, de manera analítica, aprenda las diversas opciones que se presentará en cuanto a proporciones en los diversos cruzamientos monohíbridos, porque es la base para los otros niveles de hibridación, así como para entender la genética no mendeliana.

COMPETENCIA Y CAPACIDADES

Con este módulo, se plantea que el estudiante adquiera la competencia de *conocer e interpretar las proporciones de segregación genotípica y fenotípica monohíbrida, con la finalidad de resolver problemas de herencia en caracteres con diferente tipo de dominancia, demostrando interés por aprender los diversos casos de cruzamiento con la finalidad de aplicar a hibridaciones más complejas.*

Para ello, en base a los conocimientos específicos, las capacidades que el estudiante debe evidenciar son:

- 1) Interpretar proporciones de segregación fenotípica y genotípica en cruzamientos monohíbridos, de acuerdo a la dominancia del carácter.
- 2) Resolver problemas de cruza monohíbridas con dominancia completa, parcial y codominancia.
- 3) Demostrar interés por aprender casos de cruzamientos.

Proporciones fenotípicas y genotípicas en monohibridismo

Las diferentes cruza directas como recíprocas que se pueden presentar considerando el genotipo de los progenitores son:

- | | | |
|----|---------|---|
| 1. | AA X AA | |
| 2. | AA X Aa | (recíproco de la cruza 4) Retrocruza |
| 3. | AA X aa | (recíproco de la cruza 7) Origina la F1 |
| 4. | Aa X AA | (recíproco de la cruza 2) Retrocruza |
| 5. | Aa X Aa | Origina la F2 |
| 6. | Aa X aa | (recíproco de la cruza 8) Cruzamiento de prueba |
| 7. | aa x AA | (recíproco de la cruza 3) Origina la F1 |
| 8. | aa X Aa | (recíproco de la cruza 6) Cruzamiento de prueba |
| 9. | aa X aa | |

Los cruzamientos recíprocos producen igual proporción del fenotipo y genotipo que las directas; por ello, sólo se considerará la cruza directa, con lo que se reduce a seis casos en cada tipo de dominancia.

Conviene aclarar que, en la relación de cruzamientos presentado, se denomina retrocruzamiento a la cruza de la F1 con cualesquiera de sus progenitores; en cambio, cruzamiento de prueba es la cruza específica entre la F1 y el progenitor homocigoto recesivo.

A) Con dominancia completa

1. Ambos progenitores homocigotos dominantes

P Alto X Alto
AA AA
G A A

F

♀	♂	A
A		AA

Proporción Genotípica: 1 AA
Proporción Fenotípica: 1 Alto
Porcentaje del Fenotipo: 100 % Altos
Población mínima: 1

2. Ambos progenitores homocigotos recesivos

P Enano X Enano
aa aa
G a a

F

♀	♂	a
a		aa

Proporción Genotípica: 1 aa
Proporción Fenotípica: 1 Enano
Porcentaje del Fenotipo: 100 % Enanos
Población mínima: 1

3. Un progenitor homocigoto dominante y el otro homocigoto recesivo.
(Origina la F1)

P Alto X Enano
AA aa
G A a

♀	♂	a	F1
A		Aa	

Proporción Genotípica: 1 Aa
Proporción Fenotípica: 1 Alto
Porcentaje del Fenotipo: 100 % Altos
Población mínima: 1

4. Uno de los progenitores homocigoto dominante y el otro heterocigoto.

P Alto X Alto
 AA Aa
G A A a

F	 	A	a
	A	AA	Aa

Proporción Genotípica: 1 AA : 1 Aa
 Proporción Fenotípica: 2 Altos
 Porcentaje del Fenotipo: 100 % Altos
 Población mínima: 2

5. Uno de los progenitores heterocigoto y el otro homocigoto recesivo.

P Alto X Enano
 Aa aa
G A a a

F	 	a
	A	Aa
	a	aa

Proporción Genotípica: 1 Aa : 1 aa
 Proporción Fenotípica: 1 Alto : 1 Enano
 Porcentaje del Fenotipo: 50 % Altos : 50 % Enanos
 Población mínima: 2

6. Ambos progenitores heterocigotos (corresponde a la F₂).

P Alto X Alto
 Aa Aa
G A a A a

F₂	 	A	a
	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

Proporción Genotípica: 1 AA : 2 Aa : 1 aa
 Proporción Fenotípica: 3 Altos : 1 Enano
 Porcentaje del Fenotipo: 75 % Altos : 25 % Enanos
 Población mínima: 4

B) Con dominancia parcial o intermedia

Para el presente caso, se tomará como ejemplo la coloración de flores, donde el color rojo (**RR**) es parcialmente dominante sobre el blanco (**rr**), siendo de color rosado los heterocigotos (**Rr**).

1. Ambos progenitores homocigotas dominantes.

P Rojo X Rojo
RR RR
G R R

F	 	R
	R	RR

Proporción Genotípica: 1 RR
Proporción Fenotípica: 1 Rojo
Porcentaje del Fenotipo: 100 % Rojos
Población mínima: 1

2. Ambos progenitores homocigotas recesivos.

P Blanco X Blanco
rr rr
G r r

F	 	r
	r	rr

Proporción Genotípica: 1 rr
Proporción Fenotípica: 1 Blanco
Porcentaje del Fenotipo: 100 % Blancos
Población mínima: 1

3. Un progenitor homocigoto dominante y el otro homocigota recesivo. F₁

P Rojo X Blanco
RR rr
G R r

F₁	 	r
	R	Rr

Proporción Genotípica: 1 Rr
Proporción Fenotípica: 1 Rosado
Porcentaje del Fenotipo: 100 % Rosados
Población mínima: 1

4. Uno de los progenitores es homocigoto dominante y el otro heterocigoto.

P Rojo X Rosado
RR Rr

G R R r

F		R	r
		R	Rr

Proporción Genotípica: 1 RR : 1 Rr

Proporción Fenotípica: 1 Rojo : 1 Rosado

Porcentaje del Fenotipo: 50 % Rojos : 50 % Rosados

Población mínima: 2

5. Uno de los progenitores heterocigota y el otro homocigoto recesivo.

P Rosado X Blanco

Rr rr

G R r r

F		r
		Rr
	r	rr

Proporción Genotípica: 1 Rr : 1 rr

Proporción Fenotípica: 1 Rosado : 1 Blanco

Porcentaje del Fenotipo: 50 % Rosados : 50 % Blancos

Población mínima: 2

6. Ambos progenitores heterocigotos. (F₂)

P Rosado X Rosado

Rr Rr

G R r R r

F₂		R	r
		R	Rr
	r	Rr	rr

Proporción Genotípica: 1 RR : 2 Rr : 1 rr

Proporción Fenotípica: 1 Rojo : 2 Rosados : 1 Blanco

Porcentaje del Fenotipo: 25% Rojos, 50% Rosados y 25% Blancos

Población mínima: 4

C) Con Codominancia

Por ejemplo, el color de grano de frijol, donde el rojo (**R**) y el crema (**r**), son codominantes; siendo los heterocigotos (**Rr**), jaspeado con ambos colores.

1. Cuando ambos progenitores son homocigotas dominantes.

P Rojo X Rojo
RR RR
G R R

F	$\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$	R
	R	RR

Proporción Genotípica: 1 RR
Proporción Fenotípica: 1 Rojo
Porcentaje del Fenotipo: 100 % Rojos
Población mínima: 1

2. Cuando ambos progenitores son homocigotos recesivos.

P Crema X Crema
rr rr
G r r

F	$\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$	r
	r	rr

Proporción Genotípica: 1 rr
Proporción Fenotípica: 1 Crema
Porcentaje del Fenotipo: 100 % Crema
Población mínima: 1

3. Ambos progenitores homocigotos, uno dominante y el otro recesivo.

P Rojo X Crema
RR rr
G R r

F₁	$\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$	r
	R	Rr

Proporción Genotípica: 1 Rr
Proporción Fenotípica: 1 Jaspeado
Porcentaje del Fenotipo: 100 % Jaspeado
Población mínima: 1

4. Uno de los progenitores homocigoto dominante y el otro heterocigoto.

P Rojo X Jaspeado
 RR Rr
G R R r

F

♀ \ ♂	R	r
R	RR	Rr

Proporción Genotípica: 1 RR : 1 Rr
 Proporción Fenotípica: 1 Rojo : 1 Jaspeado
 Porcentaje del Fenotipo: 50 % Rojos : 50 % Jaspeados
 Población mínima: 2

5. Uno de los progenitores es heterocigoto y el otro homocigoto recesivo.

P Jaspeado X Crema
 Rr rr
G R r r

F

♀ \ ♂	r
R	Rr
r	rr

Proporción Genotípica: 1 Rr : 1 rr
 Proporción Fenotípica: 1 Jaspeado : 1 Crema
 Porcentaje del Fenotipo: 50 % Jaspeados : 50 % Cremas
 Población mínima: 2

6. Ambos progenitores son heterocigotos (corresponde a la F₂)

P Jaspeado X Jaspeado
 Rr Rr
G R r R r

F₂

♀ \ ♂	R	r
R	RR	Rr
r	Rr	rr

Proporción Genotípica: 1 RR : 2 Rr : 1 rr
 Proporción Fenotípica: 1 Rojo : 2 Jaspeados : 1 Crema
 Porcentaje del Fenotipo: 25% Rojos:50% Jaspeado:25% Cremas
 Población mínima: 4

ACTIVIDADES PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES

- I. En base a la lectura del módulo, resuelve las siguientes preguntas.
1. Según los casos desarrollados, considerando la dominancia, completa el cuadro resumen de proporciones genotípicas y fenotípicas con poblaciones mínimas teóricas para cada tipo de cruzamiento monohíbrido. Recordar que las cruza recíprocas dan igual proporción.

Cuadro 1. Proporciones genotípicas y fenotípicas en monohíbridos

GENOTIPO	PROPORCIONES DE ACUERDO AL TIPO DE DOMINANCIA								
	COMPLETA			INTERMEDIA			CODOMINANTE		
	P.G.	P.F	P.M	P.G	P.F	P.M	P.G	P.F	P.M
EE X EE									
EE X Ee									
EE X ee									
Ee X Ee									
Ee X ee									
ee X ee									

2. De manera analítica compara las diversas proporciones y elabora conclusiones que servirán para resolver problemas diversos de hibridación. Recuerda que para cualquier nivel de híbrido y tipo de dominancia se cumple la segregación y recombinación independientes

Conclusiones:

- a)
-
- b)
-
- c)
-
- d)
-

- II. Resuelve los siguientes problemas de monohibridismo y determinación de genotipos, tomados de Gardner (1990), Sinnot (1997) y Srb (1994).
1. En las gallinas andaluzas, la combinación heterocigótica de los alelos que determinan el plumaje negro (**B**) y blanco (**b**), es azul. ¿Cuál será el fenotipo de la descendencia de un gallo azul cruzado con una gallina negra y con otra azul?
 2. El pelo rizado en perros domina sobre el liso. Del cruce de una pareja de perros de pelo rizado se tuvo un cachorro de pelo rizado. ¿Qué tipo de cruce se debería realizar para comprobar si el cachorro es heterocigoto para este carácter?
 3. En los humanos, el albinismo es controlado por un gen recesivo (**a**). En un matrimonio en el que la esposa es normalmente pigmentada, pero portadora y el esposo es albino. ¿Qué proporción de descendientes se espera que sean normalmente pigmentados?
 4. Al cruzar ratones silvestres de color gris, con ratones albinos, en la primera generación todos los ratones fueron grises. De muchas camadas en la F2 se obtuvo 198 ratones grises y 72 blancos. **a)** Plantea una hipótesis para explicar estos resultados. **b)** Esquematiza las cruces asignando un genotipo a los progenitores y descendientes.
 5. Al cruzar dos moscas negras se obtiene una descendencia formada por 216 moscas negras y 72 blancas. Representando por **NN** el color negro y por **nn** el color blanco, cuál será el genotipo de las moscas que se cruzan y de la descendencia obtenida.
 6. Un ratón A de pelo blanco se cruza con uno de pelo negro y toda la descendencia obtenida es de pelo blanco. Otro ratón B también de pelo blanco se cruza con uno de pelo negro y se obtiene una descendencia formada por 5 ratones de pelo blanco y 5 de pelo negro. ¿Cuál de los ratones será homocigótico y cuál heterocigótico?
 7. Se cruzan dos plantas de flores color naranja y se obtiene una descendencia formada por 30 plantas de flores rojas, 60 de flores naranja y 30 de flores amarillas. ¿Qué descendencia se obtendrá al cruzar las plantas de flores naranjas obtenidas, con las rojas y con las amarillas también obtenidas?
 8. Un niño compró en una pajarería una pareja de canarios moñudos. Durante varias temporadas crio con ellos y obtuvo 25 canarios moñudos y 12 normales. Y al cruzar estos hijos moñudos con los otros hijos no moñudos, obtenía una descendencia aproximada de mitad moñudos y mitad normales. Indica los genotipos de todas las aves.

9. El color gris del cuerpo de *Drosophila* está determinado por el gen dominante **G**; su alelo recesivo **gg** produce cuerpo de color negro. Cruzando dos moscas grises se cruzan, se obtuvo una descendencia de 152 moscas grises y 48 negras. ¿Cuál será la constitución génica de los progenitores?
10. Dos ratones hembras de pelaje negro se cruzan con un macho de pelaje pardo. En varias camadas, la hembra 1 produjo 9 crías de pelaje negro y 7 pardos; la hembra 2 produjo 57 negros. Indica: **a)** Genotipo de los progenitores, **b)** ¿Cuál es tu deducción de la herencia del color de pelaje para este caso?
- III. Especificando la bibliografía correspondiente, elabora una relación de caracteres de dominancia completa, intermedia y codominancia observado en vegetales y animales.
- IV. Elaborar un glosario con el significado de los siguientes términos genéticos referidos a hibridación:

Autofecundación	Cruzamiento de prueba	Cruzamiento recíproco
Monohíbrido	Fecundación cruzada	Frecuencia
Filial	F1	F2
Línea pura	Proporción	Retrocruza

BIBLIOGRAFÍA

- Bakkali M. et al 2011. Manual de Problemas y Casos Prácticos de Genética. Departamento de Genética, Universidad de Granada, España. Recuperado de: <http://wpd.ugr.es/~fperfect/PDFs/2011-ManualdeProblemas-Genetica.pdf>
- Gardner, E. J. 1990. Principios de genética. 5° Edición. Limusa. México.
- Sinnot E.W, Dunn L.C, Dobzhansky. 1977. Principios de Genética. 5° Edición. Omega. Barcelona, España.
- Srb, A.M, Owe R.D, Edgar R.S. 1974. Genética General. 3° Edición. Omega. Barcelona, España

<http://www.ucm.es/info/genetica/grupod/index.htm>

<http://www.biologia.edu.ar/genetica/index.htm>

http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/bio_ejercicios.htm

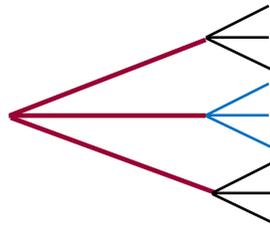
http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta7/sin-titulo/28_problemas_resueltos.pdf

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

$$(A + a)^2 = A^2 + 2Aa + a^2$$



CURSO DE GENÉTICA

MÓDULO 4

Métodos de resolución de problemas

Docente: Ing. Edwin Vidal Jaimes

Huánuco – 2018

INTRODUCCIÓN

Luego de comprender los mecanismos de recombinación y segregación, así como las diversas proporciones fenotípicas y genotípicas que se presentan según la dominancia del carácter en los diferentes casos de cruzamientos monohíbridos, corresponde en este módulo aplicar esos conocimientos para la resolución de problemas de herencia mendeliana, cuyo fundamento servirá también para casos de herencia con un principio diferente, por ejemplo, epistasis, interacción, etc.

Se da a conocer los diversos métodos utilizados para resolver problemas de cruzamiento; de ellos, el estudiante debe optar de acuerdo a lo que el enunciado del problema requiere, porque, no se puede generalizar que un método se pueda utilizar para todos los casos; ni que todos los métodos sirven para un caso en particular.

El análisis y la interpretación correctas de un caso de herencia permitirá elegir el método acertado que responda la interrogante. La mejor opción para aprender y lograr la capacidad deseada es mediante la práctica constante en base a la diversidad de problemas que el estudiante dispone en la variada información sobre el tema, tanto en fuentes bibliográficas como virtuales, respecto a los cuales deben tener buen criterio para recurrir a páginas confiables.

Otro aspecto que considero oportuno aclarar es que los casos genéticos presentan un enunciado relativamente amplio; ello, con la finalidad de brindar información necesaria, que debe ser analizada e interpretada adecuadamente, porque de lo contrario, no será posible dar respuesta correcta a la interrogante.

En todos los ejemplos que se consideran en el presente módulo, los métodos se explican en base a la determinación de la F2 porque es la filial que presenta mayor variabilidad debido al cruzamiento entre heterocigotos. A partir de ello, todos los demás cruzamientos tienen menor complejidad en la resolución.

La resolución de problemas se enfoca desde dos opciones: uno deductivo, cuando se conocen los progenitores y se desea saber el aspecto genotípico y fenotípico que presentará la descendencia; los otros problemas son de naturaleza inductiva, porque a partir del análisis de proporciones fenotípicas de una población conocida, se debe determinar y comprobar el genotipo de los padres.

COMPETENCIA Y CAPACIDADES

En este módulo se plantea que el estudiante adquiera la competencia de *comprender el fundamento de los métodos de resolución de problemas de cruzamientos, discriminando el adecuado, según el contexto del enunciado, para aplicar con pertinencia en la resolución de problemas.*

En base a los conocimientos específicos, el estudiante debe evidenciar las siguientes capacidades:

1. Comprender el fundamento de los métodos de resolución de problemas de cruzamientos.
2. Aplicar con pertinencia el método de resolución de problemas de acuerdo al tipo de cruzamiento planteado.
3. Discriminar el método a utilizar para resolver problemas de cruzamientos, según el contexto del enunciado.

Método del tablero de Punnett

Este método propuesto por Reginald Crundall Punnett (1875-1967), se caracteriza por ser didáctico y fácil de usar cuando se trata de casos de monohíbridos o dihíbridos debido al bajo número de casilleros en los que se ha de realizar las combinaciones, luego, la agrupación y clasificación para las proporciones correspondientes. En casos de polihíbridos, el tablero toma grandes proporciones y el análisis se hace difícil, como por ejemplo en un tetrahíbrido cuando ambos progenitores son heterocigotos, el total de combinaciones es de 256 porque existen 16 tipos diferentes de gametos para cada progenitor.

La adecuada obtención de gametos de cada progenitor y su correcta ubicación en el tablero, proporcionan una secuencia lógica que determina la división del tablero en tres campos que corresponden a las proporciones genotípicas de la F_2 de un dihíbrido que es 1:2:1 2:4:2 1:2:1, lo que permite una rápida ubicación de las proporciones y su clasificación fenotípica que también permite la conocida proporción 9:3:3:1

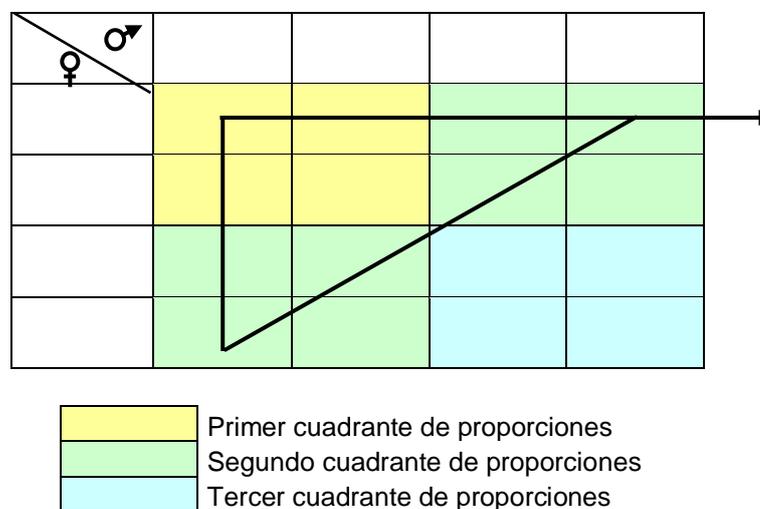
Cuadro 1. Ubicación de gametos y numeración de casilleros en el Tablero de Punnett para la F₂ de un dihíbrido

♀ ♂	Gametos Masculinos			
Gametos Femeninos	1	2	3	4
	5	6	7	8
	9	10	11	12
	13	14	15	16

El Tablero de Punnett se caracteriza por la distribución de los gametos se realiza en un orden tal que la unión de ellos permite establecer con toda claridad y secuencialidad las proporciones genotípicas para cualquier híbrido y en base a lo cual se establecen las correspondientes proporciones fenotípicas. En lo referente a la numeración de casilleros es tal como se indica.

Tanto Sinnot (1977), como Satansfield (1998), indican que los gametos femeninos se distribuyen en posición vertical; mientras que los masculinos en posición horizontal, en razón de que, en todo cruzamiento, el primer progenitor que se indica corresponde al femenino y el segundo al masculino; se obvia esta regla sólo en el caso de genealogía que se verá posteriormente.

Cuadro 2. Cuadrantes de proporciones en el Tablero de Punnett.



El Tablero de Punnett presentado, corresponde a la F₂ de un dihíbrido. Se especifican los cuadrantes de proporciones genotípicas y para los fenotipos

se debe considerar el triángulo señalado en el que se ubican los dominantes cuando se trata de caracteres con dominancia completa; la diagonal (hipotenusa) de dicho triángulo, corresponde a los heterocigotas para ambos pares de caracteres.

Las conocidas proporciones de 1:2:1 2.4:2 1:2:1 se ubican en el siguiente tablero que se relaciona con los cuadrantes de proporciones del anterior. Tiene su peculiaridad según la ubicación horizontal o vertical en la que se realice la interpretación, aspecto que luego servirá para la aplicación de otro método.

Cuadro 3. Ubicación de las proporciones genotípicas

♀ \ ♂				
	○	→	△	→
	←	○	→	△
	△	→	◇	→
	→	△	←	◇

Resulta interesante analizar características del tablero, como por ejemplo, ubicación de homocigotos para el primer y segundo carácter, líneas puras, homocigotos dominantes o recesivos para ambos caracteres; así como algunas otras particularidades que el estudiante debe establecer.

Como ejemplo para resolver por el método indicado, se tomará las características estudiados por Mendel; donde el color amarillo (**A-**) de las semillas maduras es dominante sobre el verde (**aa**), y la textura lisa (**D-**) de las semillas, sobre la rugosa (**dd**)

Si se autofecundan plantas F1, determinar las proporciones genotípicas y fenotípicas de la F2.

P amarillo liso X amarillo liso
 Aa Dd Aa Dd

♀ \ ♂	A D	A d	a D	a d
A D	AA DD	AA Dd	Aa DD	Aa Dd
A d	AA Dd	AA dd	Aa Dd	Aa dd
a D	Aa DD	Aa Dd	aa DD	aa Dd
a d	Aa Dd	Aa dd	aa Dd	aa dd

Del análisis y clasificación de las combinaciones del tablero, se obtienen los siguientes valores de población, proporciones y porcentajes:

<i>Población Mínima</i>	<i>Proporción Genotípica</i>	<i>Fenotipos</i>	<i>Proporción Fenotípica</i>	<i>Porcentaje Fenotipos</i>
16	1 AA DD	amarillo liso	9	= 56.25 %
	2 AA Dd	amarillo liso		
	1 AA dd	amarillo rugoso		
	2 Aa DD	amarillo liso	3	= 18.75 %
	4 Aa Dd	amarillo liso		
	2 Aa dd	amarillo rugoso		
	1 aa DD	verde liso	3	= 18.75 %
	2 aa Dd	verde liso		
	1 aa dd	verde rugoso	1	= 6.25 %
Totales	16		16	100.00 %

Método largo de genotipos

Consiste en individualizar la segregación de cada alelo, en cada uno de los progenitores y para cada característica, de tal forma que se asemeja a un desenlace en cadena, que no es otra cosa que la combinación de los distintos tipos de gametos de la madre con los del padre, para la primera característica, luego los de la segunda y así sucesivamente (Sinnot et al 1977: p, 126).

El mismo ejemplo anterior se resolverá por el método indicado para comprobar los resultados:

		P		amarillo liso	X	amarillo liso		
		Gametos		Aa Dd		Aa Dd	Proporción	
F.				Genotipo		Fenotipo		
♀	♂	♀	♂					
A	A	D	D ---	A A D D	amarillo liso	9	3	1
			d ---	A A D d	amarillo liso			
		d	D ---	A A D d	amarillo liso			
			d ---	A A d d	amarillo rugoso			
	a	D	D ---	A a D D	amarillo liso			
			d ---	A a D d	amarillo liso			
		d	D ---	A a D d	amarillo liso			
			d ---	A a d d	amarillo rugoso			
a	A	D	D ---	A a D D	amarillo liso			
			d ---	A a D d	amarillo liso			
		d	D ---	A a D d	amarillo liso			
			d ---	A a d d	amarillo rugoso			
	a	D	D ---	a a D D	verde liso	3		
			d ---	a a D d	verde liso			
		d	D ---	a a D d	verde liso			
			d ---	a a d d	verde rugoso			

Como se puede apreciar, el método desarrollado no agrupa los genotipos, sino que da las dieciséis combinaciones que se obtiene en el tablero y aún cuando es seguro para hallar el genotipo final de los individuos, requiere de cierto cuidado en su desarrollo.

Así como existe un método largo, también hay métodos cortos y es sobre ello que se tratará a continuación, no sin antes opinar que tal vez sea el más recomendable y el más versátil, porque se adapta a diversidad de casos, trátense de fenotipos o de genotipos.

A quienes decidan utilizar los métodos cortos, se recomienda dominio de todos los casos de cruzamiento y proporciones de segregación que se presenta en un monohíbrido, tanto cuando se trata de caracteres con dominancia completa, codominantes y dominantes parciales o intermedios.

Método corto para fenotipos

Se basa en la segregación fenotípica para cada par de factores, de acuerdo a las proporciones establecidas para el caso de monohíbridos (ver cuadro 1 del módulo 3). Para el desarrollo de este método, continuemos con el mismo ejemplo propuesto inicialmente, donde ambos progenitores son heterocigotas para los dos caracteres de dominancia completa.

amarillo liso X amarillo liso
Aa Dd Aa Dd

Cuando la característica es de dominancia completa y ambos progenitores son heterocigotas, fenotípicamente se presenta una segregación de 3 dominantes y 1 recesivo; o sea:

<i>Segregación 1º carácter</i>	<i>Segregación 2º carácter</i>	<i>Proporción fenotípica de la descendencia</i>
3 amarillos	3 lisos	= 9 amarillos lisos
	1 rugoso	= 3 amarillos rugosos
1 verde	3 lisos	= 3 verdes lisos
	1 rugoso	= 1 verde rugoso

Como se puede apreciar, en ningún momento se pretende resolver el problema de manera simultánea con las dos características, sino que cada característica segrega de manera independiente, porque así lo establece la Ley de la Segregación Independiente y sólo al final de la segregación para todos los factores o genes, se produce la combinación entre ellos, de acuerdo a la segunda

ley o Ley de la Recombinación Independiente, con lo cual se obtienen todas las combinaciones fenotípicas posibles en la misma proporción a la hallada por el método del tablero.

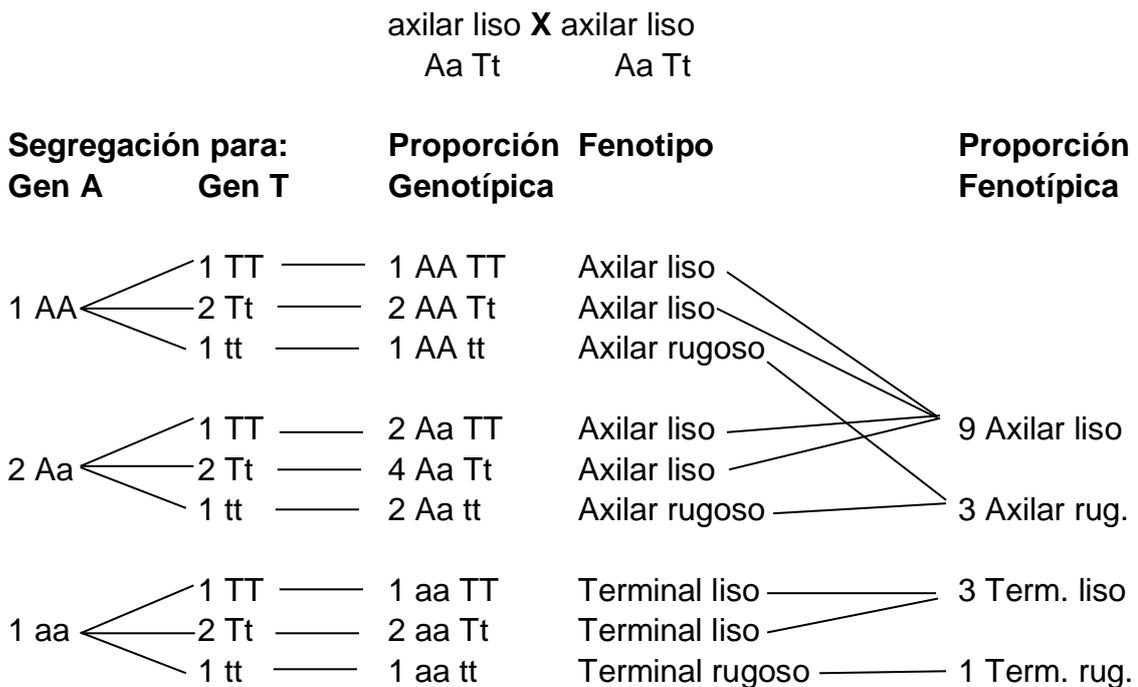
Método corto para genotipos

Se basa en la segregación genotípica, para cada par de factores en un monohíbrido y como ambos progenitores son heterocigotas para un carácter de dominancia completa, la segregación genotípica para cada gen es 1 homocigota dominante, 2 heterocigotas y 1 homocigota recesivo. (ver numeral 6 en monohíbridos del módulo 3).

No interesa el tipo de dominancia que presenta el carácter porque con cualquiera de ellos, la proporción de segregación genotípica siempre será la misma.

El tipo de inflorescencia axilar (**A**_) es dominante completo sobre la inflorescencia terminal (**aa**); y la textura de grano liso (**T**_) es dominante completos sobre los rugosos (**tt**). ¿Cuál será el aspecto fenotípico de la F₂?

Para obtener la F₂, los progenitores corresponden a la F₁; es decir que son heterocigotas para ambos pares de genes.



Como se indicó, la solución se basa en la proporción de segregación para cada par de genes de manera independiente (1:2:1), los que luego se combinan con la misma proporción del otro carácter, de tal manera que el

resultado en la F₂ para las proporciones genotípica y fenotípica son las mismas que la determinada por el otro método.

Método algebraico o mendeliano

De acuerdo a las recomendaciones dadas para la resolución de problemas de herencia, cada característica se resuelve individualmente, y como quiera que cada carácter está representado por un par homólogo, algebraicamente cada gen representa un monomio y el par homólogo vendría a constituir un binomio, multiplicado (cruza) con otro binomio, resulta un binomio al cuadrado.

Para el presente se considera la herencia en humanos para los caracteres de dominancia completa referida a la pigmentación de piel, donde las personas normalmente pigmentadas son dominantes (**A-**) respecto a las personas albinas (**aa**); y el otro carácter es la capacidad gustativa, en la que los gustadores (**D-**) son dominantes sobre los no gustadores (**dd**).

Pigmentado gustador X Pigmentado gustador
Aa Dd Aa Dd

La segregación de genes para el primer carácter en el progenitor femenino es un dominante (A) y un recesivo (a) y como el progenitor masculino tiene igual naturaleza génica, entonces será (A + a)² que viene a ser un binomio al cuadrado; y de igual manera, para el segundo carácter.

$$(A + a)^2 = A^2 + 2Aa + a^2 = AA + 2Aa + aa$$

$$(D + d)^2 = D^2 + 2Dd + d^2 = DD + 2Dd + dd$$

Al haberse resuelto un binomio independiente de otro, ahora queda únicamente efectuar la multiplicación de dos binomios al cuadrado. Igual se procede si se trata de mayor cantidad de caracteres.

$$\begin{array}{r}
 (DD \ 2Dd \ dd) \\
 (AA \ 2Aa \ aa) \\
 \hline
 1 \ AA \ DD \ 2 \ AA \ Dd \ 1 \ AA \ dd \\
 2 \ Aa \ DD \ 4 \ Aa \ Dd \ 2 \ Aa \ dd \\
 1 \ aa \ DD \ 2 \ aa \ Dd \ 1 \ aa \ dd
 \end{array}$$

Si se hace un análisis del resultado anterior, se ve que tanto en sentido vertical como horizontal, se presenta la misma proporción genotípica hallada por otros métodos, esto es, 1:2:1 2:4:2 1:2:1. Solo queda poner los fenotipos y se determinará que la proporción también es 9:3:3:1 por ser caracteres de dominancia completa.

Determinación de genotipos

Un aspecto importante en genética es determinar el genotipo de los progenitores en base al análisis poblacional de la descendencia. Se trata de un caso de solución inductiva; es decir que, a partir del análisis proporcional de los fenotipos observados en la descendencia, se inducirá la solución para concluir generalizando el genotipo de los padres.

Se comprenderá mejor este aspecto con el siguiente ejemplo: se tienen dos variedades de frijol, la variedad A de granos de color rojo y la variedad B de granos de color blanco. En diversas cruzas de la variedad A con la B, se obtuvieron un total de 18 granos de color blanco y 22 granos de color rojo; pero al autofecundar la variedad A se obtuvieron 48 granos de color rojo y 17 granos de color blanco. Determinar el genotipo de los progenitores y el color de granos que producirá la variedad B cuando se autofecunda.

Según el ejercicio, se representa el cruzamiento de ambas variedades y los resultados obtenidos:



Es necesario que las cantidades sean convertidas a proporciones mínimas; para ello, se divide la mayor población obtenida entre la menor, que en términos de población mínima representará siempre la unidad. Así, $22/18 = 1.2$ es decir que al cruzar Vr. A X Vr. B se obtiene una segregación de 1.2:1 que por redondeo representa una proporción de 1:1 De acuerdo a los casos de cruzamientos presentados para un carácter de dominancia completa, esta proporción se presenta cuando uno de los progenitores es heterocigoto y el otro homocigoto recesivo.

De igual manera se procede con los resultados de la autofecundación; del cruce de la Vr. A X Vr. A, la proporción se obtiene dividiendo $47/16 = 2.93$; dando una proporción de 2.93:1 la misma que por redondeo corresponde a una

proporción de **3:1** que según los casos de cruzas monohíbridas con dominancia completa, se trata de una proporción de cruzamiento entre heterocigotas.

El carácter es color de grano y por lo tanto las denominaciones de **A** y **B** no representan genomios, sino denominación de las variedades, por lo que se debe considerar un genomio para el carácter de coloración de grano. Para el presente caso consideraremos el gen **R** para el dominante y **r** para el recesivo; con este criterio, el genotipo de los progenitores que corresponde para la Variedad A es un heterocigoto (**Rr**) y para la Variedad B un homocigoto recesivo (**rr**) por lo que las cruzas iniciales serían:

- a) Variedad A **X** Variedad B = Rr X rr
- b) Variedad A **X** Variedad A = Rr X Rr
- c) Variedad B **X** Variedad B = rr X rr

De todo lo que hasta ahora se ha visto, incluyendo monohíbridos y dihíbridos, se puede sacar algunas conclusiones que tienen validez general y que incluso se puede generalizar para híbridos con mayor número de caracteres, utilizando para ello algunas cortas fórmulas que serán de gran importancia para el desarrollo correcto de los problemas.

Para una correcta aplicación de las fórmulas, se debe primero interpretar el problema planteado, luego de distinguir entre lo que es herencia para un carácter de dominancia completa y cuando codominancia o dominancia parcial; seguidamente, si se trata de homocigotas sean estos dominantes o recesivos o en todo caso si es que hay heterocigotas.

Lo que hasta aquí se ha explicado, tanto en lo referente a monohibridismo en los diversos casos según las proporciones que se presentan, así como los diversos métodos aplicables en la resolución de problemas, tienen perfecta utilidad para el caso de dihibridismo y polihibridismo con todas las formas de dominancia.

ESTRATEGIA PARA RESOLVER PROBLEMAS DE HERENCIA GENÉTICA

En esta parte compartiré mi experiencia docente en genética, poniendo a disposición de quienes pretenden efectuar una resolución satisfactoria de problemas de herencia, una estrategia que permita lograr sus objetivos.

- 1º.** Leer detenidamente el enunciado, analizando el contexto, con la finalidad de entender el problema. En esta parte, es fundamental comprender el

significado de todas las palabras técnicas utilizadas. En caso de no saber el significado de alguna de ellas, consultar el glosario, porque de lo contrario, no se comprenderá el problema.

- 2º. Comprender plenamente de qué trata la situación problemática y cuál es la incógnita o interrogante que se tiene que responder.
- 3º. Extraer todos los datos del enunciado, aun cuando alguno de ellos parezca trivial. Por lo menos en genética, ninguna información se debe pasar por alto.
- 4º. Interpretar correctamente la relación entre el enunciado, los datos y la interrogante.
- 5º. La resolución parte de esquematizar el enunciado asignando fenotipos y probables genotipos de progenitores y descendientes.
- 6º. Realizar correctamente la recombinación para obtener la segregación de gametos de cada progenitor. Es recomendable aplicar fórmulas para no equivocarse la cantidad de tipos diferentes de gametos que segregará cada progenitor.
- 7º. Elegir el método adecuado para resolver el problema. No utilizar un método que no resuelva directamente el problema. Por ejemplo, no utilizar el método para genotipos, si lo que se requiere es conocer el fenotipo; o viceversa.
- 8º. Dominar las proporciones de segregación genotípica y fenotípica de monohíbridos con dominancia completa, parcial y codominancia (ver el Cuadro 1 del módulo 3), para aplicar el método de resolución elegido.
- 9º. Si la pregunta del problema trata sobre determinación de genotipos de progenitores, realizar la comprobación correspondiente.
- 10º. Responder la interrogante de manera pertinente.

Mendel considera fórmulas para algunas determinaciones de herencia independiente; entre ellas, las siguientes:

Nº gametos diferentes de cada progenitor: $(2)^n$

Número de fenotipos distintos : $(2)^n$

Relación fenotípica con dom. completa : $(3 + 1)^n$

Número de genotipos distintos : $(3)^n$

Frecuencia genotípica : $(1 + 2 + 1)^n$

Población mínima : $(4)^n$

(cuando ambos progenitores poseen el mismo genotipo)

N° gametos F. X N° gametos M

(Cuando los progenitores presentan diferente genotipo)

En todos los casos, "n" es el número de pares heterocigotas presentes en el genotipo de los progenitores.

Actividad Procedimental

Indica un carácter de dominancia completa, parcial y codominante para que de acuerdo con lo explicado halles la F2 y determines conclusiones respecto al método del tablero en relación con las proporciones fenotípicas y genotípicas, según el tipo de dominancia.

Dominancia completa:

Dd Ee X Dd Ee

♀ \ ♂	DE	De	dE	de
DE				

Dominancia parcial:

Gg Rr X Gg Rr

♀ \ ♂	GR	Gr	gR	gr
GR				

Codominancia:

Aa Bb X Aa Bb

$\begin{matrix} \text{♀} & \text{♂} \\ \text{A B} & \end{matrix}$	A B	A b	a B	a b
A B				
A b				
a B				
a b				

BIBLIOGRAFÍA

Benito J., C. y Espino N., FJ. 2013. Genética Conceptos esenciales. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina.

Gardner, E. J. 1990. Principios de genética. 5° Edición. Limusa. México.

Griffiths, A. JF. et al. 2008. Genética. 9° Edición. Mc Graw Hill. Madrid. España.

Sinnot E.W, Dunn L.C, Dobzhansky. 1977. Principios de Genética. 5° Edición. Omega. Barcelona, España.

Stansfield, W.D. 1998. Genética. 3° Edición. Traducción de Patricia Ramos Morales. Mc Graw Hill. Colombia.

<http://www.ucm.es/info/genetica/grupod/index.htm>

<http://www.biologia.edu.ar/genetica/index.htm>

http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/bio_ejercicios.htm

ANEXO 26

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



CURSO DE GENÉTICA

MÓDULO 5

Dihibridismo y Polihibridismo

Docente: Ing. Edwin Vidal Jaimes

Huánuco – 2018

INTRODUCCIÓN

Se entiende por dihíbrido al estudio simultáneo de la herencia para dos caracteres, porque los progenitores difieren en dos pares de genes independientes; y los polihíbridos, correspondan al estudio de más de dos caracteres.

El presente módulo es la aplicación de todos los anteriores, por lo que se presenta diversos ejemplos tipos en base a cruza en las que se presentan la mayor variabilidad; es decir, cuando los progenitores son heterocigotos, porque en casos de homocigosis, por cada par de genes que tengan esta condición, las probabilidades de segregación se reduce en un cincuenta por ciento.

Según la dominancia que presente una u otra característica y la constitución genética de los progenitores, se presentan diversos casos, que no viene a ser sino la combinación de todo lo explicado para el caso de monohíbridos. Por ello, se recomienda primero dominar bien las proporciones genotípicas, fenotípicas y población mínima indicada en el módulo 3, porque el dihíbrido, trihíbrido o polihíbrido, no viene a ser sino el producto final de lo que ocurre independientemente en cada una de las características, según el tipo de dominancia, según las Leyes de la Herencia, tanto el de la segregación independiente como la recombinación independiente.

Para que el estudiante pueda comprender los diversos casos que se presentan, se tomará como ejemplo las características hereditarias más conocidas en vegetales, humanos y animales, que permitan utilizar los diversos métodos de resolución de problemas de manera indistinta, según la opción que el lector considere que se adapta mejor tanto a su criterio como al caso en si; de manera que no aplique un único criterio mecánico, sino lógico, de acuerdo al análisis de la situación problemática.

La sola lectura de los métodos de resolución y observación del desarrollo de los ejercicios no garantiza ningún logro; por ello, se recomienda el uso de bibliografía para extraer los ejercicios y realizar una práctica constante, diversificada y en equipo, mediante trabajo colaborativo para resolver los problemas, porque, con diversidad de criterios se logra mejorar el enfoque metodológico que requiere la solución de los diversos casos, con lo que se logra desarrollar capacidades y adquirir la competencia propuesta.

COMPETENCIA Y CAPACIDADES

En este último módulo se plantea que el estudiante adquiera la competencia de *analizar proporciones de segregación dihíbrida y polihíbrida para resolver mediante trabajo colaborativo en equipo, problemas de cruzamientos con caracteres de diverso tipo de dominancia.*

En base a los conocimientos específicos, el estudiante debe evidenciar las siguientes capacidades:

- 4) Analizar proporciones de segregación dihíbrida y polihíbrida en poblaciones, para determinar genotipo de progenitores
- 5) Resolver problemas de cruza dihíbridas y polihíbridas con dominancia completa, parcial y codominancia
- 6) Realizar trabajo colaborativo en equipo para mejorar el aprendizaje

CASOS DE CRUZAMIENTOS DIHÍBRIDOS Y POLIHÍBRIDOS

Como en los dihíbridos intervienen dos caracteres diferentes y en los polihíbridos muchos más, no siempre los caracteres intervinientes pueden presentar el mismo tipo de dominancia, sino que, puede existir una combinación entre los tres tipos de dominancia.

En el siguiente cuadro se presentan las opciones para un caso de dihibridismo. Siendo una condición obvia, conviene recordar que la dominancia de cada carácter debe ser igual en ambos progenitores. Para casos de polihíbrido, el estudiante deberá definir el nivel correspondiente y las respectivas combinaciones.

TABLA 1. Combinaciones de probables cruzamientos dihíbridos según dominancia de caracteres en estudio

PROGENITORES				
Femenino		X	Masculino	
1° Carácter	2° Carácter		1° Carácter	2° Carácter
D.C	D.C		D.C	D.C
D.I	D.I		D.I	D.I
C.D	C.D		C.D	C.D
D.C	D.I		D.C	D.I
D.C	C.D		D.C	C.D
D.I	D.C		D.I	D.C
D.I	C.D		D.I	C.D
C.D	D.C		C.D	D.C
C.D	D.I		C.D	D.I

A) Ambos caracteres de dominancia completa

Para este caso se tomará como ejemplo a dos caracteres humanos: pigmentación de la piel y capacidad gustativa. En el primer carácter, tanto homocigotos dominantes (**AA**) como heterocigotos (**Aa**) son personas pigmentadas, dominantes respecto a los albinos que son homocigotos recesivos (**aa**). Para el carácter capacidad gustativa para el PTC (fenil tiocarbamida), las personas que poseen la capacidad de gustar o saborear, son dominantes homocigotas (**GG**) o heterocigotas (**Gg**), respecto a las personas que no tienen tal capacidad por ser homocigotas recesivas (**gg**). ¿Qué fenotipos y en qué proporciones se espera en la descendencia de dos progenitores heterocigotos para ambos caracteres?

Para resolver el caso, se recomienda analizar el problema, realizando los procedimientos indicados en el módulo anterior. Algunos de estos procesos son mentales y otros procedimentales. La práctica constante, forma la capacidad y determina la competencia.

Análisis de la situación problemática

1. Entender y comprender el problema

Según el enunciado, se trata de una herencia en humanos para dos caracteres de dominancia completa, a partir de progenitores que son heterocigotos.

2. Interpretar la interrogante o pregunta del enunciado

La interrogante a contestar está referida a la determinación de los fenotipos y las proporciones en que se presentarán en la descendencia. Tener en consideración que **no** pregunta nada referido al genotipo.

3. Identificar datos del enunciado.

En este caso los datos son cualitativos que corresponden a la información sobre dominancia de caracteres y genotipo de progenitores.

4. Interpretar la relación enunciado-dato-interrogante

Porque ambos progenitores son heterocigotos, la unión equivale a la F2 donde se pueden presentar dieciséis posibles combinaciones agrupados en cuatro fenotipos distintos.

5. Esquematizar el enunciado especificando fenotipo y genotipo de los progenitores

P Pigmentado Gustador **X** Pigmentado Gustador
 Aa Gg Aa Gg

6. Definir el método de resolución

Se debe elegir el método pertinente que permita ahorrar tiempo en la resolución y no hacer procedimientos complementarios inoficiosos, que lo único que hacen es consumir mayor tiempo que el necesario, aun cuando se obtenga la respuesta adecuada.

Recordar que por cualquier método se puede resolver un problema, pero no siempre de la manera más rápida.

En el presente caso correspondería utilizar el método corto para fenotipos, considerando las proporciones de segregación en la F2 de un monohíbrido; (Ley de la Segregación Independiente) es decir para cada carácter, luego, recombinar dichas proporciones (Ley de la Recombinación Independiente) y se tendrá el resultado del dihíbrido, según el siguiente procedimiento:

<i>Segregación 1º carácter</i>	<i>Segregación 2º carácter</i>	<i>Proporción fenotípica de la probable descendencia</i>	<i>%</i>
3/4 pigmentados	3/4 gustadores	= 9/16 pigmentados gustadores	56.25
	1/4 no gustador	= 3/16 pigment. no gustadores	18.75
1/4 albino	3/4 gustadores	= 3/16 albinos gustadores	18.75
	1/4 no gustador	= 1/16 albino no gustador	6.25

7. Responder pertinentemente la interrogante. Ello significa que se debe responder según lo requerido y no otro aspecto. En el presente caso sería: los fenotipos y proporciones que podrían presentarse en la descendencia de progenitores heterocigotos para la pigmentación de la piel y capacidad gustativa sería de 9/16 pigmentados gustadores, 3/16 pigmentados no gustadores, 3/16 albinos gustadores y 1/16 albino no gustador.

Como se puede comprobar, la resolución resulta fácil si se interpreta adecuadamente y utiliza el método correcto.

B) Ambos caracteres de dominancia intermedia o codominantes

Para este caso se considerará la herencia referida al hábito de crecimiento de algunas variedades de frijol. Las plantas volubles son homocigotas dominantes (**AA**), mientras que las arbustivas son homocigotas recesivas (**aa**) y, de guía corta las heterocigotas (**Aa**). El otro carácter se refiere a la coloración de flores, donde las flores rojas corresponden a los homocigotos dominantes (**RR**) y las de color blanco son homocigotos recesivos (**rr**), mientras que los heterocigotos (**Rr**) son de flores rosadas.

Si se cruzan plantas arbustivas de flores rojas con plantas volubles de flores blancas, qué porcentaje de plantas de la F2 serán genóticamente iguales a la F1.

Análisis del problema

1. Entender y comprender el problema.

Se trata de un cruzamiento dihíbrido, donde ambos caracteres son de dominancia intermedia.

2. Interpretar la pregunta del enunciado.

Se debe determinar el porcentaje de individuos de la F2 que tienen igual genotipo que la F1.

3. Identificar datos del enunciado

Los datos son cualitativos y corresponden a la información sobre dominancia de caracteres y genotipo de progenitores. La madre es homocigota para ambos caracteres, recesiva para el primero y dominante para el segundo; el padre también es línea pura, pero con un genotipo inverso al de la madre.

4. Relación entre enunciado-dato-interrogante

Ambos progenitores por ser líneas puras, aun con genotipos contrastantes en cada carácter (no son homocigotos puro dominantes ni puros recesivos, sino combinados), la unión equivale a la F1 y lo que se requiere es obtener la F2 para hacer una comparación genotípica con la F1.

5. Esquematizar el enunciado

Los fenotipos y genotipos de los progenitores son:

P arbustivo rojo **X** voluble blanco

aa RR AA rr

G a R A r

F1 **Aa Rr**

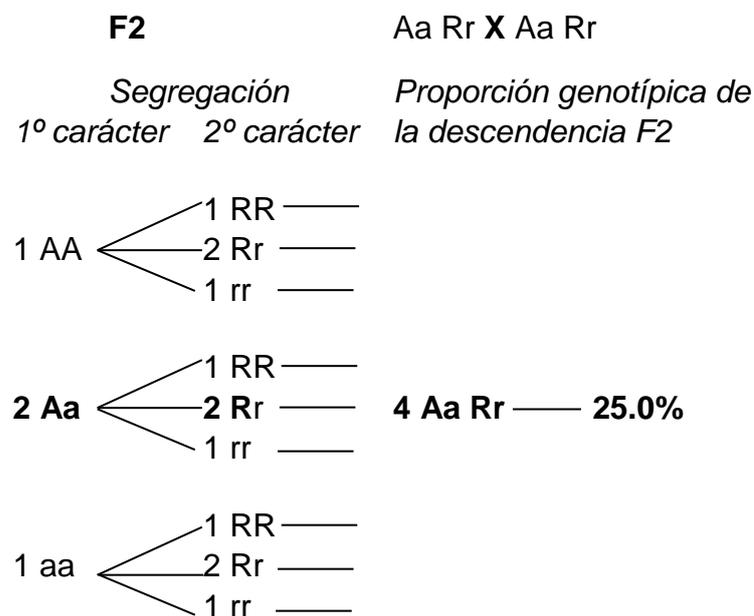
Guía corta flores rosadas

F2 **Aa Rr X Aa Rr**

Guía corta flores rosadas X Guía corta flores rosadas

6. Definir el método de resolución

En el presente caso correspondería utilizar el método corto para genotipos, considerando las proporciones de segregación en la F2 de un monohíbrido para cada carácter, luego, recombinar estas proporciones, pero solo referido a los heterocigotas, porque no interesan las demás combinaciones.



7. Respuesta pertinente

El 25% de plantas de la F2 serán genotípicamente iguales a las plantas F1.

Como se demuestra, no fue necesario desarrollar todas las combinaciones posibles para responder la interrogante, sino que solo se requirió resolver la parte que permite contestar la interrogante. Incluso, bastaba recordar

el cuadro 2 del módulo anterior porque, en la hipotenusa del triángulo de dominantes ubicado en el tablero, se encuentran los heterocigotos que son 4 y por lo tanto, directamente se podía hacer el cálculo del porcentaje.

Se reitera la recomendación de que una adecuada interpretación del problema y la elección del método correcto, hace fácil y rápido la resolución de cualquier problema.

Conviene recordar que, conforme los progenitores son genéticamente heterocigotos para mayor número de pares alélicos, las opciones en que puede presentarse la población son más numerosas, aunque con igual fenotipo, genéticamente son diferentes, de ahí su agrupación en lo que se denomina proporción fenotípica y proporción genotípica.

Para determinar porcentaje de genotipos o fenotipos, se considera el 100% al total de la población mínima, que es la cantidad mínima teórica en el que se encuentran representados todos los fenotipos y genotipos resultantes de un determinado cruzamiento. No se debe confundir con el número de descendientes, los cuales presentarán cualquier combinación de la obtenida en la población mínima.

C) Determinación de genotipos de progenitores

La determinación del genotipo de los progenitores es un caso común en herencia. Para este ejemplo se considerará las características estudiadas por Mendel y tomadas de Sinnot et al (1978, p 113).

En las arvejas, el tallo alto, **T**, es dominante sobre el enano, **t**; las legumbres verdes, **G**, sobre las amarillas, **g**; y las semillas redondas, **R**, sobre las rugosas, **r**. Una planta alta, amarilla y redonda cruzada con una enana, verde y redonda produce tres octavos de los descendientes altos, verdes y redondos; tres octavos enanos, verdes y redondos; un octavo alto, verde y rugoso; y un octavo enano, verde y rugoso. Determinar el genotipo de los padres.

Análisis del problema

1. Entendiendo y comprendiendo el problema

Se trata de un trihíbrido. Se conoce el fenotipo de progenitores y progenies, de quienes también se sabe la proporción de los diversos fenotipos.

2. Interpretando la pregunta

La interrogante a responder es indicar el genotipo de progenitores

3. Datos del enunciado

Los datos son cuantitativos y se refieren a las proporciones observadas en la descendencia que son:

3/8 alto, verde, redondo

3/8 enano, verde, redondo

1/8 alto, verde, redondo

1/8 enano, verde, redondo

4. Relación enunciado-dato-interrogante

En base al fenotipo de progenitores se debe establecer el genotipo, considerando sin ninguna duda el genotipo de los recesivos y con una alternativa u opción el de los dominantes, que luego serán completados cuando se analice la proporción de segregación que indica los datos.

5. Esquema del enunciado con el fenotipo y genotipo conocido y probable de los progenitores

P alto, amarillo, redondo **X** enana, verde, redonda

A _ **g g** **R** _

a a **G** _ **R** _

6. Definir el método de resolución

Existe un solo método para resolver estos casos, es el método inductivo, mediante el análisis proporcional de cada carácter en la población de los descendientes. Así:

Carácter	Alternativas alélicas	Proporción Población	Relac. Teór. Dom.:Rec.
Altura de planta	Altos	4/8 = 1/4	1 : 1
	Enanos	4/8 = 1/4	
Color de legumbre	Verdes	8/8 = 1	1 : 0
	Amarillos	0	
Textura de semilla	Redondos	8/8 = 1	1 : 0
	Rugosos	0	

7. Análisis de relaciones teóricas según el tipo de dominancia

En el caso propuesto, la dominancia es completa. Con el análisis de la relación dominante:recesivo para cada carácter, se establece el genotipo de progenitores.

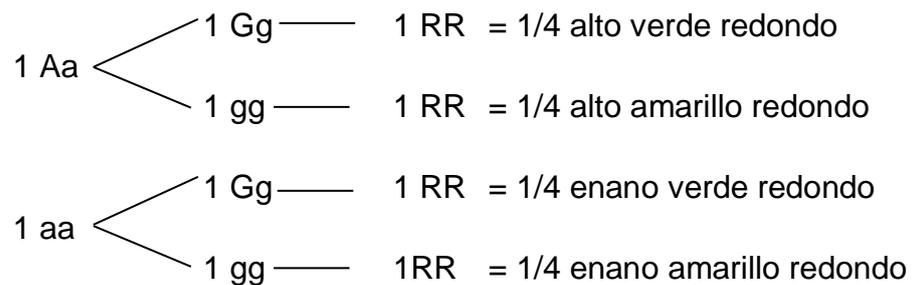
- a) Para el carácter altura de planta se presenta una relación 1:1 Esta proporción se produce cuando se cruza un heterocigoto con un homocigoto recesivo que, por el enunciado y los datos, se conoce que corresponde al padre. Entonces, solo falta completar el de la madre que sería heterocigota (Aa).
- b) La coloración de legumbres también se analiza y determina de manera similar al anterior.
- c) En el carácter textura de semilla, ambos progenitores son redondos, entonces deben ser homocigotas dominantes para tener el 100% dominantes en la descendencia.

8. Definiendo el genotipo de los progenitores



Como se recomendó anteriormente, en el caso de la determinación de genotipos de progenitores, se debe realizar la comprobación correspondiente.

9. Comprobación del genotipo establecido



10. Respuesta

El genotipo de la madre es heterocigota para el primer carácter, homocigota recesiva para el segundo y homocigota dominante para el tercer carácter. El padre es homocigoto recesivo para el primero, heterocigoto para el segundo y homocigoto dominante para el tercero.

Toda la respuesta literal puede ser reemplazada por una respuesta concreta especificando el genotipo, para ello, hay que considerar el contexto en que ha sido presentada la interrogante.

El genotipo de los progenitores es: **Aa gg RR X aa Gg RR**

ACTIVIDADES PROCEDIMENTALES Y ACTITUDINALES

Realizando trabajo colaborativo en equipo, resuelve los siguientes problemas aplicando los criterios desarrollados en el módulo anterior.

1. En el guisante, el tallo alto, **T**, es dominante sobre el enano, **t**; las legumbres verdes, **G**, sobre las amarillas, **g**; y las semillas lisas, **R**, sobre las rugosas, **r**. Una planta alta, verde y lisa cruzada con otra alta, amarilla y lisa produce 26 descendientes altos, verdes y lisos; 10 altos verdes y rugosos; 9 enanos, verdes y lisos; y 3 enanos, verdes y rugosos. Determina el genotipo de los progenitores.
2. En el tomate, el fruto rojo es dominante sobre el amarillo, el fruto biloculado sobre el multiloculado y el tallo alto sobre el enano. Un cultivador posee razas puras de plantas rojas, biloculadas y enanas y de plantas amarillas, multiloculadas y altas. Desea una raza de plantas rojas, multiloculadas y altas. Si cruza sus dos razas y obtiene las generaciones F1 y F2, ¿qué proporción de la F2 tendrá el aspecto del tipo que él desea?, ¿qué proporción de ésta será homocigótica para los tres caracteres?
3. Con la información de la dominancia de caracteres indicados para el caso anterior, determina las proporciones fenotípicas y genotípicas que resultará de un cruzamiento de prueba.
4. Teniendo en cuenta que, en el tomate, el color rojo es dominante sobre el amarillo y el tamaño normal es dominante sobre el enano, si se cruzan tomates homocigóticos rojos de tamaño normal, con una variedad amarilla enana. ¿Qué proporción de los tomates rojos de la F2 serán enanos?
5. En el cruce de *Drosophila melanogaster* de alas curvadas y quetas en forma de maza dihíbridas consigo mismas se obtuvieron 590 con alas curvadas y quetas en maza, 180 con alas curvadas y quetas normales, 160 con alas normales y quetas en maza y 60 normales para ambos caracteres. ¿Se puede aceptar la hipótesis de que estos caracteres se heredan independientemente?
6. Se cruzan tomates rojos híbridos y de tamaño normal homocigóticos con la variedad amarilla enana. ¿Qué proporción de los tomates rojos que salen en la F2 serán enanos? (Los alelos dominantes son color rojo y tamaño normal).
7. Si se autofecunda un individuo heterocigótico para cuatro loci independientes (AaBbCcDd), todos ellos de dominancia completa;

determina: **a)** ¿Cuántos gametos genéticamente distintos puede producir cada progenitor? **b)** ¿Qué número de genotipos diferentes aparecerán en la descendencia? **c)** ¿cuántos fenotipos diferentes se observará en la descendencia?

8. En el guisante, el tallo alto, **T**, es dominante sobre el enano, **t**; las legumbres verdes, **G**, sobre las amarillas, **g**; y las semillas lisas, **R**, sobre las rugosas, **r**. determina las proporciones fenotípicas y genotípicas que resultará de un cruzamiento de prueba.
9. En los cobayos el pelaje negro (**B**) es dominante sobre albino (**b**), y la piel rugosa (**R**) es dominante sobre la piel lisa (**r**). Un cobaya negro y rugoso se cruza con otro albino y rugoso y produce la siguiente progenie: 13 negros rugosos, 16 albinos rugosos, 6 negros lisos y 5 albinos lisos. Identificar el genotipo de los padres.
10. Una planta leguminosa de tallo alto, legumbre amarilla y semilla redonda se cruza con otra enana, verde y redonda, dando lugar a 3/8 de plantas altas, verdes y redondas, 3/8 de enanas, verdes y redondas, 1/8 de altas, verdes y rugosas y 1/8 de enanas, verdes y rugosas. Determinar el genotipo de los padres.
11. Especificando la bibliografía correspondiente, elabora una relación de caracteres de dominancia completa, intermedia y codominancia observado en humanos.

BIBLIOGRAFÍA

Bakkali M. et al 2011. Manual de Problemas y Casos Prácticos de Genética. Departamento de Genética, Universidad de Granada, España. Recuperado de: <http://wpd.ugr.es/~fperfect/PDFs/2011-ManualdeProblemas-Genetica.pdf>

Comunidad de Madrid. 2018. 28 problemas resueltos de genética. Recuperado de: http://www.educa.madrid.org/web/ies.alonsoquijano.alcala/carpeta7/sin-titulo/28_problemas_resueltos.pdf

Sinnot E.W, Dunn L.C, Dobzhansky. 1977. Principios de Genética. 5° Edición. Omega. Barcelona, España.

<http://www.ucm.es/info/genetica/grupod/index.htm>

<http://fai.unne.edu.ar/biologia/genetica/genet1.htm>

http://www.educa.madrid.org/web/cc.nsdelasabiduria.madrid/bio_ejercicios.htm

ANEXO 27

Pretest a estudiantes del Grupo Control, de la comprensión del significado de terminología genética relacionada con recombinación, segregación, hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres

Estudiant. Gpo. Ctrl.	Dominio de terminología específica sobre temas de:																								Valora- ción
	Hibridación						Cruzamiento						Recombinación/Segregación						Dominancia de caracteres						
	I 1		I 2		I 4		I 5		I 7		I 8		I 3		I 6		I 9		II 1		II 2		II 3		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1			0		0	1		1			0		0		0	1			0	1		6
2	1			0		0		0	1			0		0		0		0		0		0		0	2
3	1			0		0	1			0	1			0		0		0		0		0	1		4
4	1			0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	1
5		0		0		0		0		0		0		0	1		1			0		0		0	2
6		0		0		0	1			0		0		0		0	1		1		1		1		5
7		0		0	1			0	1		1			0		0		0		0		0		0	3
8		0		0		0		0		0	1			0		0		0		0		0		0	1
9	1			0		0		0		0		0		0		0		0	1			0	1		3
10		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0	1			0		0		0		0	1
12		0	1			0		0		0	1			0		0		0		0		0		0	2
13		0	1			0		0		0	1			0		0		0		0		0		0	2
14		0	1			1		1		1			0		0	1			0		0		0		5
15		0	1			1			0		1			0		0		0		0		0	1		4
16		0	1			1			0		0			0		0	1		1			0		0	4
17		0	1			0		0		0	1			0		0		0		0		0		0	2
18		0		0	1			0		0		0	1			0		0		0		0		0	2
19		0	1			0	1			0		0	1			0		0		0		0		0	3
20		0		0	1			0		0		0		0		0		0		0		0		0	1
21		0		0	1			0		0		0	1			0	1			0		0		0	3
22		0	1			0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	1
23		0		0		0		0		0		0		0	1			0		0		0		0	1
Σ	5	0	9	0	7	0	4	0	4	0	8	0	3	0	4	0	4	0	4	0	1	0	5	0	58

ANEXO 28

Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, de la comprensión del significado de terminología genética relacionada con recombinación, segregación, hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres

Estudiant. Gpo. Ctrl.	Dominio de terminología específica sobre temas de:																								Valoración
	Hibridación						Cruzamiento						Recombinación/Segregación						Dominancia de caracteres						
	I 1		I 2		I 4		I 5		I 7		I 8		I 3		I 6		I 9		II 1		II 2		II 3		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1			0		0	1			0		0		0		0	1		1		1		6
2	1		1		1			0		0		0		0	1			0		0		0	1		5
3		0	1			0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	1
4		0	1			0		0	1			0		0		0		0		0		0		0	2
5	1			0		0		0		0		0		0		0		0	1		1		1		4
6		0	1			0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	1
7	1			0		0		0		0		0	1			0		0		0		0		0	2
8		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	1		1
9		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
10	1		1			0		0	1			0		0	1			0	1		1		1		7
11	1			0	1			0		0		0		0		0		0		0		0		0	2
12		0	1		1			0		0		0		0	1			0		0		0		0	3
13		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
14	1			0		0		0	1			0		0		0		0		0	1		1		4
15		0	1			0		0	1			0		0	1			0	1			0		0	4
16	1			0	1		1			0		0	1			0		0		0	1		1		6
17		0		0	1			0	1		1			0	1			0		0	1		1		6
18		0	1			0		0	1		1		1		1		1		0		0		0		6
19	1		1		1			0		0	1			0	1			0		0		0		0	5
20		0	1			0	1		1		1			0	1			0	1		1		1		8
21		0		0	1			0		0		0		0		0		0		0		0	1		2
22		0		0		0		0		0	1		1		1			0		0		0	1		4
23		0	1			0		0	1			0		0		0		0		0		0		0	2
Σ	9	0	12	0	7	0	2	0	9	0	5	0	4	0	9	0	1	0	5	0	7	0	11	0	81

ANEXO 29

Postest a estudiantes del Grupo Control, de la comprensión del significado de terminología genética relacionada con recombinación, segregación, hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres

Estudiant. Gpo. Ctrl.	Dominio de terminología específica sobre temas de:																								Valoración
	Hibridación						Cruzamiento						Recombinación/Segregación						Dominancia de caracteres						
	I 1		I 2		I 4		I 5		I 7		I 8		I 3		I 6		I 9		II 1		II 2		II 3		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1			0	1			0	1		1		1			0		0	1		1		1		8
2	1			0		0		0	1		0		0	1			0		0		0		0		3
3	1		1		1		1			0	1		1		1		1			0		0		0	8
4		0	1		1			0		0		0		0		0		0		0		0		0	2
5		0		0	1			0		0		0		0	1			0		0		0		0	2
6		0		0		0		0		0		0		0		0	1			0		0		0	1
7		0		0	1			0	1			0	1			0		0		0		0	1		4
8		0	1		1			0		0	1		1			0		0		0		0		0	4
9		0	1			0		0		0		0	1			0		0		0		0	1		3
10		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0	1			0		0		0		0		0	1			0		0		0		0	2
12		0	1			0		0		0		0		0		0		0		0		0	1		2
13		0	1		1			0	1			0	1			0		0		0		0		0	4
14		0		0	1			0	1		1			0	1			0		0		0	1		5
15		0	1		1		1		1		1		1		1			0		0	1		1		9
16		0		0		0		0		0	1			0		0		0		0		0		0	1
17		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
18		0		0		0		0		0		0	1			0		0		0		0		0	1
19		0	1		1			0	1			0	1		1			0	1			0	1		7
20	1		1		1			0		0	1			0	1		1		0		0		0		6
21	1		1		1		1			0		0		0		0		0	1		1		1		7
22		0	1			0		0	1			0		0		0		0		0		0		0	2
23		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0		0	1		1
Σ	5	0	12	0	12	0	3	0	8	0	7	0	9	0	8	0	3	0	3	0	3	0	9	0	82

ANEXO 30

Postest a estudiantes del Grupo Experimental, de la comprensión del significado de terminología genética relacionada con recombinación, segregación, hibridación, cruzamientos y dominancia de caracteres

Estudiant. Gpo. Exp.	Dominio de terminología específica sobre temas de:																								Valoración	
	Hibridación						Cruzamiento						Recombinación/Segregación						Dominancia de caracteres							
	I 1		I 2		I 4		I 5		I 7		I 8		I 3		I 6		I 9		II 1		II 2		II 3			
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
1	1		1		1		1			0	1			0	1		1		1		1		1		10	
2	1		1		1			0	1		1			0	1				0	1		1		1		9
3	1			0	1		1		1			0		0		0	1			0	1			0		6
4	1		1		1			0		0	1		1			0	1		1		1		1		9	
5	1			0		0		0	1		1		1			0	1		1		1		1		8	
6		0		0	1		1		1		1			0		0			0		0		0	1		5
7		0	1		1			0	1			0	1			0	1			0		0	1			6
8	1			0	1			0	1		1			0	1		1			0		0	1			7
9		0		0	1		1		1		1			0		0			0		0		0	1		5
10	1		1		1			0	1		1		1			0	1		1		1		1		10	
11	1			0	1		1			0		0		0	1		1		1		1		1		8	
12	1		1		1			0	1		1		1		1		1		1		1		1		11	
13		0	1		1			0	1			0	1			0	1			0		0	1			6
14	1			0	1			0		0		0		0	1		1		1		1		1		7	
15		0	1		1			0	1		1		1			0	1		1		1		1		9	
16	1		1		1			0	1		1			0	1		1		1		1		1		10	
17	1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		1		12	
18	1			0	1		1		1			0		0		0	1			0	1			0		6
19	1		1		1			0		0		0	1			0			0		0	1		1		6
20	1		1		1			0	1			0	1		1		1		1		1		1		10	
21		0		0	1		1		1		1			0		0			0		0		0	1		5
22		0	1		1			0	1			0	1			0	1			0		0	1			6
23	1		1			0		0	1			0	1			0	1			0		0		0		5
Σ	16	0	14	0	21	0	8	0	18	0	13	0	12	0	9	0	18	0	12	0	15	0	20	0	176	

ANEXO 31

Pretest a estudiantes del Grupo Control, sobre conocimiento de proporciones de segregación fenotípica, genotípica y métodos de resolución de problemas

Estudiant. Gpo. Ctrl.	Conocimiento de proporciones segregación								Conocimiento de métodos de resolución de problemas										Valoración
	Fenotipo (III)				Genotipo (IV)				(V)										
	3:1		1:1		1:1		1:2:1		Gráfico		Tablero		Algeb		Fenotipo		Genotipo		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0	1			0		0		0		0		0	1
3	1			0		0	1			0		0		0		0		0	2
4		0	1			0		0		0		0		0		0		0	1
5		0		0		0	1			0		0		0		0		0	1
6		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7	1			0		0	1			0		0		0		0		0	2
8		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13	1			0		0	1			0		0		0		0		0	2
14		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
15	1			0		0	1			0		0		0		0		0	2
16		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
17		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
18		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0	1			1		0		0		0		0		0		0	2
22		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
23		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
Σ	4	0	2	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13

ANEXO 32

Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, sobre conocimiento de proporciones de segregación fenotípica, genotípica y métodos de resolución de problemas

Estudiant. Gpo. Exp.	Conocimiento de proporciones segregación								Conocimiento de métodos de resolución de problemas (V)										Valoración
	Fenotipo (III)				Genotipo (IV)				Gráfico		Tablero		Algeb		Fenotipo		Genotipo		
	3:1		1:1		1:1		1:2:1		S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
4		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
5		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
8	1		1		1		1		0		0		0		0		0		4
9		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11	1			0		0		0		0		0		0		0		0	1
12		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13	1			0		0	1			0		0		0		0		0	2
14	1			0		0		0		0	1			0		0		0	2
15		0	1			0	1			0		0		0		0		0	2
16		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
17	1		1			0	1			0		0		0		0		0	3
18		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0	1			0		0		0		0		0	1
22		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
23		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
Σ	5	0	3	0	1	0	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	15

ANEXO 33

Postest a estudiantes del Grupo Control, sobre conocimiento de proporciones de segregación fenotípica, genotípica y métodos de resolución de problemas

Estudiant. Gpo. Ctrl.	Conocimiento de proporciones segregación								Conocimiento de métodos de resolución de problemas (V)										Valoración
	Fenotipo (III)				Genotipo (IV)				Gráfico		Tablero		Algeb		Fenotipo		Genotipo		
	3:1		9:3:3:1		1:2:1		1:1:1:1		S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1			0		0		0	1			0		0		0	3
2		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3	1			0	1			0		0	1			0		0		0	3
4		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
5		0		0		0		0		0	1			0		0		0	1
6		0	1		1		1			0	1			0		0		0	4
7	1			0		0		0		0	1			0		0		0	2
8		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9	1		1		1			0		0		0		0		0		0	3
10	1			0	1			0		0		0		0		0		0	2
11		0		0		0		0		0	1			0		0		0	1
12		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13	1			0	1			0		0	1			0		0		0	3
14		0		0	1			0		0		0		0		0		0	1
15	1		1		1		1			0		0		0		0		0	4
16	1			0		0		0		0		0		0		0		0	1
17		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
18	1			0		0		0		0	1			0		0		0	2
19		0		0		0		0		0	1			0		0		0	1
20		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21	1		1		1			0		0	1		1			0		0	5
22	1			0		0		0		0		0		0		0		0	1
23		0		0		0		0		0		0		0		0		0	0
Σ	11	0	5	0	8	0	2	0	0	0	10	0	1	0	0	0	0	0	37

ANEXO 34

Postest a estudiantes del Grupo Experimental, sobre conocimiento de proporciones de segregación fenotípica, genotípica y métodos de resolución de problemas

Estudiant. Gpo. Exp.	Conocimiento de proporciones segregación								Conocimiento de métodos de resolución de problemas (V)										Valoración	
	Fenotipo (III)				Genotipo (IV)				Gráfico		Tablero		Algeb		Fenotipo		Genotipo			
	3:1		9:3:3:1		1:2:1		1:1:1:1		S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
1	1		1		1		1			0	1			1		1		1		8
2	1		1		1		1		1		1			1		1		1		9
3	1			0		0	1			0	1				0		0	1		4
4		0	1		1		1		1		1			1			0	1		7
5		0	1		1			0	1		1			1			0	1		6
6	1			0		0	1			0	1			1			0		0	4
7	1		1			0	1			0	1			1			0		0	5
8		0	1		1		1		1		1			1			0		0	6
9	1		1		1			0		0	1				0		0	1		5
10	1		1		1		1		1		1			1		1		1		9
11	1		1		1		1		1		1			1		1			0	8
12	1		1		1		1		1		1				0	1		1		8
13		0	1		1			0		0	1				0	1			0	4
14		0		0	1		1			0	1			1		1		1		6
15	1		1		1		1		1		1			1		1			0	8
16	1		1		1			0	1		1				0	1		1		7
17	1		1		1		1		1		1				0	1		1		8
18	1		1			0	1			0	1			1			0		0	5
19		0	1		1		1		1		1			1		1		1		8
20	1			0	1		1			0		0		1		1		1		6
21	1		1			0	1			0	1			1			0		0	5
22	1		1			0	1			0	1			1			0		0	5
23	1		1		1			0		0	1			1		1			0	6
Σ	17	0	19	0	17	0	18	0	11	0	22	0	17	0	13	0	13	0	147	

ANEXO 35

**Pretest a estudiantes del Grupo Control, de la
esquematación del proceso de recombinación génica en la
segregación de gametos**

Estudian. Gpo. Ctrl.	Criterios procedimentales para determinar recombinación en segregación de gametos (VI)										VALORACIÓN
	Indica locus génicos		Grafica quiasmas		Determina Tipos Recomb.		Determina Tipos Paternos		Determina gametos segregantes		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0	0
3		0		0		0		0		0	0
4		0		0		0		0		0	0
5		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0	0
15		0		0		0		0		0	0
16		0		0		0		0		0	0
17		0		0		0		0		0	0
18		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0		0		0	0
22		0		0		0		0		0	0
23		0		0		0		0		0	0
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO 36

**Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, de la
esquematación del proceso de recombinación génica en la
segregación de gametos**

Estudian. Gpo. Exper.	Criterios procedimentales para determinar recombinación en segregación de gametos (VI)										VALORACIÓN
	Indica locus génicos		Grafica quiasmas		Determina Tipos Recomb.		Determina Tipos Paternos		Determina gametos segregantes		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0	0
3		0		0		0		0		0	0
4		0		0		0		0		0	0
5		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0	0
11	1			0		0		0		0	1
12		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0	0
15		0		0		0		0		0	0
16		0		0		0		0		0	0
17		0		0		0		0		0	0
18		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0		0		0	0
22		0		0		0		0		0	0
23		0		0		0		0		0	0
Σ	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ANEXO 37

Postest a estudiantes del Grupo Control, de la esquematización del proceso de recombinación génica en la segregación de gametos

Estudian. Gpo. Ctrl.	Criterios procedimentales para determinar recombinación en segregación de gametos (VI)										VALORACIÓN
	Indica locus génicos		Grafica quiasmas		Determina Tipos Recomb.		Determina Tipos Paternos		Determina gametos segregantes		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0	0
3		0		0		0		0		0	0
4		0		0		0		0		0	0
5		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0	0
15		0		0		0		0		0	0
16		0		0		0		0		0	0
17		0		0		0		0		0	0
18		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0		0		0	0
22		0		0		0		0		0	0
23		0		0		0		0		0	0
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO 38

**Postest a estudiantes del Grupo Experimental, de la
esquematización del proceso de recombinación génica en la
segregación de gametos**

Estudian. Gpo. Exper.	Criterios procedimentales para determinar recombinación en segregación de gametos (VI)										VALORACIÓN
	Indica locus génicos		Grafica quiasmas		Determina Tipos Recomb.		Determina Tipos Paternos		Determina gametos segregantes		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1		1		1		1		5
2	1		1		1		1		1		5
3	1		1		1		1			0	4
4	1			0		0		0		0	1
5	1		1		1		1		1		5
6	1		1			0	1			0	3
7	1		1		1		1			0	4
8	1		1			0	1			0	3
9	1		1			0		0		0	2
10	1		1		1		1		1		5
11	1		1		1		1		1		5
12	1		1		1		1		1		5
13	1			0		0	1			0	2
14	1		1		1		1		1		5
15	1		1		1		1		1		5
16	1		1		1		1		1		5
17	1		1		1		1		1		5
18	1		1		1		1			0	4
19	1		1		1		1		1		5
20	1			0		0		0		0	1
21	1		1		1			0		0	3
22	1		1			0	1			0	3
23	1			0		0		0		0	1
Σ	23	0	19	0	15	0	18	0	11	0	86

ANEXO 39

Pretest a estudiantes del Grupo Control, del aspecto procedimental en el proceso de hibridación

Estudiantes Gpo. Ctrl.	Criterios procedimentales considerados para la hibridación														Valoración
	Elige los progenitores		Selecciona el botón floral		Ejecuta la antesis		Realiza la emasculación		Ejecuta la polinización		Protege la flor polinizada		Identifica las cruzas		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0		0		0	0
3	1			0		0		0		0		0		0	1
4		0		0		0		0		0		0		0	0
5	1			0		0		0		0		0		0	1
6		0		0		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0		0		0	0
11	1			0		0		0		0		0		0	1
12		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0		0		0	0
15	1			0		0		0		0		0		0	1
16	1			0		0		0		0		0		0	1
17		0		0		0		0		0		0		0	0
18	1			0		0		0		0		0		0	1
19		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0	0
21	1			0		0		0		0		0		0	1
22		0		0		0		0		0		0		0	0
23	1			0		0		0		0		0		0	1
Σ	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8

ANEXO 40

Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, del aspecto procedimental en el proceso de hibridación

Estudiantes Gpo. Exper.	Criterios procedimentales considerados para la hibridación														Valoración
	Elige los progenitores		Selecciona el botón floral		Ejecuta la antesis		Realiza la emasculación		Ejecuta la polinización		Protege la flor polinizada		Identifica las cruzas		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0	0
2	1		1		0		0		0		0		0	0	2
3		0		0		0		0		0		0		0	0
4		0		0		0		0		0		0		0	0
5		0		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0		0		0	0
11	1			0		0		0		0		0		0	1
12		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0		0		0	0
15		0		0		0		0		0		0		0	0
16		0		0		0		0		0		0		0	0
17	1		1		0		0		0		0		0	0	2
18		0		0		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0		0		0		0		0	0
22	1			0		0		0		0		0		0	1
23	1			0		0		0		0		0		0	1
Σ	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7

ANEXO 41

Postest a estudiantes del Grupo Control, del aspecto procedimental en el proceso de hibridación

Estudiantes Gpo. Ctrl.	Criterios procedimentales considerados para la hibridación														Valoración
	Elige los progenitores		Selecciona el botón floral		Ejecuta la antesis		Realiza la emasculación		Ejecuta la polinización		Protege la flor polinizada		Identifica las cruas		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0	1			0		0	1
2		0		0		0		0		0		0		0	0
3	1			0		0		0	1			0		0	2
4		0		0		0		0		0		0		0	0
5	1			0		0		0	1			0		0	2
6		0		0		0		0	1			0		0	1
7		0		0		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0		0		0	0
9	1			0		0		0	1			0		0	2
10		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0		0		0	0
15		0		0		0		0		0		0		0	0
16	1			0		0		0	1			0		0	2
17		0		0		0		0		0		0		0	0
18	1			0		0		0	1			0		0	2
19	1			0		0		0	1			0		0	2
20		0		0		0		0	1			0		0	1
21		0		0		0		0		0		0		0	0
22		0		0		0		0		0		0		0	0
23		0		0		0		0	1			0		0	1
Σ	6	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	16

ANEXO 42

Postest a estudiantes del Grupo Experimental, del aspecto procedimental en el proceso de hibridación

Estudiantes Gpo. Exper.	Criterios procedimentales considerados para la hibridación														Valoración
	Elige los progenitores		Selecciona el botón floral		Ejecuta la antesis		Realiza la emasculación		Ejecuta la polinización		Protege la flor polinizada		Identifica las cruzas		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1		1		1		1		1		1		7
2	1		1		1		1		1		1		1		7
3	1			0	1		1		1			0		0	4
4	1		1		1			0		0		0		0	3
5	1		1		1		1		1		1		1		7
6	1		1		1		1		1			0		0	5
7	1		1		1		1		1			0		0	5
8	1		1		1		1		1			0		0	5
9	1			0	1		1			0		0		0	3
10	1		1		1		1		1		1		1		7
11	1		1		1		1		1		1		1		7
12	1		1		1		1		1			0		0	5
13	1			0	1		1			0		0		0	3
14	1		1		1		1		1		1		1		7
15	1		1		1		1		1		1		1		7
16	1		1		1		1		1		1		1		7
17	1		1		1		1		1		1		1		7
18	1			0	1		1		1			0		0	4
19	1		1		1		1		1		1		1		7
20	1		1		1		1			0		0		0	4
21	1			0	1		1			0		0		0	3
22	1		1		1			0		0		0		0	3
23	1		1		1		1		1		1			0	6
Σ	23	0	17	0	23	0	21	0	17	0	11	0	10	0	122

ANEXO 43

Pretest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas para determinar genotipos de progenitores en cruza monohíbrida

Estudiantes Gpo Control	Criterios procedimentales considerados en la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica fenotipo de P.		Indica genotipo de Progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones de segregación		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1			0		0		0		0		0		0		0	1
2		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3	1			0		0		0		0		0		0		0	1
4		0		0		0		0		0		0		0		0	0
5		0	1		1		0		0		0		0		0		2
6		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0	1		0		0		0		0		0		1
10		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0		0		0		0	0
15		0		0		0		0		0		0		0		0	0
16	1			0		0		0		0		0		0		0	1
17		0		0		0		0		0		0		0		0	0
18		0		0		0		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0		0		0		0		0		0	0
22	1		1		0		0		0		0		0		0		2
23		0		0		0		0		0		0		0		0	0
∑	4	0	2	0	2	0			0	0	0	0	0	0	0	0	8

ANEXO 44

Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas para determinar genotipos de progenitores en cruza monohíbrida

Estudiantes Gpo Exper.	Criterios procedimentales considerados en la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica fenotipo de P.		Indica genotipo de Progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0		0	0
2	1		1			0		0		0		0		0		0	2
3		0		0		0		0		0		0		0		0	0
4		0	1			0		0		0		0		0		0	1
5		0		0		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7	1			0		0		0		0		0		0		0	1
8		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0		0		0		0	0
15	1			0		0		0		0		0		0		0	1
16		0		0		0		0		0		0		0		0	0
17	1			0		0		0		0		0		0		0	1
18		0		0		0		0		0		0		0		0	0
19	1			0		0		0		0		0		0		0	1
20	1			0		0		0		0		0		0		0	1
21		0		0		0		0		0		0		0		0	0
22		0		0		0		0		0		0		0		0	0
23	1			0		0		0		0		0		0		0	1
Σ	7	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9

ANEXO 45

Postest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas para determinar genotipos de progenitores en cruza monohíbrida

Estudiantes Gpo Contri	Criterios procedimentales considerados en la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica fenotipo de progenitores		Indica genotipo de Progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1		1		1		1		1		1		1		8
2		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3	1		1		1		1		1		1		1		1		8
4	1		1		1		1			0		0		0		0	4
5		0		0		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0	1		1			0		0		0		0	2
7	1		1		1		1		1		1		1		1		8
8	1		1		1		1		1		1		1		1		8
9	1			0		0	1			0		0	1			0	3
10		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0	1		1		1		1		1		1		6
14		0		0		0	1			0		0	1			0	2
15	1		1		1		1		1		1		1		1		8
16	1			0	1			0		0		0		0		0	2
17		0		0		0		0		0		0		0		0	0
18		0		0		0	1			0		0		0	1		2
19		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0	1		1		1		1		1			0	1		6
22	1			0	1		1		1		1		1		1		7
23		0		0	1		1			0		0		0		0	2
Σ	9	0	7	0	12	0	14	0	8	0	8	0	9	0	9	0	76

ANEXO 46

Postest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas para determinar genotipos de progenitores en cruza monohíbrida

Estudiantes Gpo Exper.	Criterios procedimentales considerados en la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica fenotipo de P.		Indica genotipo de Progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones de segregación		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1		1		1		1		1		1		1		8
2	1		1		1		1		1		1		1		1		8
3	1		1			0		0		0		0		0		0	2
4	1		1			0		0		0		0		0		0	2
5	1		1		1			0	1		1			0		0	5
6	1			0	1		1		1		1			0		0	5
7		0		0		0		0		0		0		0		0	0
8	1		1		1		1		1		1		1		1		8
9	1		1		1			0	1			0	1		0		4
10	1		1		1		1		1		1		1		1		8
11	1		1		1		1		1		1		1		1		8
12	1		1		1		1		1		1		1		1		8
13	1			0	1			0		0		0		0		0	2
14	1		1		1		1		1		1		1		1		8
15	1		1		1		1		1		1		1		1		8
16	1		1		1		1		1		1		1		1		8
17	1		1		1		1		1		1		1		1		8
18		0		0		0		0		0		0		0		0	0
19	1		1		1		1		1		1		1		1		8
20	1		1		1		1		1		1		1		1		8
21	1		1		1		1		1			0		0		0	5
22	1			0	1			0		0		0		0		0	2
23	1		1		1		1		1			0	1		1		7
Σ	21	0	18	0	19	0	15	0	17	0	14	0	13	0	13	0	130

ANEXO 47

Pretest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos

Estudiantes Gpo Control	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Indica fenotipo de progenitores		Especifica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3		0		0		0		0		0		0		0		0	0
4	1			0		0		0		0		0		0		0	1
5		0		0		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9	1			0		0		0		0		0		0		0	1
10		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13	1			0		0		0		0		0		0		0	1
14		0		0		0		0		0		0		0		0	0
15	1			0		0		0		0		0		0		0	1
16		0		0		0		0		0		0		0		0	0
17		0		0		0		0		0		0		0		0	0
18		0		0		0		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0		0		0		0		0		0	0
22	1			0		0		0		0		0		0		0	1
23		0		0		0		0		0		0		0		0	0
∑	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5

ANEXO 48

Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos

Estudiantes Gpo Exper.	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Indica fenotipo de progenitores		Especifica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3		0		0		0		0		0		0		0		0	0
4		0		0		0		0		0		0		0		0	0
5		0		0		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7	1			0		0		0		0		0		0		0	1
8		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0		0		0		0	0
14	1			0		0		0		0		0		0		0	1
15	1			0	1			0		0		0		0		0	2
16		0		0		0		0		0		0		0		0	0
17	1			0	1			0		0		0		0		0	2
18		0		0		0		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0		0		0		0		0		0	0
22	1			0		0		0		0		0		0		0	1
23		0		0		0		0		0		0		0		0	0
Σ	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7

ANEXO 49

Postest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos

Estudiantes Gpo Control	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Indica fenotipo de progenitores		Especifica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3	1			0	1		0		0		0		0		0	0	2
4		0		0		0	1		0		0		0		0	0	1
5		0		0		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7	1			0	1		1		1		1		1		1	0	7
8		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9	1			0	1		0		1		0		0		0	0	3
10	1			0		0		0		0		0		0		0	1
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13	1			0		0		0		0		0		0		0	1
14	1			0	1		1		1		0		0	1		0	5
15		0		0	1		1		1		1		0		0	0	4
16		0		0		0		0		0		0		0		0	0
17		0		0		0		0		0		0		0		0	0
18	1			0		0		0		0		0		0		0	1
19		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21	1		1		1		0		0		0		0		0	0	3
22	1			0	1		0	1		0	1		0	1		0	4
23	1			0	1		0		0		0		0		0	0	2
Σ	10	0	1	0	8	0	4	0	5	0	2	0	2	0	2	0	34

ANEXO 50

Postest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas de cruzamientos dihíbridos

Estudiantes Gpo Exper.	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Indica fenotipo de progenitores		Especifica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1		1		1			0		0		0		0	4
2	1		1		1		1		1		1		1		1		8
3	1			0	1			0		0		0		0		0	2
4		0	1		1			0		0		0		0		0	2
5	1			0	1		1		1		1		1		1		7
6	1		1		1			0		0		0		0		0	3
7	1			0	1		1		1			0		0		0	4
8	1			0		0	1			0		0		0		0	2
9	1		1		1			0		0		0		0		0	3
10	1		1		1		1		1		1		1		1		8
11	1		1		1		1			0		0		0		0	4
12	1		1		1		1		1		1		1		1		8
13	1		1		1			0		0		0		0		0	3
14	1		1		1		1		1		1		1		1		8
15	1		1		1		1		1		1		1		1		8
16	1		1		1		1		1		1		1		1		8
17	1		1		1		1		1		1		1		1		8
18	1		1		1			0		0		0		0		0	3
19	1		1		1		1		1		1		1		1		8
20	1		1		1		1		1		1		1		1		8
21	1		1		1		1			0		0		0		0	4
22	1			0	1		1		1			0		0		0	4
23	1		1		1		1		1		1			0		0	6
Σ	22	0	18	0	22	0	17	0	13	0	11	0	10	0	10	0	123

ANEXO 51

Pretest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos de prueba polihíbrido

Estudiantes Gpo Control	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración	
	Identifica datos del enunciado		Especifica el fenotipo de progenitores		Indica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante			
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N		
1	1		1		0		0		0		0		0		0		0	2
2		0		0		0		0		0		0		0		0		0
3		0		0		0		0		0		0		0		0		0
4		0		0		0		0		0		0		0		0		0
5		0		0		0		0		0		0		0		0		0
6		0		0		0		0		0		0		0		0		0
7		0		0		0		0		0		0		0		0		0
8		0		0		0		0		0		0		0		0		0
9		0		0		0		0		0		0		0		0		0
10		0		0		0		0		0		0		0		0		0
11		0		0		0		0		0		0		0		0		0
12		0		0		0		0		0		0		0		0		0
13		0		0		0		0		0		0		0		0		0
14		0		0		0		0		0		0		0		0		0
15		0		0		0		0		0		0		0		0		0
16		0		0		0		0		0		0		0		0		0
17		0		0		0		0		0		0		0		0		0
18		0		0		0		0		0		0		0		0		0
19		0		0		0		0		0		0		0		0		0
20		0		0		0		0		0		0		0		0		0
21		0		0		0		0		0		0		0		0		0
22		0		0		0		0		0		0		0		0		0
23		0		0		0		0		0		0		0		0		0
Σ	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

ANEXO 52

Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos de prueba polihíbrido

Estudiantes Gpo Exper.	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Va lor
	Identifica datos del enunciado		Especifica el fenotipo de progenitores		Indica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0		0	0
2	1			0		0		0		0		0		0		0	1
3		0		0		0		0		0		0		0		0	0
4		0		0		0		0		0		0		0		0	0
5		0		0		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12	1			0		0		0		0		0		0		0	1
13		0		0		0		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0		0		0		0	0
15		0		0		0		0		0		0		0		0	0
16		0		0		0		0		0		0		0		0	0
17		0	1			0		0		0		0		0		0	1
18		0		0		0		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0		0		0		0		0		0	0
22		0		0		0		0		0		0		0		0	0
23		0		0		0		0		0		0		0		0	0
∑	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

ANEXO 53

Postest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos de prueba polihíbrido

Estudiantes Gpo Control	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica el fenotipo de progenitores		Indica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3		0		0		0		0		0		0		0		0	0
4		0		0		0		0		0		0		0		0	0
5	1			0		0		0		0		0		0		0	1
6		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7	1			0	1		0	1		0	1		0		0		4
8		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0		0		0		0	0
10	1			0	1		0	1		0		0		0		0	3
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0		0		0		0	0
15	1			0	1		0	1		0	1		0	1		0	7
16		0	1			0		0	1			1			0		3
17		0		0	1			0		0		0		0		0	1
18	1			0	1			1		0		0		0		0	3
19		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0		0	1			1		1		1		1		1	6
22	1			0	1			1		0		0		0		0	3
23		0		0		0		0		0		0		0		0	0
Σ	6	0	1	0	7	0	6	0	4	0	3	0	2	0	2	0	31

ANEXO 54

Postest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos de prueba polihíbrido

Estudiantes Gpo Exper.	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica el fenotipo de progenitores		Indica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1		1		1		1		0		1			0	6
2	1		1		1		1		1		1			0	1		7
3		0		0		0		0		0		0		0		0	0
4	1			0	1		1		1		0		1			0	5
5	1		1		1			0	1			0		0		0	4
6	1			0	1			0		0		0		0		0	2
7	1			0	1		1			0		0		0		0	3
8	1		1		1			0	1			0		0		0	4
9	1			0	1			0		0		0		0		0	2
10	1		1		1		1		1		1		1		1		8
11	1			0	1		1		1		1		1		1		7
12	1		1		1		1		1		1		1		1		8
13	1		1		1			0		0		0		0		0	3
14	1		1		1		1		1		1		1			0	7
15	1		1		1		1		1			0		0		0	5
16	1		1		1		1		1		1		1		1		8
17	1		1		1		1		1		1		1		1		8
18	1			0	1		1			0		0		0		0	3
19	1		1		1			0		0		0		0		0	3
20	1		1		1		1		1		1		1		1		8
21		0	1		1			0		0		0		0		0	2
22	1			0	1		1			0		0		0		0	3
23		0		0		0		0		0		0		0		0	0
Σ	20	0	14	0	21	0	14	0	13	0	8	0	9	0	7	0	106

ANEXO 55

Pretest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos polihíbridos

Estudiantes Gpo Control	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica el fenotipo de progenitores		Indica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3		0		0		0		0		0		0		0		0	0
4		0		0		0		0		0		0		0		0	0
5		0		0		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0		0		0		0	0
15		0		0		0		0		0		0		0		0	0
16		0		0		0		0		0		0		0		0	0
17		0		0		0		0		0		0		0		0	0
18		0		0		0		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0		0		0		0		0		0	0
22		0		0		0		0		0		0		0		0	0
23		0		0		0		0		0		0		0		0	0
∑	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO 56

Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos polihíbridos

Estudiantes Gpo Exper.	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica el fenotipo de progenitores		Indica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0		0		0		0		0	0
2		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3		0		0		0		0		0		0		0		0	0
4		0		0		0		0		0		0		0		0	0
5		0		0		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0		0		0		0	0
8		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0		0		0		0	0
10		0		0		0		0		0		0		0		0	0
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0		0		0		0	0
14		0		0		0		0		0		0		0		0	0
15		0		0		0		0		0		0		0		0	0
16		0		0		0		0		0		0		0		0	0
17		0		0		0		0		0		0		0		0	0
18		0		0		0		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0		0		0		0		0		0		0		0	0
22		0		0		0		0		0		0		0		0	0
23		0		0		0		0		0		0		0		0	0
Σ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO 57

Postest a estudiantes del Grupo Control, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos polihíbridos

Estudiantes Gpo Control	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica el fenotipo de progenitores		Indica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1		1		1			0		0		0		0	4
2		0		0		0		0		0		0		0		0	0
3		0		0		0		0		0		0		0		0	0
4	1		1			0		0		0		0		0		0	2
5	1			0		0		0		0		0		0		0	1
6		0		0		0		0		0		0		0		0	0
7	1			0	1			0		0		0		0		0	2
8		0		0		0		0		0		0		0		0	0
9		0		0		0		0		0		0		0		0	0
10	1			0	1		1			0		0		0		0	3
11		0		0		0		0		0		0		0		0	0
12		0		0		0		0		0		0		0		0	0
13		0		0		0		0		0		0		0		0	0
14	1			0	1			0	1			0	1			0	4
15		0		0	1		1		1		1		1		1		6
16	1			0		0		0		0		0		0		0	1
17		0		0		0		0		0		0		0		0	0
18	1			0	1			0	1			0	1			0	4
19		0		0		0		0		0		0		0		0	0
20		0		0		0		0		0		0		0		0	0
21		0		0	1			0	1			0		0		0	2
22		0		0		0		0		0		0		0		0	0
23		0		0	1		1		1		1		1		1		6
Σ	8	0	2	0	8	0	4	0	5	0	2	0	4	0	2	0	35

ANEXO 58

Postest a estudiantes del Grupo Experimental, del proceso de resolución de problemas, para determinar proporciones en cruzamientos polihíbridos

Estudiantes Gpo Exper.	Criterios procedimentales considerados para la resolución de problemas de cruzamientos																Valoración
	Identifica datos del enunciado		Especifica el fenotipo de progenitores		Indica genotipo de progenitores		Comprende la situación problemática		Determina gametos		Determina proporciones segregantes		Pertinencia del Método utilizado		Responde la interrogante		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1		1		1		1		1	0		0		0	5
2	1			0	1		1		1		1		1		1		7
3	1			0	1			0		0		0		0		0	2
4	1			0	1			0		0		0		0		0	2
5	1		1		1		1		1		1		1		1		8
6	1			0	1			0		0		0		0		0	2
7		0	1		1			0		0		0		0		0	2
8	1		1		1		1			0		0		0		0	4
9	1			0	1			0		0		0		0		0	2
10	1		1		1		1		1		1		1		1		8
11	1		1		1		1		1		1		1		1		8
12	1		1		1		1		1		1			0		0	6
13	1		1		1			0		0		0		0		0	3
14	1		1		1		1		1		1		1		1		8
15	1		1		1		1		1		1		1		1		8
16	1		1		1		1		1		1		1		1		8
17	1		1		1		1		1		1		1		1		8
18		0	1		1			0		0		0		0		0	2
19	1		1		1		1		1		1		1			0	7
20	1		1		1		1		1		1		1		1		8
21	1		1		1			0		0		0		0		0	3
22	1		1		1			0		0		0		0		0	3
23	1		1		1			0	1		1			0		0	5
Σ	21	0	18	0	23	0	13	0	13	0	12	0	10	0	9	0	119

ANEXO 59

Pretest a estudiantes del Grupo Control, de la valoración de la recombinación génica como fuente de variabilidad

Estudiantes Gpo. Control	Criterios para valoración de la recombinación como fuente de variabilidad												Valoración
	Mejor opción de variabilidad		Influye la homocigosis		Incide en la evolución		Uso en el mejoramiento		Influye la heterocigosis		Origina diversas comb. gam.		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0	1		1		1		1		4
2		0		0	1		1		1		1		4
3		0	1		1		1		1		1		5
4		0	1			0	1		1		1		4
5		0	1			0		0	1			0	2
6		0	1		1		1		1			0	4
7		0	1		1		1		1		1		5
8		0		0	1		1		1		1		4
9		0	1			0	1		1			0	3
10	1			0	1		1			0		0	3
11		0	1		1		1		1		1		5
12		0		0	1			0		0		0	1
13		0	1		1		1		1		1		5
14		0		0	1		1		1		1		4
15		0	1		1		1		1		1		5
16		0	1		1			0	1		1		4
17		0		0	1		1		1		1		4
18		0		0		0		0	1			0	1
19		0		0	1			0	1		1		3
20		0	1		1		1		1		1		5
21		0	1			0		0	1		1		3
22		0	1		1		1		1		1		5
23		0	1		1		1		1			0	4
Σ	1	0	14	0	18	0	17	0	21	0	16	0	86

ANEXO 60

Pretest a estudiantes del Grupo Experimental, de la valoración de la recombinación génica como fuente de variabilidad

Estudiantes Gpo. Exper.	Criterios para valoración de la recombinación como fuente de variabilidad												VALORACIÓN
	Mejor opción de variabilidad		Influye la homocigosis		Incide en la evolución		Uso en el mejoramiento		Influye la heterocigosis		Origina diversas comb. gam.		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0	1			0	1		1		1		4
2		0	1		1		1		1		1		5
3		0		0	1		1		1		1		4
4		0		0		0	1			0	1		2
5		0	1			0	1		1		1		4
6		0		0	1		1		1		1		4
7		0		0		0	1			0	1		2
8	1			0	1		1		1		1		5
9		0		0		0		0		0		0	0
10		0	1			0		0	1			0	2
11		0		0	1			0	1			0	2
12	1		1			0	1		1		1		5
13		0		0		0		0		0		0	0
14		0		0	1			0	1			0	2
15		0	1			0	1		1			0	3
16	1			0	1		1			0	1		4
17		0	1		1		1		1		1		5
18	1			0		0		0		0	1		2
19		0	1		1		1		1			0	4
20		0	1		1		1		1		1		5
21		0		0	1		1			0	1		3
22	1			0	1			0	1		1		4
23		0	1		1		1		1		1		5
Σ	5	0	10	0	13	0	16	0	16	0	16	0	76

ANEXO 61

Postest a estudiantes del Grupo Control, de la valoración de la recombinación génica como fuente de variabilidad

Estudiantes Gpo. Control	Criterios para valoración de la recombinación como fuente de variabilidad												Valoración
	Mejor opción de variabilidad		Influye la homocigosis		Incide en la evolución		Uso en el mejoramiento		Influye la heterocigosis		Origina diversas comb. gam.		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1			0	1			0	1		4
2		0	1		1		1			0	1		4
3		0	1		1		1		1		1		5
4		0	1		1			0		0	1		3
5	1		1		1		1		1		1		6
6		0	1			0		0		0		0	1
7	1		1		1			0	1		1		5
8		0	1		1			0	1			0	3
9		0	1		1			0	1			0	3
10		0	1		1		1		1		1		5
11		0	1		1		1		1		1		5
12		0		0		0		0		0	1		1
13		0	1		1			0		0	1		3
14	1		1			0		0	1		1		4
15		0	1		1		1		1		1		5
16		0	1		1			0		0	1		3
17		0	1		1			0		0	1		3
18		0	1			0		0	1			0	2
19	1		1		1		1		1		1		6
20	1		1			0	1			0	1		4
21		0	1		1		1		1		1		5
22	1		1		1			0		0		0	3
23		0	1		1			0		0	1		3
Σ	7	0	22	0	17	0	10	0	12	0	18	0	86

ANEXO 62

Postest a estudiantes del Grupo Experimental, de la valoración de la recombinación génica como fuente de variabilidad

Estudiantes Gpo. Exper.	Criterios para valoración de la recombinación como fuente de variabilidad												Valoración
	Mejor opción de variabilidad		Influye la homocigosis		Incide en la evolución		Uso en el mejoramiento		Influye la heterocigosis		Origina diversas comb. gam.		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1			0	1		1		1		5
2	1		1		1		1			0	1		5
3	1		1		1			0		0	1		4
4	1		1			0	1			0	1		4
5	1		1		1		1			0	1		5
6	1		1		1			0		0	1		4
7	1		1		1			0		0	1		4
8	1		1			0		0	1		1		4
9	1		1			0		0	1		1		4
10	1		1		1			0	1		1		5
11	1		1		1		1		1		1		6
12	1		1		1		1			0	1		5
13	1		1			0	1			0	1		4
14	1		1			0		0		0	1		3
15	1		1		1			0		0	1		4
16	1		1		1		1		1		1		6
17	1		1			0	1		1		1		5
18	1		1		1			0		0	1		4
19	1		1			0	1		1		1		5
20	1		1		1		1			0	1		5
21	1		1			0		0		0	1		3
22	1		1			0	1		1		1		5
23	1		1		1			0		0	1		4
Σ	23	0	23	0	13	0	12	0	9	0	23	0	103

ANEXO 63

Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, respecto al interés por aprender

Estudiantes Gpo. Control	Criterios actitudinales de demostración del interés por aprender												Valoración
	Expresa opinión sobre el tema		Participa activamente en clases		Pregunta cuando tiene duda		Consulta bibliografía		Muestra interés por el tema		Asiste a tutoría académica		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0	1		1		2
2	1		1		1		1		1			0	5
3	1		1		1		1		1		1		6
4		0	1		1			0	1			0	3
5		0		0		0	1			0		0	1
6	1			0			1					0	2
7	1		1		1		1		1		1		6
8		0		0		0	1			0		0	1
9		0		0		0	1			0		0	1
10		0		0		0		0		0	1		1
11		0		0		0	1			0		0	1
12		0		0		0		0		0		0	0
13	1		1		1		1		1			0	5
14	1		1		1			0	1			0	4
15	1		1		1		1		1		1		6
16	1		1		1			0		0		0	3
17		0		0		0		0		0		0	0
18	1		1		1		1			0	1		5
19	1		1		1		1			0	1		5
20	1		1		1		1			0		0	4
21	1		1		1		1		1		1		6
22	1			0	1		1		1		1		5
23	1		1		1			0	1		1		5
Σ	14	0	13	0	14	0	15	0	11	0	10	0	77

ANEXO 64

Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, respecto al interés por aprender

Estudiantes Gpo. Exper.	Criterios actitudinales de demostración del interés por aprender												Valoración
	Expresa opinión sobre el tema		Participa activamente en clases		Pregunta cuando tiene duda		Consulta bibliografía		Muestra interés por el tema		Asiste a tutoría académica		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1		1			0	1		1		5
2	1		1		1		1		1		1		6
3		0	1		1			0	1		1		4
4	1		1		1		1		1		1		6
5	1		1		1		1		1		1		6
6		0		0		0		0		0		0	0
7		0		0		0		0		0		0	0
8	1		1		1		1		1		1		6
9		0		0	1			0	1			0	2
10		0	1		1		1		1		1		5
11		0	1		1		1		1		1		5
12	1		1		1		1		1		1		6
13		0		0	1			0	1			0	2
14		0	1		1		1		1		1		5
15	1		1		1		1		1		1		6
16	1		1		1		1		1		1		6
17	1		1		1		1		1		1		6
18		0		0		0		0		0		0	0
19		0		0		0	1		1			0	2
20	1		1		1			0	1		1		5
21		0		0	1			0		0	1		2
22	1		1		1		1		1			0	5
23		0		0		0		0	1			0	1
Σ	11	0	15	0	18	0	13	0	19	0	15	0	91

ANEXO 65

Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, respecto al interés por aprender

Estudiantes Gpo. Exper.	Criterios actitudinales de demostración del interés por aprender												Valoración
	Expresa opinión sobre el tema		Participa activamente en clases		Pregunta cuando tiene duda		Consulta bibliografía		Muestra interés por el tema		Asiste a tutoría académica		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0	1		1		2
2	1		1		1		1		1		1		6
3	1		1		1		1		1		1		6
4		0	1		1			0	1		1		4
5		0		0		0	1			0	1		2
6	1			0		0	1			0	1		3
7	1		1		1		1		1		1		6
8		0		0		0	1			0	1		2
9		0		0		0	1			0	1		2
10		0		0		0		0		0	1		1
11		0		0		0	1			0	1		2
12		0		0		0		0		0	1		1
13	1		1		1		1		1		1		6
14	1		1		1			0	1		1		5
15	1		1		1		1		1		1		6
16	1		1		1			0		0	1		4
17		0		0		0		0		0	1		1
18	1		1		1		1			0	1		5
19	1		1		1		1			0	1		5
20	1		1		1		1			0	1		5
21	1		1		1		1		1		1		6
22	1			0	1		1		1		1		5
23	1		1		1			0	1		1		5
Σ	14	0	13	0	14	0	15	0	11	0	23	0	90

ANEXO 66

Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, respecto al interés por aprender

Estudiantes Gpo. Exper.	Criterios actitudinales de demostración del interés por aprender												Valoración
	Expresa opinión sobre el tema		Participa activamente en clases		Pregunta cuando tiene duda		Consulta bibliografía		Muestra interés por el tema		Asiste a tutoría académica		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1		1			0	1		1		5
2	1		1		1		1		1		1		6
3		0	1		1			0	1		1		4
4	1		1		1		1		1		1		6
5	1		1		1		1		1		1		6
6		0		0		0		0		0		0	0
7		0	1		1		1		1			0	4
8	1		1		1		1		1		1		6
9		0		0	1			0	1			0	2
10		0	1		1		1		1		1		5
11		0	1		1		1		1		1		5
12	1		1		1		1		1		1		6
13		0		0	1			0	1			0	2
14		0	1		1		1		1		1		5
15	1		1		1		1		1		1		6
16	1		1		1		1		1		1		6
17	1		1		1		1		1		1		6
18		0	1		1		1		1			0	4
19		0		0		0	1		1			0	2
20	1		1		1			0	1		1		5
21		0		0	1			0		0	1		2
22	1		1		1		1		1			0	5
23	1			0		0		0	1			0	2
Σ	12	0	17	0	20	0	15	0	21	0	15	0	100

ANEXO 67

Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, en relación a su responsabilidad académica

Estudiantes Gpo. Control	Criterios actitudinales en el desempeño responsable como estudiante												Valoración
	Asiste con puntualidad a clases teóricas		Asiste con puntualidad a clases prácticas		Entrega trabajos en la fecha establecida		Busca eficiencia en lo que realiza		Cumple el compromiso que asume		Demuestra honestidad en la evaluación		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0	1			0		0	1		1		3
2	1		1		1			0		0		0	3
3	1		1		1		1		1		1		6
4	1		1		1			0	1			0	4
5		0	1		1			0		0	1		3
6	1		1		1			0		0	1		4
7		0	1		1		1		1		1		5
8	1		1		1			0	1		1		5
9	1		1		1		1		1		1		6
10		0	1		1			0	1			0	3
11	1		1			0		0	1			0	3
12		0	1		1		1		1		1		5
13	1		1		1			0		0	1		4
14		0	1		1		1			0		0	3
15	1		1		1		1		1		1		6
16	1		1		1		1		1		1		6
17		0		0		0		0		0	1		1
18	1		1		1			0		0	1		4
19	1		1		1			0	1		1		5
20	1		1		1		1		1		1		6
21	1		1		1		1		1		1		6
22	1		1		1			0		0	1		4
23	1		1			0		0		0		0	2
Σ	16	0	22	0	19	0	9	0	14	0	17	0	97

ANEXO 68

Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, en relación a su responsabilidad académica

Estudiantes Gpo. Exper.	Criterios actitudinales en el desempeño responsable como estudiante												Valoración
	Asiste con puntualidad a clases teóricas		Asiste con puntualidad a clases prácticas		Entrega trabajos en la fecha establecida		Busca eficiencia en lo que realiza		Cumple el compromiso que asume		Demuestra honestidad en la evaluación		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1			0	1			0	1		4
2	1		1		1		1		1		1		6
3	1		1		1		1		1			0	5
4		0		0		0		0		0		0	0
5	1		1		1		1		1			0	5
6	1		1		1		1			0	1		5
7	1		1		1			0		0		0	3
8	1		1		1		1		1		1		6
9		0		0		0		0		0	1		1
10	1		1		1		1		1		1		6
11	1		1		1		1		1		1		6
12	1		1		1		1		1		1		6
13		0		0	1			0		0		0	1
14	1		1		1		1		1			0	5
15	1		1		1		1		1		1		6
16	1		1		1		1		1		1		6
17	1		1		1		1		1		1		6
18		0		0		0		0		0	1		1
19	1		1			0		0		0	1		3
20	1		1			0		0	1			0	3
21	1		1			0		0		0	1		3
22	1			0	1		1		1		1		5
23	1		1			0	1			0		0	3
Σ	19	0	18	0	15	0	15	0	13	0	15	0	95

ANEXO 69

Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, en relación a su responsabilidad académica

Estudiantes Gpo. Control	Criterios actitudinales en el desempeño responsable como estudiante												Valoración
	Asiste con puntualidad a clases teóricas		Asiste con puntualidad a clases prácticas		Entrega trabajos en la fecha establecida		Busca eficiencia en lo que realiza		Cumple el compromiso que asume		Demuestra honestidad en la evaluación		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0	1			0		0	1		1		3
2	1		1		1			0		0		0	3
3	1		1		1		1		1		1		6
4	1		1		1			0	1			0	4
5		0	1		1			0		0	1		3
6	1		1		1			0		0	1		4
7	1		1		1		1		1		1		6
8	1		1		1			0	1		1		5
9	1		1		1		1		1		1		6
10	1		1		1			0	1			0	4
11	1		1		1			0	1			0	4
12	1		1		1		1		1		1		6
13	1		1		1			0		0	1		4
14	1		1		1		1			0		0	4
15	1		1		1		1		1		1		6
16	1		1		1		1		1		1		6
17	1			0	1			0		0	1		3
18	1		1		1			0		0	1		4
19	1		1		1			0	1		1		5
20	1		1		1		1		1		1		6
21	1		1		1		1		1		1		6
22	1		1		1			0		0	1		4
23	1		1			0		0		0		0	2
Σ	21	0	22	0	21	0	9	0	14	0	17	0	104

ANEXO 70

Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, en relación a su responsabilidad académica

Estudiantes Gpo. Exper.	Criterios actitudinales en el desempeño responsable como estudiante												Valoración
	Asiste con puntualidad a clases teóricas		Asiste con puntualidad a clases prácticas		Entrega trabajos en la fecha establecida		Busca eficiencia en lo que realiza		Cumple el compromiso que asume		Demuestra honestidad en la evaluación		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1	1		1			0	1		1		1		5
2	1		1		1		1		1		1		6
3	1		1		1		1		1			0	5
4		0		0		0		0		0	1		1
5	1		1		1		1		1		1		6
6	1		1		1		1			0	1		5
7	1		1		1			0		0		0	3
8	1		1		1		1		1		1		6
9		0		0		0		0		0	1		1
10	1		1		1		1		1		1		6
11	1		1		1		1		1		1		6
12	1		1		1		1		1		1		6
13		0		0	1			0		0	1		2
14	1		1		1		1		1		1		6
15	1		1		1		1		1		1		6
16	1		1		1		1		1		1		6
17	1		1		1		1		1		1		6
18		0		0		0		0		0	1		1
19	1		1			0		0		0	1		3
20	1		1			0		0	1		1		4
21	1		1			0		0		0	1		3
22	1			0	1		1			0	1		4
23	1		1			0	1			0		0	3
Σ	19	0	18	0	15	0	15	0	13	0	20	0	100

ANEXO 71

Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, en relación con el desempeño en el trabajo colaborativo en equipo

Estudiantes Gpo. Control	Criterios actitudinales en el desempeño de trabajo colaborativo												Valoración
	Aporta ideas para solucionar dificultades		Muestra interés por el trabajo asignado		Respeto la opinión de sus compañeros		Propicia la eficiencia en el trabajo		Facilita la integración del equipo		Demuestra solidaridad para lograr objetivos		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0	1			0	1
2		0		0	1			0		0	1		2
3	1		1			0	1			0		0	3
4		0		0	1			0		0	1		2
5		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0	1			0		0	1		2
7	1		1			0	1		1			0	4
8		0		0	1			0	1		1		3
9		0	1		1			0	1		1		4
10		0		0	1			0	1			0	2
11		0		0	1			0		0		0	1
12		0		0	1			0		0	1		2
13		0		0	1			0	1		1		3
14	1			0		0	1			0		0	2
15	1		1		1		1			0	1		5
16		0		0	1		1		1		1		4
17		0		0	1			0	1			0	2
18	1		1			0	1		1			0	4
19		0	1			0		0		0		0	1
20		0		0		0		0	1		1		2
21	1		1		1		1			0		0	4
22	1		1		1		1			0		0	4
23		0		0	1			0	1			0	2
Σ	7	0	8	0	15	0	8	0	11	0	10	0	59

ANEXO 72

Pretest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, en relación con el desempeño en el trabajo colaborativo en equipo

Estudiantes Gpo. Control	Criterios actitudinales en el desempeño de trabajo colaborativo												Valoración
	Aporta ideas para solucionar dificultades		Muestra interés por el trabajo asignado		Respeto la opinión de sus compañeros		Propicia la eficiencia en el trabajo		Facilita la integración del equipo		Demuestra solidaridad para lograr objetivos		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0	1			0	1		1		3
2	1			0		0	1			0	1		3
3		0		0	1			0	1		1		3
4		0		0		0		0	1		1		2
5	1		1		1			0		0	1		4
6		0		0	1			0		0		0	1
7		0		0	1			0		0		0	1
8	1		1		1		1			0		0	4
9		0		0	1			0	1			0	2
10	1			0	1		1			0	1		4
11		0	1		1			0	1		1		4
12	1			0	1			0	1			0	3
13		0		0	1			0		0		0	1
14		0		0	1			0	1		1		3
15		0	1		1		1		1		1		5
16	1		1			0	1			0	1		4
17	1		1			0	1			0	1		4
18		0		0	1			0	1			0	2
19		0		0	1			0		0		0	1
20	1			0		0	1		1		1		4
21		0		0	1			0	1			0	2
22		0		0	1			0	1			0	2
23		0		0	1			0		0		0	1
Σ	8	0	6	0	18	0	7	0	12	0	12	0	63

ANEXO 73

Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Control, en relación con el desempeño en el trabajo colaborativo en equipo

Estudiantes Gpo. Control	Criterios actitudinales en el desempeño de trabajo colaborativo												Valoración
	Aporta ideas para solucionar dificultades		Muestra interés por el trabajo asignado		Respeto la opinión de sus compañeros		Propicia la eficiencia en el trabajo		Facilita la integración del equipo		Demuestra solidaridad para lograr objetivos		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0		0		0	1			0	1
2		0		0	1			0		0		0	1
3	1		1			0	1		1		1		5
4		0		0	1			0		0	1		2
5		0		0		0		0		0		0	0
6		0		0	1			0		0	1		2
7	1		1			0	1		1			0	4
8		0		0	1			0	1		1		3
9		0	1		1			0	1		1		4
10		0	1		1			0	1			0	3
11		0		0	1			0		0	1		2
12		0		0	1			0		0	1		2
13		0		0	1			0	1		1		3
14	1		1			0	1		1			0	4
15	1		1		1		1		1		1		6
16		0		0	1		1		1		1		4
17		0		0	1			0	1			0	2
18	1		1			0	1		1			0	4
19		0		0		0		0		0		0	0
20		0	1			0		0	1		1		3
21	1		1		1		1			0		0	4
22	1		1		1		1			0		0	4
23		0		0	1			0	1			0	2
Σ	7	0	10	0	15	0	8	0	14	0	11	0	65

ANEXO 74

Postest de evaluación actitudinal a estudiantes del Grupo Experimental, en relación con el desempeño en el trabajo colaborativo en equipo

Estudiantes Gpo. Control	Criterios actitudinales en el desempeño de trabajo colaborativo												Valoración
	Aporta ideas para solucionar dificultades		Muestra interés por el trabajo asignado		Respeto la opinión de sus compañeros		Propicia la eficiencia en el trabajo		Facilita la integración del equipo		Demuestra solidaridad para lograr objetivos		
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	
1		0		0	1		1		1		1		4
2	1			0	1		1		1		1		5
3		0		0	1			0	1		1		3
4		0		0	1			0	1		1		3
5	1		1		1			0	1		1		5
6		0		0	1			0		0		0	1
7		0		0	1			0		0		0	1
8	1		1		1		1			0	1		5
9	1			0	1			0	1		1		4
10	1			0	1		1		1		1		5
11		0	1		1			0	1		1		4
12	1		1		1		1		1		1		6
13		0		0	1			0		0		0	1
14		0		0	1			0	1		1		3
15		0	1		1		1		1		1		5
16	1		1			0	1			0	1		4
17	1		1			0	1		1		1		5
18	1		1			0	1		1			0	4
19		0		0	1			0		0		0	1
20	1			0		0	1		1		1		4
21	1		1		1		1			0		0	4
22	1		1		1		1			0		0	4
23		0		0	1			0	1		1		3
Σ	12	0	10	0	19	0	12	0	15	0	16	0	84

ANEXO 75

Apreciación de los estudiantes del grupo experimental en relación con la enseñanza modular

N°	CRITERIOS EVALUADOS																
	Organi- zación			Contenido			Evaluación			Desarrollo Capacidades			Apreciación General			Prefe- rencia	
	1	2	11	5	6	9	13	14	15	3	8	10	4	12	16	7	17
1	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	3	4	5	3
2	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	2
3	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	3	1
4	5	4	4	4	4	5	3	3	4	4	4	3	5	4	4	3	3
5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	1
6	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4	4	2
7	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	4	4	3	4	5	2
8	4	5	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	2
9	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	2
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	2
11	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	2
12	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	1
13	5	5	4	4	5	4	3	5	4	4	5	4	5	5	5	4	1
14	5	5	4	4	5	4	2	5	4	4	5	5	5	5	5	4	1
15	5	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	2
16	5	4	4	5	5	4	2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2
17	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	1
18	5	4	5	5	3	5	5	4	5	5	4	4	4	3	4	5	2
19	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	3	3	4	1
20	5	5	5	4	3	4	4	5	4	4	3	4	4	3	5	4	2
21	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	2
22	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	2
23	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	3	3	5	3	3	5	3

ANEXO 76

Panel de evidencias fotográficas de ejecución de la investigación



Figura 13. Alumnos del grupo experimental realizando un trabajo en equipo



Figura 14. Alumnos del grupo control en clases expositivas del docente a cargo



Figura 15. Alumnos del grupo experimental realizando el pretest



Figura 16. Alumnos del grupo control realizando el pretest



Figura 17. Alumnos del grupo experimental realizando el postest



Figura 18. Alumnos del grupo control realizando el postest