



## **ALGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA**

CARRERA: LICENCIATURA EN BIOTECNOLOGÍA

### **I. IDENTIFICACIÓN**

1. Código : 53M.
2. Horas Semanales de Clase : 6
  - 2.1. Teóricas : 3
  - 2.2. Prácticas : 3
3. Crédito : 4
4. Pre-Requisito : Ninguno

### **II. JUSTIFICACIÓN**

Las matemáticas dependen tanto de la lógica como de la creatividad, y están regidas por diversos propósitos prácticos y por su interés específico. Para algunas personas, y no sólo para los matemáticos profesionales, la esencia de esta disciplina se encuentra en su belleza y en su reto intelectual. Para otros, el valor principal consiste en la forma en que se aplican a su propio trabajo, en ese sentido, al cumplir las matemáticas un papel tan imprescindible en la cultura moderna, es indispensable una comprensión básica de ellas en la formación científica. De ahí que el estudiante deberá comprender la naturaleza del pensamiento matemático y familiarizarse con las ideas y habilidades de esta disciplina. Esta asignatura enlaza el Álgebra y la Geometría Analítica, proporcionando una herramienta sumamente poderosa, que es la modelación de un problema por medio de dos representaciones equivalentes y simultáneas, una gráfica y una ecuación, a partir de contextos que proporcionan las ciencias experimentales como la Física y la Química que son disciplinas que permiten separar lo sustantivo, de algunos de sus fenómenos de estudio para llegar a un modelo matemático susceptible de análisis y de interpretación. Por otra parte, Descartes plantea la aparición de la Geometría Analítica como la unión entre la Geometría Plana y el Álgebra. En este sentido, el estudiante estará en la posibilidad de estrechar su representación visual con la abstracción algebraica, de manera que a partir de la primera, llegue a la segunda, y viceversa. El contenido y características de esta asignatura expresan, un avance en el nivel de abstracción para lograr la comprensión conceptual que pueda traducirse en la aplicación de lo estudiado a otras disciplinas.

Las matemáticas son universales, en el sentido que, son aplicables en los campos del pensamiento humano con aplicaciones útiles en los negocios,



la industria, la música, la historia, la política, los deportes, la medicina, la agricultura, la ingeniería y las ciencias naturales y sociales.

Por ello podemos afirmar que es muy extensa la relación entre las matemáticas y los otros campos de las ciencias básicas y aplicadas.

Las matemáticas y las ciencias naturales tienen muchas características en común como la interacción de imaginación y lógica rigurosa, los ideales de honestidad y franqueza, la importancia decisiva de la crítica del entorno e incluso, con el desarrollo de poderosas computadoras, ser capaz de utilizar la tecnología para abrir nuevos campos de investigación fundamentales para la humanidad.

Las ciencias ofrecen a las matemáticas problemas interesantes para investigar, y éstas le brindan a aquéllas herramientas poderosas para el análisis de datos.

Por ello el estudio de esta asignatura pretende ayudar al estudiante a manejar aquellas herramientas matemáticas de especial utilidad para la carrera, como aquellas que le pueden llevar a desarrollar modelos matemáticos de aplicación en el campo de la Biotecnología. Para ello es necesario unos conocimientos de Álgebra y Análisis matemático que les permita entender la base matemática de las asignaturas tales como Biología, Física, Química, y Estadística fundamentales para la formación del profesional Biotecnólogo.

### III. OBJETIVOS

#### **GENERALES:**

**Al término del desarrollo de la disciplina el estudiante será capaz de:**

Aplicar las habilidades de observación, análisis e interpretación para que pueda representar y pronosticar la evolución de diversos fenómenos naturales, económicos y sociales a través de modelos algebraicos y sus correspondientes gráficos para que sea capaz de entenderlos y explicarlos con el lenguaje matemático apropiado.

#### **ESPECÍFICOS:**

**Al término del desarrollo de la disciplina el estudiante será capaz de:**

- a) Dominar las operaciones aritméticas con números reales.
- b) Solucionar ecuaciones e inecuaciones de primer y segundo grado.
- c) Construir gráficas e interpretarlas.
- d) Resolver problemas diversos mediante factorizaciones, Teorema de Pitágoras y otros métodos.



- e) Observar, relacionar, clasificar, jerarquizar, identificar variables.
- f) Reconocer, formular y resolver problemas.
- g) Realizar simbolizaciones utilizando el lenguaje matemático, la comunicación matemática escrita y gráfica.
- h) Aplicar sus nociones de función resolviendo problemas que involucren su empleo.
- i) Demostrar habilidades de comprensión lectora necesarias para el planteo y resolución de problemas.
- j) Manejar el vocabulario matemático apropiado.
- k) Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias que le permitan emprender, con un elevado nivel de autonomía, estudios posteriores.
- l) Adquirir las habilidades experimentales básicas adecuadas, mediante la descripción, cuantificación, análisis y evaluación crítica de los resultados experimentales obtenidos de forma autónoma.
- m) Asimilar conocimientos relevantes de procedencia multidisciplinar.

#### **IV. METAS PEDAGÓGICAS**

- 1. Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad “Números reales, álgebra y solución de problemas”, el estudiante será capaz de:**
  - a) Leer el simbolismo, usar el vocabulario y la notación para expresar los siguientes conjuntos numéricos: los naturales, los enteros, los racionales, los irracionales y los reales.
  - b) Indicar las operaciones que son posibles en cada uno de los conjuntos  $N$ ,  $Z$ ,  $Q$ ,  $I$  y  $R$ .
  - c) Aplicar las propiedades de las operaciones definidas en los conjuntos numéricos mencionados.
  - d) Determinar cuales de los conjuntos  $N$ ,  $Z$ ,  $Q$ ,  $I$  y  $R$  son discretos y cuales son densos o continuos.
  - e) Explicar, en la recta numérica, la representación de los conjuntos  $N$ ,  $Z$ ,  $Q$  y  $R$ .
  - f) Expresar cualquier número racional como un decimal de infinitas cifras periódicas.
  - g) Expresar cualquier número racional dado en forma decimal, como una fracción irreducible.
  - h) Diferenciar un número racional de un número irracional.
  - i) Identificar un número real como un número decimal de infinitas cifras decimales.



- j) Concluir la correspondencia que existe entre el conjunto de los números reales y los puntos de la recta.
- k) Aplicar las propiedades de los conjuntos numéricos y sus operaciones, a la resolución de ejercicios y problemas.
- l) Interpretar las sucesivas ampliaciones de los conjuntos numéricos hasta llegar a los reales.

**2. Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad “Nociones generales de teoría de conjuntos”, el estudiante será capaz de:**

- a) Relacionar los conceptos sobre conjuntos y sus operaciones.
- b) Operar adecuadamente con conjuntos.
  - b.1. Aplicar las operaciones de unión, intersección, complemento y diferencia en la resolución de ejercicios y problemas.
- c) Aplicar el lenguaje lógico a la teoría de conjuntos.
- d) Aplicar el concepto de conjunto cociente.
- e) Emplear regiones que determinan dos o más conjuntos en  $U$  y el número de elementos de los mismos para resolver problemas.
- f) Establecer la correspondencia entre  $R \times R$  ( $R^2$ ) y los puntos en el plano.
- g) Localizar parejas de números en el plano cartesiano.
- h) Representar en el plano cartesiano subconjuntos de  $R \times R$ .
- i) Construir diagramas de Venn para ilustrar los conceptos más elementales de la teoría de conjuntos.
- j) Formular y comprobar mediante diagramas, las propiedades de las operaciones definidas en los conjuntos.

**3. Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad “Ecuaciones e inecuaciones”, el estudiante será capaz de:**

- a) Hallar el conjunto solución de ecuaciones de primer y segundo grado con una y dos variables.
- b) Representar los intervalos como subconjuntos de los números reales.
- c) Hallar el conjunto solución de una intersección de primer grado con una variable.
- d) Resolver problemas que den lugar a ecuaciones e inecuaciones de primer y segundo grado con una y dos variables.
- e) Plantear y resolver sus propios ejercicios y problemas de este tipo, que se presenten en la vida cotidiana.



**4. Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad “Relaciones, funciones y gráficas”, el estudiante será capaz de:**

- a) Hallar el producto cartesiano de dos conjuntos.
- b) Hallar subconjuntos de un conjunto cartesiano según una condición determinada.
- c) Aplicar la operación de producto cartesiano en la resolución de problemas.
- d) Dada una relación en un conjunto decir cuando la relación es reflexiva, simétrica, anti simétrica y transitiva.
- e) Dada una relación en un conjunto, establecer cuando la relación es de equivalencia y cuando es de orden.
- f) Dada una relación de equivalencia en un conjunto, determinar las clases de equivalencia que forma la partición de A.
- g) Diferenciar una relación de una función.
- h) Formular y determinar elementos de una función.
- i) Determinar cuando una función es inyectiva, sobreyectiva o biyectiva.

**5. Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad “Sistemas de ecuaciones y resolución de problemas”, el estudiante será capaz de:**

- a) Identificar función lineal.
- b) Trazar la gráfica de funciones lineales de la forma:  $\{(x,y) / y = mx + b, x \in \mathcal{R}\}$
- c) Establecer el concepto de sistema de ecuaciones lineales con dos o más incógnitas, o variables.
- d) Determinar cuando un sistema de ecuaciones es compatible o incompatible.
- e) Resolver sistemas de ecuaciones lineales con dos o más incógnitas, utilizando los métodos de eliminación de Gauus y la Regla de Cramer.
- f) Interpretar gráficamente la solución de un sistema de ecuaciones lineales con dos incógnitas.
- g) Resolver problemas dados en forma literal y que se ajustan a modelos lineales con dos o más incógnitas.

**6. Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad “Vectores”, el estudiante será capaz de:**

- a) Describir los elementos y propiedades de los vectores libres.
- b) Descomponer correctamente un vector en el plano.



- c) Interpretar intuitivamente el concepto de espacio vectorial con base en las operaciones de suma en el conjunto de los vectores libres y de un vector por un escalar.
- d) Establecer la correspondencia biunívoca entre el conjunto de los vectores libres y  $\mathbb{R}^2$ .
- e) Describir las propiedades afines y métricas del plano euclidiano.
- f) Interpretar correctamente las propiedades de un espacio de dos dimensiones y sus consecuencias.
- g) Explicar las propiedades del espacio  $\mathbb{R}^3$  y sus consecuencias.

**7. Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad “Ecuaciones cuadráticas”, el estudiante será capaz de:**

- a) Construir la gráfica de las funciones cuadráticas de la forma:  $\{(x,y)/ y=f(x)= ax^2+ bx+c, \text{ con } a \neq 0 \}$ .
- b) Explicar que ciertas figuras geométricas se representan mediante ecuaciones algebraicas.
- c) Resolver ecuaciones cuadráticas por medio del método de factorización directa, cuando esta sea posible.
- d) Resolver cualquier ecuación cuadrática usando la fórmula cuadrática.
- e) Resolver ecuaciones cuyas incógnitas se encuentran bajo radicales.
- f) Aplicar las propiedades de las raíces de ecuaciones de segundo grado en la resolución de ejercicios.
- g) Señalar el discriminante y su importancia en la naturaleza de las raíces de una ecuación.
- h) Plantear y resolver problemas donde intervengan ecuaciones de segundo grado.

**8. Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad “Matrices y determinantes”, el estudiante será capaz de:**

- a) Realizar operaciones entre matrices.
- b) Aplicar propiedades para la resolución de problemas planteados.
- c) Determinar la inversa de una matriz.
- d) Resolver sistemas de ecuaciones aplicando los métodos matriciales.
- e) Calcular determinantes de una matriz por varios métodos.
- f) Aplicar la Regla de Cramer para resolver problemas de aplicación.
- g) Aplicar el Método de Gauss para resolver sistemas de ecuaciones lineales.
- h) Solucionar problemas que involucren el empleo de matrices.



**9. Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad “Análisis combinatorio”, el estudiante será capaz de:**

- a) Aplicar el principio fundamental de la combinatoria para resolver situaciones problemáticas planteadas.
- b) Resolver problemas utilizando el diagrama del árbol para resolver problemas que implique un arreglo, una permutación o una combinación.
- c) Resolver problemas que involucren Arreglo o Variación, Permutación y Combinación.
- d) Resolver problemas aplicando la formula del Binomio de Newton, Triángulo de Pascal.

**V. CONTENIDOS**

**A. UNIDADES PROGRAMÁTICAS**

1. Números reales, algebra y solución de problemas.
2. Nociones generales de teoría de conjuntos.
3. Ecuaciones e inecuaciones.
4. Relaciones, funciones y gráficas.
5. Sistemas de ecuaciones y resolución de problemas.
6. Vectores.
7. Ecuaciones cuadráticas.
8. Matrices y determinantes.
9. Análisis combinatorio.

**B. DESARROLLO DE LAS UNIDADES PROGRAMÁTICAS**

**1. Números reales, álgebra y solución de problemas.**

- 1.1. Números reales y operaciones.
- 1.2. Multiplicación de números reales.
- 1.3. Expresiones algebraicas y propiedades de los números.
- 1.4. Notación exponencial.
  - 1.4.1. Propiedades de los exponentes.
  - 1.4.2. Notación científica.
- 1.5. Solución de problemas.

**2. Nociones generales de teoría de conjuntos.**

- 2.1. La noción de conjuntos.
- 2.2. Inclusión. Universal referencial. Diagramas de Venn.
- 2.3. Operaciones entre conjuntos: unión de conjuntos.



- 2.4. Intersección de conjuntos.
- 2.5. Diferencia. Complemento. Diferencia simétrica.

### **3. Ecuaciones e inecuaciones.**

- 3.1. Ecuaciones. Concepto.
  - 3.1.1. Problemas aplicados
- 3.2. Inecuaciones o desigualdades. Concepto.
  - 3.2.1. Problemas aplicados.
- 3.3. Solución de fórmulas.
- 3.4. Valor absoluto.
- 3.5. Solución de problemas que involucren ecuaciones y desigualdades.

### **4. Relaciones, funciones y gráficas.**

- 4.1. Sistemas de coordenadas cartesianas.
  - 4.1.1. Producto cartesiano.
  - 4.1.2. Distancia entre dos puntos en el plano.
  - 4.1.3. Punto medio de un segmento.
- 4.2. Relaciones.
  - 4.2.1. Relaciones de equivalencia. Relaciones de orden. Pares ordenados..
- 4.3. Definición de función.
  - 4.3.1. Clasificación de funciones.
    - 4.3.1.1. Dominio y codominio.
  - 4.3.2. Gráficas y funciones.
- 4.4. La recta.
  - 4.4.1. Condición de colinealidad de tres puntos.
  - 4.4.2. Pendiente.
  - 4.4.3. Ecuación de la recta.
    - 4.4.3.1. Posiciones relativas de dos rectas.
    - 4.4.3.2. Intersección de rectas.
    - 4.4.3.3. Rectas perpendiculares.
  - 4.4.4. Ángulos entre dos rectas.
- 4.5. Distancia entre un punto y una recta.
- 4.6. Bisectrices de dos rectas.
- 4.7. Área de un triángulo.
- 4.8. Solución de problemas que involucren relaciones, funciones y gráficas.

### **5. Sistemas de ecuaciones y resolución de problemas.**

- 5.1. Ecuación lineal.





- 5.1.1. Sistema lineal.
- 5.2. Sistemas de ecuaciones lineales.
  - 5.2.1. Expresión matricial de un sistema de ecuaciones lineales.
- 5.3. Sistemas de ecuaciones lineales con dos variables.
  - 5.3.1. Clasificación de los sistemas lineales.
  - 5.3.2. Regla de Cramer.
  - 5.3.3. Discusión de un sistema lineal.
- 5.4. Solución de problemas empleando sistemas de dos ecuaciones.
  - 5.4.1. Solución de un sistema lineal por escalonamiento.
- 5.5. Sistemas de ecuaciones lineales con más de dos variables.
- 5.6. Solución de problemas que se ajustan a modelos lineales con dos o más variables.

## **6. Vectores.**

- 6.1. Vectores en el plano.
- 6.2. Tipo de vectores.
  - 6.2.1. Vectores unitarios  $i$ ,  $j$  y  $k$ .
- 6.3. Igualdad de vectores.
  - 6.3.1. Propiedades de los vectores.
- 6.4. Operaciones con vectores.
  - 6.4.1. Suma.
    - 6.4.1.1. Propiedades de la suma.
  - 6.4.2. Diferencia.
    - 6.4.2.1. Propiedades de la diferencia.
  - 6.4.3. Módulo de un vector.
  - 6.4.4. Producto por un escalar.
    - 6.4.4.1. Propiedades del producto por un escalar.
  - 6.4.5. Angulo entre dos vectores.
- 6.5. Espacios Lineales
  - 6.5.1. Definición de espacio lineal
  - 6.5.2. Propiedades
  - 6.5.3. Subespacios Lineales
  - 6.5.4. Combinación Lineal
  - 6.5.5. Espacio generado
  - 6.5.6. Dependencia e Independencia Lineal
  - 6.5.7. Bases
- 6.6. Espacio Euclídeo
  - 6.6.1. Producto Interior



- 6.6.2. Ortogonalidad de un espacio Euclídeo
- 6.6.3. Construcción de Conjuntos ortogonales

## **7. Ecuaciones cuadráticas.**

- 7.1. Introducción a las ecuaciones cuadráticas.
- 7.2. Solución de problemas empleando ecuaciones cuadráticas.
  - 7.2.1. La fórmula cuadrática.
- 7.3. Fórmulas y solución de problemas que involucren ecuaciones cuadráticas.
- 7.4. Variación cuadrática y aplicaciones.
- 7.5. Ecuaciones de segundo grado.
  - 7.5.1. Círculos.
  - 7.5.2. Elipses
  - 7.5.3. Hipérbolas
  - 7.5.4. Parábolas
- 7.6. Ecuaciones y sistemas de ecuaciones de segundo grado.
- 7.7. Solución algebraica de sistemas de ecuaciones de segundo grado.
- 7.8. Solución de problemas que involucren el empleo de sistemas de ecuaciones de segundo grado.

## **8. Matrices y determinantes.**

- 8.1. Concepto de matriz.
  - 8.1.1. Orden de una matriz.
  - 8.1.2. Representación algebraica.
- 8.2. Tipos de matrices: cuadradas, unidad o identidad, transpuesta.
- 8.3. Igualdad de matrices.
- 8.4. Operaciones con matrices.
  - 8.4.1. Adición y sustracción.
  - 8.4.2. Matriz opuesta.
  - 8.4.3. Multiplicación de un número real por una matriz.
  - 8.4.4. Multiplicación de matrices.
  - 8.4.5. Inversa de una matriz.
- 8.5. Matrices y sistemas de ecuaciones.
- 8.6. Determinantes.
  - 8.6.1. Determinante de una matriz cuadrada de 2<sup>o</sup> orden.
  - 8.6.2. Menor complementaria.
  - 8.6.3. Cofactor.
  - 8.6.4. Determinante de una matriz cuadrada de 3<sup>er</sup> orden.
  - 8.6.5. Regla de Sarrus.



8.6.6. Determinante de una matriz cuadrada de orden mayor que tres.

8.6.7. Propiedades de los determinantes.

8.7. Regla de Cramer.

8.8. Matrices inversas y sistemas de ecuaciones.

8.9. Método de Gauss.

8.10. Solución de problemas que involucren el empleo de matrices.

## **9. Análisis combinatorio.**

9.1. Notación factorial.

9.2. Principio fundamental de la combinatoria.

9.3. Arreglo. Variación.

9.4. Permutación.

9.5. Combinación.

9.6. Binomio de Newton.

9.6.1. Números binomiales.

9.6.2. Números binomiales complementarios.

9.6.3. Triángulo de Pascal.

9.6.4. Fórmula del Binomio de Newton.

## **VI. METODOLOGÍA (Consideraciones generales para el abordaje pedagógico)**

a) Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a los temas.

b) Realización de ejercicios en forma individual y grupal.

c) Realización de prácticas de simulación en ordenador, individualmente y en grupo.

d) Realización de prácticas grupales.

e) Exposiciones escritas del trabajo práctico y exámenes.

f) Todas las actividades formativas estarán además complementadas con soporte a través de herramientas Web como la herramienta de Aula Virtual.

## **VII. ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE**

En los procesos del abordaje pedagógico, se podrá recurrir a la técnica de la presentación magistral, promoviendo siempre la participación activa de los estudiantes. Para los procesos de práctica, podrá implementar la técnica de trabajo grupal con no más de tres integrantes en cada grupo. También se prevé la realización de trabajos prácticos individuales con exposiciones escritas individuales. En este sentido se recomienda:



- a) Presentación en el aula, en clases participativas, de conceptos y procedimientos asociados a los temas.
- b) Realización de ejercicios en forma individual y grupal.
- c) Realización de prácticas de simulación en ordenador, individualmente y en grupo.
- d) Realización de prácticas grupales.
- e) Exposiciones escritas del trabajo práctico y exámenes.
- f) Todas las actividades formativas estarán además complementadas con soporte a través de herramientas Web como la herramienta de Aula Virtual

### **VIII. MEDIOS AUXILIARES**

- a) Pizarra, marcadores y borrador.
- b) Textos básicos y de consulta.
- c) Retroproyector.
- d) Material elaborado por el (la) profesor(a).
- e) Fichas de trabajo.

### **IX. EVALUACIÓN (Consideraciones generales para la evaluación del proceso)**

Se valorarán todas las actividades realizadas durante el proceso conforme a la configuración de la asignatura realizada al principio del semestre conforme al reglamento del Sistema de Evaluación a modo de comprobar la adquisición de competencias desarrolladas si procede.

La evaluación será continua y contemplará las propuestas y mecanismos de recuperación de los conocimientos y competencias. Todo ello dentro del período que comprende la asignatura.

Como criterios de evaluación y calificación: (referidos a las competencias trabajadas durante la asignatura)

1. Dominio de cálculos numéricos básicos y análisis de errores.
2. Capacidad para formular y resolver ecuaciones algebraicas y sistemas de ecuaciones lineales.
3. Capacidad de operar con matrices y vectores.

Durante el curso se podrán realizar varios exámenes parciales que consistirán en resoluciones de problemas matemáticos relacionados con el temario, dichos exámenes parciales supondrán añadir el 10% de la nota final del alumno.

Se realizarán trabajos a realizarse individualmente o en grupos, la entrega de dichos trabajos será obligatoria y supondrán un porcentaje



que será asignado en la configuración de evaluación de la asignatura que conformará la nota final del estudiante.

El examen versará sobre los contenidos teóricos, problemas y de aplicaciones realizadas en clase, conforme al Reglamento del Sistema de evaluación vigente.

La parte referida a los problemas consistirá en la resolución de varios problemas específicos de esta asignatura.

## **X. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

- a. SWOKOWSKI EW, COLE JA, MUÑOZ JHR. 2009. Álgebra y trigonometría con geometría analítica. Cengage Learning Latin America.
- b. SPIEGEL MR, MOYER RE. 2007. Álgebra superior. McGraw-Hill Interamericana.
- c. ALCARAZ CT, SMITH SA. 1998. Álgebra, trigonometría y geometría analítica. Addison Wesley Longman.
- d. LONDOÑO N, BEDOYA H. 1994. Matemática progresiva. Editorial Norma.
- e. FLEMING W, VARBERG D. 1991. Álgebra y trigonometría con geometría analítica: Walter Fleming, Dale Varberg. Prentice-Hall Hispanoamericana.
- f. APOSTOL, TOM M. 1992. Cálculus. Barcelona, ES: Reverté. Vol. 1
- g. GROSSMAN, STANLEY I. 1996. Álgebra Lineal. México, MX: McGraw Hill. 634 p.
- h. GERBER, HARVEY. 1992. Álgebra lineal. México, MX: Grupo Editorial Iberoamericana. 487 p.

## **COMPLEMENTARIA**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN**  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

---

PLAN 2011

- i. HERSTEIN, I. N. 1989. Algebra lineal y teoría de matrices. México, MX: Grupo Editorial Iberoamericana. 101 - 203; 319 - 406 p.
- j. PAIGE, LOWEL J. 1967. Elementos de algebra lineal. Barcelona, ES: Reverté. 3, 108, 168, 255 p.
- k. RICHARD, HILL. 1986. Algebra elemental con aplicaciones. 3ª Ed. México, MX: Prentice Hall. 689 p.
- l. BURGOS ROMAN, JUAN DE. 1993. Algebra lineal. Madrid, ES: Mc. Graw Hill. 796 p.
- m. DU BOUCHERON, L.B. 1987. Algebra Lineal interactiva. México, MX : Mc. Graw Hill. 764 p.