



## Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos 26205 - Matemáticas

Guía docente para el curso 2012 - 2013

Curso: 1, Semestre: 1, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- José Luis Alejandro Marco [jlalejan@unizar.es](mailto:jlalejan@unizar.es)

- Ana Isabel Allueva Pinilla [allueva@unizar.es](mailto:allueva@unizar.es)

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Aunque se trata de una materia de formación básica, es recomendable haber cursado la asignatura de Matemáticas en los cursos anteriores de ingreso a la universidad.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Las fechas e hitos clave de la asignatura están descritos con detalle, junto con los del resto de asignaturas del primer curso en el Grado de CTA, en la página Web de la Facultad de Veterinaria (enlace: <http://veterinaria.unizar.es/gradocta/>). Dicho enlace se actualizará al comienzo de cada curso académico.

---

### Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Es capaz de entender el significado de la derivada y de la integral de funciones reales de variable real, así como su cálculo y aplicaciones.
- 2:** Es capaz de identificar problemas donde no es posible alcanzar una solución numérica de forma exacta y proponer la mejor aproximación a la misma.
- 3:** Es capaz de reconocer problemas cuyo planteamiento involucra sistemas de ecuaciones lineales y obtener su solución.
- 4:** Es capaz de comprender el significado de las ecuaciones diferenciales, así como plantear y resolver

problemas donde aparezcan de forma sencilla.

- 5:** Es capaz de resolver problemas de optimización en diferentes contextos dentro de la titulación.
- 6:** Es capaz de realizar sencillos análisis estadísticos.
- 7:** Es capaz de utilizar diferentes herramientas informáticas para resolver los problemas que surjan en los apartados anteriores cuando las dimensiones así lo precisan (tanto si los programas se expresan en castellano como en inglés).

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

La asignatura Matemáticas es de carácter obligatoria y forma parte del Módulo de Formación Básica del título de Graduado/a en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Tiene una carga docente de 6 ECTS y se imparte en el primer semestre del primer curso del Grado.

---

## **Contexto y competencias**

### **Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura**

#### **La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El objetivo general de esta asignatura es conseguir que los alumnos adquieran una formación matemática básica, que le facilite la comprensión y construcción de su propio conocimiento en las disciplinas propias de la titulación.

Además, se intenta potenciar en los alumnos la participación activa en su proceso de aprendizaje, involucrándolos en el mismo y alejándolos del mero papel de observados pasivos.

#### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Debido al carácter básico de esta asignatura, la superación de esta disciplina debe capacitar a los alumnos para el seguimiento del resto de asignaturas específicas de la titulación.

#### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Hacer uso de un razonamiento más crítico en cuanto al análisis, síntesis y evaluación de situaciones.
- 2:** Aplicar los conocimientos teóricos al análisis de situaciones, resolución de problemas y toma de decisiones en contextos reales.
- 3:** Realizar una comunicación más correcta y eficaz, tanto oral como escrita.
- 4:** Dominar las aplicaciones informáticas relativas al ámbito de estudio, así como la utilización de Internet como medio de comunicación y fuente de información.
- 5:** Mejorar la capacidad de organización y planificación autónoma del trabajo y de gestión de la información.

## Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Contribuyen, junto con el resto de competencias adquiridas en las asignaturas del Módulo de Formación Básica, a la capacitación de los alumnos para afrontar en mejores condiciones el resto de módulos que de carácter más específico de la titulación, les llevarán al desempeño de su perfil profesional.

Por otra parte, el fortalecimiento de las competencias genéricas o transversales de tipo instrumental, de relación interpersonal y sistémicas contribuirán, junto con el resto de asignaturas, a la formación integral de futuros Graduados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:**  
**Evaluación de los conocimientos teóricos y de la capacidad para la resolución de problemas** mediante prueba escrita que se realizará al final del semestre en las fechas destinadas a tal efecto por el Centro, con una duración de 3 horas. La calificación será de 0 a 10 y supondrá el 50% de la calificación final del estudiante en la asignatura. La superación de esta prueba contribuirá a acreditar el logro de los resultados de aprendizaje 1, 3, 4, 5 y 6.
- 2:**  
**Evaluación de las prácticas en aula de informática.** El alumno deberá resolver de forma individual situaciones análogas a las trabajadas en las clases prácticas. Se realizará al final del semestre en las fechas destinadas a tal efecto por el Centro, con una duración de 3 horas. La calificación será de 0 a 10 y supondrá el 30% de la calificación final del estudiante en la asignatura. alguna de las herramientas informáticas utilizadas supondrá el manejo de programas en inglés. La superación de estas pruebas contribuirá a acreditar el logro de los resultados de aprendizaje 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.
- 3:**  
**Evaluación de las habilidades y destrezas adquiridas en las clases prácticas** realizadas en aula de informática mediante la observación continuada del trabajo del alumno y la corrección de los documentos generados en cada práctica. Alternativamente, para aquellos alumnos que no hayan asistido a todas las prácticas, esta evaluación se realizará en la misma convocatoria de la evaluación indicada en la prueba anterior y tendrá una duración de 2 horas. La calificación será de 0 a 10 y supondrá el 20% de la calificación final del estudiante en la asignatura. alguna de las herramientas informáticas utilizadas supondrá el manejo de programas en inglés. La superación de estas pruebas contribuirá a acreditar el logro de los resultados de aprendizaje 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

Si bien las tres pruebas tendrán lugar en las fechas indicadas en el calendario de exámenes elaborado por el centro, las pruebas 2 y 3 serán convocadas adicionalmente durante el transcurso del periodo lectivo, concretamente durante el transcurso de las clases prácticas.

La obtención en cada una de estas pruebas de una calificación de 5 sobre 10 (con el requisito de haber superado cada bloque de los 6 especificados en el apartado de actividades de aprendizaje programadas) supondrá la superación de dicha prueba. La calificación alcanzada en estas pruebas se mantendrá en sucesivas convocatorias.

## Criterios de evaluación

### Criterios de evaluación y niveles de exigencia

Se tendrá en cuenta la actitud del alumno en las sesiones presenciales, así como la capacidad de razonamiento crítico y de aplicación de los conocimientos teóricos al análisis de situaciones, resolución de problemas y toma de decisiones en contextos reales. Asimismo, se valorará el dominio de las aplicaciones informáticas relativas al ámbito de estudio, así como la utilización de Internet como medio de comunicación y fuente de información.

Para superar la asignatura, el estudiante deberá alcanzar, al menos, el 50% de calificación en cada una de las tres actividades de evaluación señaladas anteriormente (con el requisito de haber superado cada bloque de los 6 especificados en el apartado de actividades de aprendizaje programadas).

#### **Sistema de calificaciones:**

De acuerdo con el Reglamento de Normas de Evaluación del Aprendizaje de la Universidad de Zaragoza (Acuerdo de Consejo de Gobierno de 22 de diciembre de 2010), los resultados obtenidos por el alumno se calificarán en función de la siguiente escala numérica de 0 a 10, con expresión de un decimal, a la que podrá añadirse su correspondiente calificación cualitativa:

0-4,9: Suspenso (SS).

5,0-6,9: Aprobado (AP).

7,0-8,9: Notable (NT).

9,0-10: Sobresaliente (SB).

La mención de «Matrícula de Honor» podrá ser otorgada a estudiantes que hayan obtenido una calificación igual o superior a 9.0. Su número no podrá exceder del cinco por ciento de los estudiantes matriculados en el correspondiente curso académico.

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

#### **El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La asignatura está estructurada en 30 clases magistrales participativas de una hora de duración, y otras 30 horas de prácticas en aula informática.

En relación a las clases magistrales participativas, se dedican 5 horas para cada uno de los seis bloques en que se distribuye la asignatura. La documentación de cada tema está alojada con antelación en el curso virtual que, con el mismo nombre de la asignatura, está abierto en el campus virtual de la universidad, en la plataforma BlackBoard. De este modo, el alumno puede revisarla con detalle antes y después de la correspondiente clase. El material que se deja a disposición de los alumnos incluye tanto las presentaciones de los conceptos más teóricos, como colecciones de problemas resueltos y propuestos para cada uno de ellos. Gracias a las herramientas usadas en la configuración del curso virtual, los materiales están perfectamente organizados en cada uno de los seis bloques en que se divide la asignatura. En general, se tratará de fomentar la participación en clase por medio de un aprendizaje basado en la resolución de problemas.

Las prácticas se llevarán a cabo en aula de informática en sesiones de una o de dos horas. Para cada bloque, serán dos las prácticas de dos horas las que se realizarán para el planteamiento y resolución de modelos, utilizando hoja de cálculo, manipuladores algebraicos y aplicaciones informáticas específicas. Además, cada bloque finalizará con una práctica de una hora de duración también en aula de informática, donde el alumno deberá resolver de forma individual situaciones análogas a las trabajadas tanto en las clases magistrales como en las de prácticas. Al igual que en la parte teórica, el curso virtual con el mismo nombre de la asignatura (abierto en el campus virtual de la universidad, en la plataforma BlackBoard) albergará los guiones y ayudas para la realización de estas prácticas y será allí donde los estudiantes deberán alojar los documentos generados en cada práctica para su posterior evaluación.

Tanto para la parte teórica como para la práctica, además de las tutorías presenciales, se utiliza el sistema de mensajería y de noticias que ofrece el curso virtual para mantener un contacto permanente con los alumnos.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

**1:**

**Bloque I.** Función real de variable real

**Descriptores:** Límites y continuidad. Cálculo diferencial en  $\mathbb{R}$ . Aplicaciones del Cálculo Diferencial. Representación gráfica de funciones. Integración de funciones en  $\mathbb{R}$  y técnicas de integración. Aplicaciones del Cálculo Integral.

**Competencias:**

Saber interpretar los conceptos básicos relacionados con las funciones reales de variable real, qué significa una derivada, cómo aparece en problemas reales, qué importancia tiene el concepto de continuidad en situaciones reales.

Saber hacer la gráfica de una función real de variable real y saber interpretar la misma dentro de cada contexto real para obtener conclusiones sobre la evolución del proceso que representa, de modo que se puedan tomar decisiones al respecto.

Saber interpretar el significado del concepto de integral más allá de su definición teórica. Saber las técnicas más sencillas de resolución del Cálculo Integral. Conocer las variadas situaciones reales en que aparecen las integrales en la modelización de un problema.

En todas estas competencias aparecen implícitas las competencias genéricas instrumentales indicadas anteriormente.

**Actividades enseñanza-aprendizaje:** 1 ECTS

- Clases magistrales: 5 h (se trabajarán los contenidos de los descriptores). Se tratará de fomentar la participación en clase por medio de un aprendizaje basado en la resolución de problemas.
- Prácticas en aula de informática: 2 prácticas de 2 h cada una para el planteamiento y resolución de modelos, utilizando hoja de cálculo, manipuladores algebraicos y aplicaciones informáticas específicas.
- Estudio por parte del estudiante: 14 h de trabajo autónomo por parte del alumno. Dentro de estas horas se contabilizan la posible asistencia a tutorías individualizadas.

**Evaluación:**

Se realizará una práctica en aula de informática al final del bloque de 1 hora de duración, donde el alumno deberá resolver de forma individual situaciones análogas a las trabajadas tanto en las clases magistrales como en las de prácticas.

**2:**

**Bloque II.** Aproximación numérica

**Descriptores:** Resolución aproximada de ecuaciones, métodos de bisección y de Newton-Raphson. Interpolación y aproximación, polinomio de Taylor, método de Lagrange, método de Newton, mínimos cuadrados. Cálculo numérico de derivadas e integración numérica, métodos de diferencias, regla del rectángulo, del punto medio, del trapecio y de Simpson.

**Competencias:**

Saber reconocer cuándo no puede conocerse la solución exacta de una ecuación y, en ese caso, saber elegir y aplicar el mejor método para localizar una solución aproximada. Saber interpretar la aproximación encontrada en el contexto del problema, por medio de la discusión y análisis de los resultados.

Saber encontrar la mejor función que se aproxime a un conjunto de datos tomados experimentalmente según el contexto del problema real, tomando la decisión adecuada por medio del razonamiento crítico.

Saber reconocer las situaciones en que una derivada o integral debe ser resuelta de forma aproximada. Saber aplicar los métodos adecuados para localizar la mejor aproximación en cada caso, interpretando la solución.

Saber cuándo deben terminar los métodos de aproximación utilizados en este bloque según sea el contexto real del problema a resolver, para lo que se utilizará una correcta aplicación de la capacidad de análisis.

Saber dominar las diferentes aplicaciones informáticas relativas al ámbito de estudio, así como la utilización de Internet como medio de comunicación y fuente de información.

**Actividades enseñanza-aprendizaje:** 1 ECTS

- Clases magistrales: 5 h (se trabajarán los contenidos de los descriptores). Se tratará de fomentar la participación en clase por medio de un aprendizaje basado en la resolución de problemas.
- Prácticas en aula de informática: 2 prácticas de 2 h cada una para el planteamiento y resolución de modelos, utilizando hoja de cálculo, manipuladores algebraicos y aplicaciones informáticas específicas.
- Estudio por parte del estudiante: 14 h de trabajo autónomo por parte del alumno. Dentro de estas horas se contabilizan la posible asistencia a tutorías individualizadas.

**Evaluación:**

Se realizará una práctica en aula de informática al final del bloque de 1 hora de duración, donde el alumno deberá resolver de forma individual situaciones análogas a las trabajadas tanto en las clases magistrales como en las de prácticas.

**3:**

**Bloque III. Sistemas de ecuaciones**

**Descriptores:** Fundamentos de matrices. Método de eliminación de Gauss-Jordan.

**Competencias:**

Saber modelizar problemas reales en términos de matrices. Saber representar los sistemas de ecuaciones lineales en términos de matrices y viceversa.

Saber resolver un sistema de ecuaciones lineales en forma matricial por medio de métodos iterativos.

Saber analizar qué método es el más apropiado para resolver cada situación concreta, por medio de un razonamiento crítico.

Saber dominar las diferentes aplicaciones informáticas relativas al ámbito de estudio, así como la utilización de Internet como medio de comunicación y fuente de información.

**Actividades enseñanza-aprendizaje:** 1 ECTS

- Clases magistrales: 5 h (se trabajarán los contenidos de los descriptores). Se tratará de fomentar la participación en clase por medio de un aprendizaje basado en la resolución de problemas.
- Prácticas en aula de informática: 2 prácticas de 2 h cada una para el planteamiento y resolución de modelos, utilizando hoja de cálculo, manipuladores algebraicos y aplicaciones informáticas específicas.
- Estudio por parte del estudiante: 14 h de trabajo autónomo por parte del alumno. Dentro de estas horas se contabilizan la posible asistencia a tutorías individualizadas.

**Evaluación:**

Se realizará una práctica en aula de informática al final del bloque de 1 hora de duración, donde el alumno deberá resolver de forma individual situaciones análogas a las trabajadas tanto en las clases magistrales como en las de prácticas.

**4:**

**Bloque IV. Ecuaciones diferenciales de primer orden**

**Descriptores:** Clasificación y resolución exacta de ecuaciones diferenciales de primer orden. Métodos de resolución numérica: Euler, Taylor, Runge-Kutta.

**Competencias:**

Saber reconocer los diferentes contextos en que aparecen las ecuaciones diferenciales de primer orden en la modelización del problema.

Saber aplicar los conocimientos teóricos para analizar la situación, clasificar las ecuaciones diferenciales y elegir el método de resolución exacta (en caso de existir).

Saber tomar la decisión más acertada a cada problema a la hora de seleccionar el método de aproximación numérica más adecuado para resolver ecuaciones diferenciales de primer orden.

Saber dominar las diferentes aplicaciones informáticas relativas al ámbito de estudio, así como la utilización de Internet como medio de comunicación y fuente de información.

**Actividades enseñanza-aprendizaje:** 1 ECTS

- Clases magistrales: 5 h (se trabajarán los contenidos de los descriptores). Se tratará de fomentar la participación en clase por medio de un aprendizaje basado en la resolución de problemas.
- Prácticas en aula de informática: 2 prácticas de 2 h cada una para el planteamiento y resolución de modelos, utilizando hoja de cálculo, manipuladores algebraicos y aplicaciones informáticas específicas.
- Estudio por parte del estudiante: 15 h de trabajo autónomo por parte del alumno. Dentro de estas horas se contabilizan la posible asistencia a tutorías individualizadas.

**Evaluación:**

Se realizará una práctica en aula de informática al final del bloque de 1 hora de duración, donde el alumno deberá resolver de forma individual situaciones análogas a las trabajadas tanto en las clases magistrales como en las de prácticas.

**5:**

**Bloque V. Optimización Lineal**

**Descriptores:** Planteamiento del problema de Programación Lineal. Resolución gráfica.

**Competencias:**

Saber interpretar el significado del concepto de optimización en su expresión más general, así como la multitud de problemas en que aparece.

Saber reconocer las situaciones en que se presenta el modelo de Programación Lineal en diferentes contextos reales. Distinguir los casos más significativos.

Saber resolver de forma intuitiva y de manera exacta los problemas de optimización lineal en donde aparecen solamente dos variables.

Saber dominar las diferentes aplicaciones informáticas relativas al ámbito de estudio, así como la utilización de Internet como medio de comunicación y fuente de información.

**Actividades enseñanza-aprendizaje:** 1 ECTS

- Clases magistrales: 5 h (se trabajarán los contenidos de los descriptores). Se tratará de fomentar la participación en clase por medio de un aprendizaje basado en la resolución de problemas.
- Prácticas en aula de informática: 2 prácticas de 2 h cada una para el planteamiento y resolución de modelos, utilizando hoja de cálculo, manipuladores algebraicos y aplicaciones informáticas específicas.
- Estudio por parte del estudiante: 15 h de trabajo autónomo por parte del alumno. Dentro de estas horas se contabilizan la posible asistencia a tutorías individualizadas.

**Evaluación:**

Se realizará una práctica en aula de informática al final del bloque de 1 hora de duración, donde el alumno deberá resolver de forma individual situaciones análogas a las trabajadas tanto en las clases magistrales como en las de prácticas.

**6:**

## **Bloque VI. Estadística**

**Descriptor:** Estadística descriptiva. Análisis de datos. Variable aleatoria y modelos de Distribuciones de Probabilidad importantes. Estimación de parámetros por intervalos de confianza. Contraste de hipótesis. Correlación y regresión simple.

### **Competencias:**

Saber los fundamentos básicos de la Estadística Descriptiva. Saber hacer un análisis cuantitativo de datos extraídos en una muestra de forma experimental. Saber interpretar los resultados obtenidos de dicho análisis de forma cualitativa y su posterior contextualización en el problema real concreto.

Saber entender el significado del concepto de variable aleatoria, desde un punto de vista eminentemente práctico. Saber cuáles son las Distribuciones de Probabilidad más importantes, así como saber identificarlas con situaciones reales extraídas de la recolecta de datos experimentales.

Saber reconocer los parámetros fundamentales de una distribución y poder estimarlos utilizando las técnicas habituales de intervalos de confianza y contraste de hipótesis.

Saber hacer una regresión simple en el estudio estadístico de dos variables, así como analizar cuándo están correlacionadas o no.

Saber dominar las diferentes aplicaciones informáticas relativas al ámbito de estudio, así como la utilización de Internet como medio de comunicación y fuente de información.

### **Actividades enseñanza-aprendizaje:** 1 ECTS

- Clases magistrales: 5 h (se trabajarán los contenidos de los descriptores). Se tratará de fomentar la participación en clase por medio de un aprendizaje basado en la resolución de problemas.
- Prácticas en aula de informática: 2 prácticas de 2 h cada una para el planteamiento y resolución de modelos, utilizando hoja de cálculo, manipuladores algebraicos y aplicaciones informáticas específicas.
- Estudio por parte del estudiante: 15 h de trabajo autónomo por parte del alumno. Dentro de estas horas se contabilizan la posible asistencia a tutorías individualizadas.

### **Evaluación:**

Se realizará una práctica en aula de informática al final del bloque de 1 hora de duración, donde el alumno deberá resolver de forma individual situaciones análogas a las trabajadas tanto en las clases magistrales como en las de prácticas.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Cada bloque se realizaría en un espacio temporal de 2 semanas y media, hasta completar las 15 semanas lectivas del semestre. La distribución de las actividades formativas dependerá del horario asignado a la asignatura, siendo una posible distribución:

- 1ª semana del bloque: 2 h de clases magistrales y una práctica de 2 h en aula de informática por grupo (los 4 grupos la realizarán en esta semana).
- 2ª semana del bloque: 2 h de clases magistrales y una práctica de 2 h en aula de informática por grupo (los 4 grupos la realizarán en esta semana).
- Media semana del bloque: 1 h de clase magistral y la evaluación práctica individual de 1 h en aula de informática por grupo (los 4 grupos la realizarán en esta media semana).

Lógicamente, todas las semanas dedicadas a cada bloque no pueden coincidir con las semanas naturales, debido a la aparición de las medias semanas.

Las fechas e hitos clave de la asignatura están descritos con detalle, junto con los del resto de asignaturas del primer curso en el Grado de CTA, en la página Web de la Facultad de Veterinaria (enlace: <http://veterinaria.unizar.es/gradoceta/>). Dicho

enlace se actualizará al comienzo de cada curso académico.

## **Bibliografía y otros recursos**

**Bloques I** (Función real de variable real) y **II** (Aproximación numérica):

- ALEJANDRE, J.L., ALLUEVA, A. y GONZALEZ, J.M.: Introducción al Cálculo Integral. Colección Textos Docentes. Prensas Universitarias Universidad de Zaragoza.
- ALEJANDRE, J.L., ALLUEVA, A. y GONZALEZ, J.M.: Problemas de Matemáticas para la Ingeniería Técnica Agrícola y Veterinaria. Los autores.
- ALLEN: Análisis Numérico. Prentice Hall.
- AYRES-MENDELSON: Cálculo diferencial e integral. McGraw Hill.
- BURGOS, J de.: Cálculo infinitesimal. Ed. Alambra.
- BRONTE ABAURREA, R.: Problemas de Cálculo infinitesimal e integral.
- DEMIDOVICH: Problemas y ejercicios de Análisis Matemático. Ed. Paraninfo.
- LARSON - HOSTETLER: Cálculo y Geometría Analítica. McGraw Hill.
- PISKUNOV, N.: Cálculo diferencial e integral. Ed. Montaner y Simon. Ed. Mir.
- SALAS-HILLE: Calculus. Editorial Reverté.
- THOMAS ARA, L.: Problemas de Cálculo.

**Bloque III.** Sistemas de ecuaciones

- ALLEN: Análisis Numérico. Prentice Hall.
- GROSSMAN, S.I.: Álgebra Lineal con aplicaciones. McGraw-Hill.
- ROJO, J.; MARTÍN, I.: Ejercicios y problemas de Álgebra Lineal. Ed. McGraw-Hill.
- STRANG, G.: Álgebra lineal y sus aplicaciones. Addison-Wesley Iberoamericana.
- TORREGROSA, J.R.; JORDAN, C.: Álgebra Lineal y sus aplicaciones. Ed. McGraw-Hill.

**Bloque IV.** Ecuaciones diferenciales de primer orden

- ALLEN: Análisis Numérico. Prentice Hall.
- NAGLE: Fundamentos de Ecuaciones Diferenciales. Addison-Wesley.
- SIMMONS: Ecuaciones diferenciales con aplicaciones. Ed. Mc Graw-Hill.
- ZILL, D.: Ecuaciones Diferenciales con aplicaciones. Grupo Editorial Iberoamérica.

**Bloque V.** Optimización Lineal

- ALEJANDRE, J.L., ALLUEVA, A. y GONZALEZ, J.M.: Programación Lineal para la Ingeniería Técnica. Los autores.
- ALEJANDRE, J.L., ALLUEVA, A. y GONZALEZ, J.M.: Problemas de Matemáticas para la Ingeniería Técnica Agrícola y Veterinaria. Los autores.
- <http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Matematicas/29/intro.html>: El propósito de esta página Web es ayudar al aprendizaje de la programación lineal en dos variables.
- <http://centros4.pntic.mec.es/ies.santa.maria.del.carrizo/economat/proglineal.htm>: Introducción a la Programación Lineal.
- <http://www.terra.es/personal2/jpb00000/tprolineal.htm#conjuntosolucion>: Programación Lineal bidimensional.

- [http://www.investigacion-operaciones.com/Solucion\\_Grafica.htm](http://www.investigacion-operaciones.com/Solucion_Grafica.htm): Solución gráfica de problemas de Programación Lineal.
- [http://www.unizar.es/3w/Materiales/PL/Guia\\_rapida\\_WinQSB.pdf](http://www.unizar.es/3w/Materiales/PL/Guia_rapida_WinQSB.pdf): Guía rápida del programa WinQSB para resolver problemas de Programación Lineal.
- <http://www.unizar.es/3w/utilidades/winQSB.zip>: Descarga del programa WinQSB.

## **Bloque VI. Estadística**

- MARTIN-LUNA: Bioestadística para las Ciencias de la Salud. Ediciones Norma.
- PEÑA, D.: Estadística, Modelos y Métodos. Tomos I y II. Alianza Universidad.
- QUESADA, V. y otros: Curso y ejercicios de Estadística Aplicada a las Ciencias Biológicas, Médicas y Sociales. Alhambra Universidad.
- RÍOS: Iniciación a la Estadística. Editorial Paraninfo.
- SPIEGEL: Estadística. Mc Graw-Hill.
- SUSAN: Estadística para Biología y Ciencias de la Salud. Mc Graw-Hill.

## **Recursos:**

Toda la información y materiales sobre la asignatura estará disponible de forma actualizada en el curso virtual que, con el mismo nombre de la asignatura, está abierto en el campus virtual de la universidad, en la plataforma BlackBoard, en el enlace <http://bb.unizar.es>

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**

- [Bloque I ( Función real de variable real) , II (Aproximación numérica)] - Alejandro Marco, José Luis. Introducción al cálculo integral / José Luis Alejandro Marco, Ana I. Allueva Pinilla, José Miguel González Santos. 1a. ed. Zaragoza : Pressas Universitarias de Zaragoza, 1998
- [Bloque I (Función real de variable real) , II (Aproximación numérica) , V (Optimización real)] - Alejandro Marco, José Luis. Problemas de matemáticas para ingeniería técnica agrícola y veterinaria / [José Luis Alejandro Marco, Ana Allueva Pinilla, José Miguel González Santos] . Zaragoza : Copy Center, 2000
- [Bloque I (Función real de variable real) , II (Aproximación numérica)] - Ayres, Frank. Cálculo diferencial e integral / Frank Ayres, Elliot Mendelson ; traductor, Lorenzo Abellanas . 3a ed., [reimp.] Madrid : McGraw-Hill Interamericana de España, cop. 1991 (imp. 2000)
- [Bloque I (Función real de variable real) , II (Aproximación numérica)] - Bronte Abaurrea, Rosendo. Problemas de cálculo infinitesimal e integral / Rosendo Bronte Abaurrea. 5a ed. corr. y amp. Madrid : [s.n.], 1977
- [Bloque I (Función real de variable real) , II (Aproximación numérica)] - Burgos Román, Juan de. Cálculo infinitesimal : 202 problemas útiles / Juan de Burgos Román . Ed. Estudiante Madrid [etc.] : García-Maroto, D.L. 2007
- [Bloque I (Función real de variable real) , II (Aproximación numérica)] - Larson, Ron. Cálculo y geometría analítica / Roland E. Larson, Robert P. Hostetler, Bruce H. Edwards ; Con la colaboración de David E. Heyd . 6a ed. en español Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L. 1999
- [Bloque I (Función real de variable real) , II (Aproximación numérica)] - Piskunov, N.. Cálculo diferencial e integral / por N. Piskunov ; [colaborador en la traducción, Departamento Técnico de Montaner y Simón ; revisión Carlos Vázquez, Fernández- Victorio] . [1a. ed., reimpr.] México [etc.] : Limusa, cop. 2007
- [Bloque I (Función real de variable real) , II (Aproximación numérica)] - Problemas y ejercicios de análisis matemático / revisado por B.Demidovich . 11a.ed. Madrid : Paraninfo, 1993
- [Bloque I (Función real de variable real) , II (Aproximación numérica)] - Salas, Saturnino L.. Calculus : una y varias variables / Salas, Hille, Etgen . 4ª ed. española, reimp. / actualización de la 4ª ed. española correspondiente a la 8ª ed. en inglés y revisión de la obra, Carles Casacuberta Vergés Barcelona : Reverté, D.L. 2008
- [Bloque I (Función real de variable real) , II (Aproximación numérica)] - Thomas Ara, Luis. Problemas de cálculo : escuelas de ingenieros técnicos / L. Thomas Ara, J.L. Rembado, Ma. C. Thomas Ríos . Santander : Los autores, 1972
- [Bloque I (Función real de variable real), II (Aproximación numérica), III (Sistemas de ecuaciones), IV (Ecuaciones diferenciales de primer orden) - Smith, W. Allen. Análisis numérico / W. Allen Smith ; traducción, Francisco Javier Sánchez Bernabe ; revisión técnica José Luis Turriza Pinto . México[etc.] : Prentice-Hall Hispanoamericana, cop. 1988
- [Bloque III (Sistemas de ecuaciones)] - Grossman, Stanley I.. Álgebra lineal / Stanley I. Grossman S., José Job Flores Godoy ; revisión técnica, Elsa Fabiola Valencia ... [et al.] . 7ª ed. México [etc.] : McGraw-Hill, D.L. 2012
- [Bloque III (Sistemas de ecuaciones)] - Rojo, Jesús. Ejercicios y problemas de algebra lineal / Jesús Rojo, Isabel Martín . 2ª ed. Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L. 2004

- [Bloque III (Sistemas de ecuaciones)] - Strang, Gilbert. Álgebra lineal y sus aplicaciones / Gilbert Strang ; revisión técnica, Edmundo Palacios Pastrana . 4ª ed. México D. F. : International Thomson, cop. 2007
- [Bloque III (Sistemas de ecuaciones)] - Torregrosa, Juan Ramón. Álgebra lineal y sus aplicaciones / Juan Ramón Torregrosa , Cristina Jordán . Madrid : McGraw-Hill, D.L.1993
- [Bloque IV (Ecuaciones diferenciales de primer orden)] - Nagle, R. Kent. Fundamentos de ecuaciones diferenciales / R. Kent Nagle, Edward B. Saff ; versión en español [de la 2a ed. en inglés] de Eduardo Manuel Ojeda Peña, con la colaboración de Iván Castro Chadid y Carlos Bastero de Eleizalde . [2ª ed. en español], 1a reimpr. México : Addison-Wesley Longman, cop.1998
- [Bloque IV (Ecuaciones diferenciales de primer orden)] - Simmons, George F.. Ecuaciones diferenciales : con aplicaciones y notas históricas / George F. Simmons ; con un capítulo sobre métodos numéricos de John S. Robertson ; traducción Lorenzo Abellanas Rapun. 2a ed. Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L. 2000
- [Bloque IV (Ecuaciones diferenciales de primer orden)] - Zill, Dennis G.. Ecuaciones diferenciales con aplicaciones / Dennis G. Zill ; traductores [de la 3a. ed. inglesa], Eduardo M. Ojeda Peña, Álvaro Cofré Matta ; revisores técnicos, Francisco Paniagua Bacanegra ... [et al.] . [2a ed.] México : Grupo Editorial Iberoamérica, cop. 1988
- [Bloque V ( Optimización lineal)] - Alejandro Marco, José Luis. Programación lineal para la Ingeniería Técnica / J.L. Alejandro Marco, A. Allueva Pinilla, J.M. González Santos . Zaragoza : Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 1999
- [Bloque VI (Estadística)] - Martín Andrés, Antonio. Bioestadística para las ciencias de la salud / Antonio Martín Andrés, Juan de Dios Luna del Castillo . 5ª ed. Madrid : Norma-Capitel, 2004
- [Bloque VI (Estadística)] - Milton, Janet Susan. Estadística para biología y ciencias de la salud / J. Susan Milton ; métodos estadísticos con Statgraphics y SPSS, Agustín Turrero y Pilar Zuluaga . 3ª ed. amp. Madrid [etc.] : McGraw-Hill Interamericana, D.L. 2007
- [Bloque VI (Estadística)] - Peña Sánchez de Rivera, Daniel. Estadística : modelos y métodos. Vol. 1, Fundamentos / Daniel Peña Sánchez de Rivera . [2ª ed. rev., 12ª reimpr.] Madrid : Alianza, 2000
- [Bloque VI (Estadística)] - Peña Sánchez de Rivera, Daniel. Estadística : modelos y métodos. Vol. 2, Modelos lineales y series temporales / Daniel Peña Sánchez de Rivera . [2a. ed. rev., 8a. reimpr.] Madrid : Alianza, 2000
- [Bloque VI (Estadística)] - Quesada Paloma, Vicente. Curso y ejercicios de Estadística : aplicación a las Ciencias Biológicas, Médicas y Sociales / V.Quesada Paloma, A. Isidoro Martín, L.A. López Martín . [Últ. reimpr.] Madrid : Alhambra, 2005 (reimpr.)
- [Bloque VI (Estadística)] - Ríos, Sixto. Iniciación estadística / Sixto Ríos . 10ª ed. Madrid : Paraninfo, D.L. 1999
- [Bloque VI (Estadística)] - Spiegel, Murray R.. Estadística / Murray R. Spiegel, Larry J. Stephens ; traducción, Leticia Esther Pineda Ayala ; revisión técnica , M.C. Abel Valdés Ramírez, Mtra. Cecilia Balbás Díez Barroso . 3a. ed, reimpr. México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2005