

"Concepción del tratamiento de problemas integradores de carácter agropecuario, desde posiciones didácticas, en la formación de especialistas de esta rama"

[Lic. Aida María Torres Alfonso](#),

M.Sc. Ramón Abel Ortega Díaz

Dr. Flavio del Toro Martínez, de la Universidad Central de Las Villas. Cuba .

RESUMEN:

El trabajo propone una estrategia didáctica para concebir el tratamiento de problemas integradores en varias de las etapas del proceso de enseñanza aprendizaje del primer año de la especialidad de Ingeniería Agronómica, valorando el papel que juegan en la formación integral del profesional que necesita la sociedad, así como la influencia que ejercen en los jóvenes que recibimos en nuestras aulas universitarias en cuanto a su motivación por la carrera y por la matemática. La generalidad de este resultado puede ser aplicada en cualquier otra especialidad técnica, incluso en otros niveles de enseñanza.

Introducción:

En los últimos tres lustros en el ámbito internacional, la enseñanza de la resolución de problemas ha devenido centro de atención entre los psicólogos cognitivos, por cuanto existe una relación directa entre la posibilidad que tenga un sujeto de resolver eficientemente problemas y la calidad de su aprendizaje anterior. Aún cuando la mayoría de esos estudios se han desarrollado en los niveles primario y medio de enseñanza, la Psicología Cognitiva del Procesamiento de la Información (PCPI) no ha brindado, a diferencia de la Teoría de la Actividad (TA), un modelo del proceso enseñanza-aprendizaje.

En el caso particular de la matemática, la enseñanza de la resolución de problemas se convirtió en el objetivo principal de la enseñanza desde principios de los 80's (al menos en los EE.UU), cuando se arribó a la conclusión que ni la "matemática moderna" ni el "retorno al dominio de las técnicas básicas" que le sucedió, habían satisfechos las expectativas puestas en ellas; "de bien poco sirve saber lo fundamental, si no se sabe cómo ni cuándo usarlo"(Schoenfeld, 1985, p.8-9). Sin embargo, en muchos países aún no está situada la enseñanza de la resolución de problemas entre los primeros focos de atención en los distintos niveles de enseñanza. La enseñanza de la Matemática en Ciencias Técnicas en Cuba no está exenta de dicha problemática y quizás sea donde más rápidamente nos

hemos dedicado a resolverla, porque el ingeniero es el resolutor de problemas por antonomasia.

Atendiendo a estas necesidades, el Departamento de Matemática de la Universidad Central de las Villas ha realizado un trabajo muy riguroso con el objetivo de perfeccionar la impartición de las disciplinas matemáticas. Por esta razón un grupo de investigación después de varios años de labor, elaboró una propuesta de programa de pregrado para la matemática que contribuye al desarrollo de las habilidades generales matemáticas (HGM) que requieren los profesionales de diferentes carreras universitarias que se cursan en el centro, definidas en Hernández (1993 b)

Haremos referencia además a algunos de los trabajos precedentes sobre estos temas que se han desarrollado en Cuba y que nos sirvieron de referente teórico también para el trabajo: según Hernández (1993 a): "Un elemento importante y necesario en la formación de un profesional moderno, es el dominio de un sistema de referencias matemáticas, de métodos y procedimientos de modelación, o de selección de los modelos matemáticos adecuados". Coincidimos además con lo establecido por Delgado Rubí (1999) en cuanto a que: "...resolver un problema es un proceso extremadamente complejo. Si bien no resulta fácil, desde el punto de vista investigativo, poder develar los mismos y hacerlos transparentes, en oposición al conductismo no podemos conformarnos con el producto final de la actividad, debe medirse el proceso, el comportamiento integral del sujeto en la resolución de problemas, su desempeño."

Teniendo en cuenta que en general, la enseñanza tradicional se preocupa sólo por medir el aprendizaje de los contenidos que fueron objeto de estudio y extrae sus conclusiones a partir de los resultados alcanzados por los estudiantes en las evaluaciones, donde como regla se constata el *saber* y el *saber hacer* en tipos de ejercicios con los cuales el estudiante está familiarizado y en los cuales se ha entrenado suficientemente. Y por otra parte el carácter integral de la solución de las tareas científicas y económicas actuales, así como la alta eficiencia de los especializados métodos utilizados para influir sobre los objetivos de trabajo, exigen una alta preparación del futuro profesional, el cual debe poseer habilidades y hábitos, basados en una esfera especializada del conocimiento. Proponemos como concebir el tratamiento de diferentes problemas de carácter integrador en la formación de especialistas de la rama agropecuaria, de forma tal que resolverlos aporten el desarrollo de las habilidades necesarias en el mismo desde el primer año de su

carrera utilizando diversas herramientas entre ellas la computación.

Desarrollo:

Antecediendo a este trabajo se realizó un estudio exploratorio, Ortega (2000), para el mismo se aplicaron encuestas y entrevistas a jefes de carrera, disciplinas, profesores de experiencia, alumnos de diferentes años de la carrera. Se revisaron planes de estudio, programas, textos, planes de clases y se logró determinar en que aspectos podría la Modelación Matemática trabajar directamente sobre los contenidos de las 16 disciplinas que integran la carrera. Determinándose los núcleos básicos de la matemática imprescindibles en la formación del futuro ingeniero agrónomo, estos son: análisis del comportamiento de funciones, álgebra lineal, geometría analítica, cálculo diferencial e integral, ecuaciones diferenciales y programación lineal; así como la incidencia de cada uno de ellos en las disciplinas que componen la carrera.

Como fruto de este trabajo se detectó una variada diversidad de problemas de carácter agropecuarios para cuya resolución es indispensable el uso de herramientas matemáticas.

Se determinó que la Matemática en la especialidad tiene como objetivo fundamental: modelar situaciones que conduzcan a problemas de la rama agropecuaria con una interpretación económica que justifique su efectividad, utilizando la computadora como una herramienta de trabajo sistemático, que agilice y de respuestas efectivas a dichos problemas.

Se trabajó en una metodología según Ortega y Torres (2001) para realizar la interdisciplinariedad entre las asignaturas que se imparten en el primer año, a partir de la racionalidad y transdisciplinariedad inherente a las matemáticas, tomando en consideración que los modelos matemáticos ofrecen la posibilidad de integrar diferentes disciplinas mediante un instrumento común. En otras palabras, las matemáticas serán el lenguaje formalizado de la interdisciplinariedad, que permitirá a los estudiantes resolver problemas sencillos, donde se relacionen los problemas químicos, físicos, biológicos y sociales que

actúan en un agroecosistema, con el auxilio de la computación como herramienta, tributando en su integración sistémica a la asignatura Práctica Agrícola I de la disciplina general integradora.

Coincidimos con Delgado Rubí (1999) cuando plantea que la opción de estructurar el contenido como una red de nodos está más al alcance del profesor de fila. Por una parte, para su concepción, éste no necesita realizar investigaciones tan profundas como las necesarias para develar células e invariantes; por otra, en tanto recurso metodológico, facilita la organización del pensamiento del estudiante, posibilitando que pueda activar selectivamente la información ante la resolución de problemas.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y descritos anteriormente tanto teóricos como aplicados y la experiencias de los autores del trabajo en las aulas universitarias durante más de cuatro cursos escolares, clasificamos los problemas integradores de carácter agropecuarios en tres tipos:

Problemas de complejidad I

Problemas de complejidad II

Problemas de complejidad III

Y esta clasificación estará determinada por los instrumentos, herramientas y conocimientos que el estudiante debe utilizar para resolverlos, así como la asignatura en la cual se tratarán dentro del primer año de la carrera y el objetivo a alcanzar por el profesor en su tratamiento durante el proceso de enseñanza aprendizaje.

Problemas de complejidad I

Son aquellos problemas de carácter agropecuarios que se solucionan aplicando distintos modelos y conceptos matemáticos dentro de las asignaturas Matemática Superior I y II. Este tipo de problemas se pueden presentar tanto en vida profesional del agrónomo como durante los años superiores de su carrera, jugando un papel fundamental en la integración interdisciplinaria que se lleva a cabo en el primer año de la Carrera de Agronomía de la Universidad Central de las Villas.

Para la confección de este sistema de problemas se trabajó en dos vertientes

fundamentales :

1. Buscar situaciones reales, concernientes a la toma de decisiones en la agricultura que puedan ser resueltas utilizando Modelos Matemáticos.
2. Integrar dentro de un mismo problema diferentes temáticas de la matemática (límite, derivada, integral, ecuaciones diferenciales) con el objetivo de garantizar la integración del conocimiento en el estudiante, desarrollando habilidades del pensamiento lógico, la modelación matemática y el pensamiento algorítmico.

Algunas situaciones de carácter agropecuario encontradas que cumplen estas características son las que relacionan:

- la fertilización de un cultivo y su rendimiento .
- la multiplicación de las bacterias y el tiempo .
- la desnaturalización proteica de una enzima y el tiempo .
- una enfermedad y el grado de su curación en el tiempo .
- el porcentaje de luz interceptada por una planta y su área foliar .

Otra tarea a resolver consistió, en organizar el proceso docente de la matemática que recibiría este estudiante, para lo que se tuvo en cuenta que estas problemáticas se pueden utilizar en varias de las etapas del proceso de enseñanza aprendizaje, Hing (1999), desde la motivación de la actividad docente hasta las etapas de la base orientadora para la acción donde se explican aspectos esenciales del material que deben asimilar los estudiantes. Así como en la etapa de las acciones externas materializadas: aquí la función del profesor es de dirección sistemática.

Incluyendo ejercicios integradores de este tipo en diferentes actividades docentes, así como en evaluaciones parciales y final.

El planteamiento y resolución de estos problemas en el aula ha ayudado en gran medida a que se suscite un mayor interés por parte de los estudiantes hacia la asignatura, aspecto

priorizado a atender por la naturaleza de los estudiantes que se incorporan a estudiar esta especialidad. Algunos ejemplos de este tipo de problemas puede verse en el **anexo 1**

Problemas de complejidad II

Son aquellos problemas de carácter agropecuarios que se solucionan aplicando de conjunto, conocimientos e instrumentos de diferentes asignaturas del año: matemática, inglés, química, botánica, computación y que se conforman a partir de situaciones problémicas presentes en la asignatura integradora: a la cual tributan conocimientos las demás asignaturas del año, en este caso es Practica Agrícola I.

En la concepción de este tipo de problemas trabaja un grupo de profesores pertenecientes al colectivo de primer año de la carrera, teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales :

1. Situaciones problémicas presentadas por los especialistas de la asignatura integradora: Practica Agrícola I .
2. Análisis de estas por el resto de los especialistas, en virtud de aportar las herramientas necesarias para la solución del problema teniendo en cuenta los objetivos del programa de estudio para primer año . Ver un ejemplo de problema en el **anexo 2**.

El mismo tiene un carácter más integrador que los anteriores y responde totalmente al modo de actuación del ingeniero agrónomo, si consideramos además que se está trabajando con estudiantes de un primer año de la especialidad, los profesores del colectivo deben tener en cuenta que uno de sus objetivos fundamentales con este tipo de ejercicio es incrementar el interés de los estudiantes por la carrera, no motivar una asignatura en específico

A diferencia de los problemas de complejidad I, estos nunca se presentan en nuestra asignatura: matemática y sin embargo propiciamos en coordinación con las demás, herramientas de trabajo para resolverlos en la asignatura Práctica Agrícola I. Y como algo novedoso se han logrado realizar: evaluaciones integradoras que permiten disminuir en general la cantidad de evaluaciones del estudiante en un período lectivo y concibiendo un solo temario el estudiante evalúa diversas asignaturas al unísono, esta experiencia se describe en Ortega y Torres (2001)

Problemas de complejidad III

Son aquellos problemas de carácter agropecuarios que se solucionan aplicando modelos y métodos de Programación Lineal .

Para su elaboración se tuvieron en cuenta dos criterios fundamentales :

1. Situaciones problemáticas presentadas por el profesor a los estudiantes que se encuentran descritos en la literatura sobre la combinación óptima de las ramas de una empresa agrícola, la confección de un pienso multiingrediente para el ganado vacuno, un problema de transporte o la modelación de los sistemas de riego.
2. La búsqueda por parte de los estudiantes de otras situaciones reales en empresas agropecuarias de sus territorios de residencia, su formulación, modelación y solución utilizando los medios computarizados con el objetivo de analizar la toma de decisión.

De igual forma que en los problemas del tipo 1, estos son planteados por el profesor de Matemática en varias de las etapas del proceso de enseñanza y según Torres y Hing (2001): la utilización de diferentes software para solucionar problemas de programación lineal modelados por estudiantes de 1er año de Ingeniería Agronómica, en clases prácticas, permite al profesor no sólo resolver muchos más ejercicios, sino que provoca en los estudiantes razonamientos tales como: problemas mal planteados, sin solución, necesidad de remodelar el problema o visualizar e interactuar con la solución gráfica.

Debemos destacar que este tipo de problemas se utilizan también, en otras etapas del proceso de enseñanza aprendizaje: la etapa de la interiorización de la acción donde el estudiante resuelve por cuenta propia la tarea. Concebido con la modelación y solución de PPL vinculados a la producción agropecuaria, el estudiante debe utilizar la computación para resolver "su" modelo matemático, realizar la interpretación económica de esta solución y defender sus resultados en un taller con la participación de especialistas. Desarrolla habilidades investigativas y prepara a los alumnos para la participación en eventos científicos. El objetivo de este tipo de problemas no es solo motivar a los estudiantes por la asignatura, sino por la carrera que estudian.

Esta experiencia nos ha propiciado la posibilidad de demostrar que "La Matemática" es un instrumento de trabajo indispensable en la solución de problemas de la especialidad y de la

producción por su contribución al pensamiento analítico, reflexivo, deductivo y creador del estudiante, elementos estos muy importante a tener en cuenta en la formación integral de cualquier profesional. . Ver ejemplos de este tipo de problemas en **anexo 3**.

La utilización de los medios de computación posibilitan ampliar la variedad y complejidad de los problemas a solucionar independientemente de la clasificación planteada en el trabajo, ayudando además a agilizar la toma de decisiones correctas en cada momento. Las experiencias docentes en este sentido se han adquirido con el uso del DERIVE de fácil manejo para los estudiantes de esta especialidad.

Conclusiones

El trabajo propone desde posiciones didácticas la forma de concebir el tratamiento de problemas integradores agropecuarios teniendo en cuenta los conocimientos a integrar, a impartir o a evaluar, abordando el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática en los primeros años de las carreras universitarias teniendo en cuenta:

- Lograr la interdisciplinariedad, ya que es importante que los agrónomos comprendan con claridad como las herramientas matemáticas les permiten analizar un fenómeno o crear un modelo matemático nuevo para reflejar la realidad de su entorno, o sea, que pueden utilizar de manera acertada y consciente las matemáticas en la solución de problemas agropecuarios utilizando además los software existentes de acuerdo a las complejidades de solución que se pueden presentar.
- Determinar las necesidades y requerimientos matemáticos del profesional que debemos formar.
- Organizar el proceso docente de forma tal que se estructure el conocimiento de los estudiantes abordando la enseñanza de la matemática utilizando la resolución de problemas teniendo en cuenta los principios didácticos.
- Determinar las etapas del proceso de enseñanza aprendizaje en las que se utilizarán

los problemas integradores, incluyendo las actividades evaluativas, que no solamente tienen que ser exámenes parciales o finales.

- Diseñar las actividades docentes en las asignaturas del año donde se resolverán problemas integradores utilizando indistintamente:
 - a) Conceptos, modelos y métodos matemáticos.
 - b) Conceptos, herramientas y métodos de diversas asignaturas que el estudiante esta recibiendo en ese año.
 - c) Software para diversificar los problemas a resolver y analizar la toma de decisiones.
- De no existir, confeccionar medios de enseñanza que se adecuen al proceso docente diseñado, como la monografía concebida por Ortega y Torres (2000) que actualmente se utiliza en varias Universidades Cubanas que tienen especialidades agropecuarias. La utilidad de la misma es que proporciona a los estudiantes de 1er año un único libro donde no sólo se han adecuado los ejercicios, según las necesidades actuales y futuras de los agrónomos, sino que todos los capítulos que están desarrollados en él, tienen la misma concepción de interdisciplinariedad con un enfoque problémico y se resuelven algunos ejemplos vinculados con las asignaturas de la especialidad.

Bibliografía

Brousseau, Guy. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 7, n.2, pp. 33 - 115

Delgado, R. (1999). La enseñanza de la resolución de problemas matemáticos. Dos elementos fundamentales para lograr su eficacia: la estructuración sistémica del contenido de estudio y el desarrollo de las habilidades generales matemáticas. Tesis en opción del grado en doctor en ciencias pedagógicas. Habana, Cuba

Gascón, Josep. (1998). Evolución de la didáctica de las matemáticas como disciplina científica. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol.18/1, n.52, pp. 7 - 33.

Godino, J. D. (1991). Hacia una teoría de la Didáctica de la Matemática. En: A. Gutiérrez (Ed), Didáctica de la Matemática p.p. 105 - 148. Madrid: Síntesis.

Hernández, H. (1989). El perfeccionamiento en la enseñanza de la Matemática en la Educación Superior Cubana. Tesis Doctoral. Habana, Cuba.

Hernández, H (1993.a) "Estructurando el conocimiento matemático" en Didáctica de la Matemática. Artículos para el Debate. EPN. Quito, Ecuador.

Hernández, H (1993.b) "Sistema Básico de Habilidades Matemáticas" en Didáctica de la Matemática. Artículos para el Debate. EPN. Quito, Ecuador.

Hing, R. (1999) Seminario de Educación Matemática. Conferencia #2. Universidad EAFIT, Medellín, Colombia.

Hing, R. , A. M. Torres. (2000). Aplicación de los sistemas de computación en la enseñanza de la matemática y Desarrollo de habilidades del pensamiento lógico, la modelación matemática y el pensamiento algorítmico en la escuela primaria. Conferencias en el Congreso Nacional de Matemáticas 2000, Santa Fe de Bogotá, Colombia.

NCTM de Estados Unidos. (1989). Estándares curriculares . Versión al español realizada por la Sociedad Andaluza de Profesores de Matemática. Sevilla. España.

Ortega, R. A. (2000) Perfeccionamiento de la enseñanza de la matemática en la Carrera de Agronomía. Tesis de Maestría. Universidad Central de Las Villas. Cuba.

Ortega, R.A, A.M.Torres.(2000) Problemas y ejercicios de Análisis Matemático para estudiantes de Ingeniería Agronómica. Monografía. Universidad Central de Las Villas. Cuba.

Ortega, R.A, A.M.Torres.(2001) Desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática en la especialidad de Agronomía. Una experiencia interdisciplinaria. Revista Ciencias Matemáticas. Volumen Nro 2 . Habana. Cuba

Schoenfeld, A. (1985). "Ideas y tendencias en la resolución de problemas" en La enseñanza de la Matemática a debate. M.E.C. Madrid, España.

Talízina, N. F. (1984) Conferencias sobre los Fundamentos de la Enseñanza en la Educación Superior, CEPES, Cuba

Torres, A. M., R. Hing (2001). Aplicación de los sistemas de computación en la enseñanza de la matemática. Extraído de enero - febrero, 2001, maseducativa.com :
<http://www.maseducativa.com/revista/>

Anexo I

1. La velocidad de variación en el rendimiento de cierto cultivo por la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno se comporta según el modelo :

$$\frac{dy}{dx} = 0,5e^{-0,2x}$$

donde y representa el rendimiento y x la cantidad de nitrógeno aplicado .

- a) ¿Cómo se comporto el rendimiento por la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno?
- b) Calcule el rendimiento cuando se aplicaron 2t/ha , 3t/ha y 5t/ha de nitrógeno , si en el instante inicial el rendimiento fue de 4t/ha .
- c) ¿ Como se comporto el rendimiento cuando la dosis de nitrógeno aplicada fue suficientemente grande?. Justifique aplicando un modelo matemático estudiado .
- d) Trace la curva que relaciona rendimiento – nitrógeno aplicado .
- e) Haga conclusiones sobre la efectividad de este modelo .

2. El rendimiento máximo de un cultivo de papas es y_0 t/ha cuando se le aplico una dosis x_0 t/ha de fertilizantes . Además se hizo cero cuando no se aplico fertilizante alguno y cuando se aplico una dosis de $2x_0$ t/ha.

En el intervalo $[0 , x_0]$ [el rendimiento crece y en el intervalo $] x_0 , 2x_0]$ decrece .

- a) Trace la curva de este proceso sabiendo que es cóncava hacia abajo en todo su dominio .
- b) ¿ Tiene sentido aplicar $2x_0$ t/ha de fertilizantes?. Justifique .
- c) Haga un informe general sobre el comportamiento del rendimiento por la aplicación de fertilizantes .

3. El fenómeno de multiplicación de las bacterias en el tiempo se puede representar mediante el modelo :

$$y(t) = N_0 e^{kt}$$

Donde $y(t)$ es la cantidad de bacterias en un tiempo t . N_0 y K son constantes positivas.

- a) Calcule $y(t)$ en el instante inicial .
- b) ¿ Como se comporta $y(t)$ en un tiempo suficientemente grande?
- c) Determine la expresión de la velocidad de variación de $y(t)$ en un instante de tiempo t_0 . Explique el resultado.

4. La rapidez de curación de una herida en un cerdo en ceba esta dada por la ecuación :

$$\frac{dA}{dn} = -\frac{B}{10} e^{-n/10}$$

Siendo A en cm^2 el área de piel dañada después de n días y B en cm^2 el área de piel dañada inicialmente .

- a) Hallar el numero de días necesarios para reducir la herida a su mitad de área dañada .
- b) ¿ Es este proceso asintóticamente estable cuando el numero de días transcurridos es suficientemente grande ?. Justifique .
- c) Trace la curva que relaciona área dañada – días transcurridos .

7. La intensidad de variación del porcentaje de luz interceptada por una planta según su área foliar se puede representar por el modelo :

$$\frac{dy}{dx} = 53,71 - 0,24x$$

donde y es porcentaje de luz interceptada y x es área foliar .

- Halle el máximo porcentaje de luz interceptada si se conoce que $y(1)=79,3$.
- Halle el intervalo donde el porcentaje de luz interceptada crece.
- Trace la curva que relaciona luz interceptada - área foliar .

8. En una investigación realizada en el Instituto de Biotecnología de las Plantas de la Universidad Central de Las Villas se determinó que la intensidad de una enfermedad en un cultivo de papas con el paso del tiempo (días), responde al modelo (curva logística)

$$y = \frac{6,68}{1 + 115,2e^{-0,076x}}$$

Donde y - intensidad de la enfermedad y x - días transcurridos.

- ¿Cómo se comporta la enfermedad cuando la cantidad de días transcurridos es suficientemente grande?. Justifique aplicando un modelo matemático estudiado.
- Trace la curva que relaciona enfermedad - días transcurridos.
- Explique el comportamiento de la enfermedad desde su inicio.

5. La velocidad de crecimiento de un cultivo de hongos es proporcional a la cantidad de hongos presentes en cualquier instante de tiempo dado. Si se ha hallado que el número de hongos se duplica en 4 horas, ¿Cuántos hongos habrá al cabo de 20 horas?. Trace la curva que caracteriza este fenómeno .

6. En cierto organismo la intensidad de desnaturalización proteica en el tiempo es proporcional a la concentración de proteínas presentes: P .

- Determine la cantidad de proteínas en el instante t , después de comenzar el proceso de desnaturalización .

b) Dados los siguientes datos :

t	0	3	5
P	35	20	¿

Hallar la cantidad de prote ínas presentes en el instante $t = 5$.

c) ¿ Como se comportan las prote ínas cuando el tiempo transcurrido es suficientemente grande ?. Justifique aplicando un modelo matem ático estudiado. ¿Es este fenómeno asintóticamente estable?

d) Trace la curva que caracteriza este fenómeno .

Anexo 2

Ejercicio integrador de Practica Agrícola I

Como parte de la pr áctica laboral , a usted se le da la tarea de atender un agroecosistema

(campo de cultivo), del cual se tiene la siguiente informaci ón:

La especie cultivada es el frijol común, variedad ICA- Pijao , de la cual se adjunta un ejemplar. El campo esta limitado por un río de forma parab ólica y una cerca rectil ínea que lo corta en dos puntos . Se conoce que el contorno parab ólico del río contiene los puntos $P_1(-40 ; 1600)$ y $P_2(40 ; 1600)$ y tiene vértices en el punto $(0 ; 0)$.

Además la cerca lo corta en los puntos P_1 Y P_2 . La distancia de siembra utilizada es de $0,70m \times 0,08m$ y se estima que cada planta en el momento de la cosecha debe aportar 10g de frijol .

Estudiando sobre el cultivo del frijol , usted encontró bibliografía en inglés con la siguiente informaci ón :

" Potash (k) is an excellent fertilizer for many plants. Potash has effects on chlorophyll assimilation and on sugar translocation to the reserve organs"

Una vez conocida la información anterior sobre el agroecosistema , proceda a responder las siguientes preguntas :

- a) ¿ Que área ocupa el agroecosistema dado ?
- b) ¿Cuantas plantas se pueden sembrar en el área determinada para el agroecosistema ?
- c) Estimando que cada planta aporta en la cosecha 10g de frijol , ¿Que producción total puede esperarse? .
- d) Establezca la clasificación de la planta dada según :
 - Tallo (por su consistencia y posición) .
 - Hoja (por su forma , disposición , borde , número de limbos , nerviación).
 - Raíz (según el sistema radicular) .
 - ¿ Como se puede determinar el contenido de potasio en el suelo ?
 - ¿ En que parte de la planta puede ver los síntomas de deficiencia de potasio ?
 - Si cierto número de plantas de frijol presentan un amarillamiento de las hojas , explique si esto pudiera deberse a una deficiencia de potasio .

Anexo 3

1. La empresa de cultivos varios "Mártires de Barbados " dispone dentro del

autoconsumo de 4 hectáreas de tierra para el cultivo de papa y arroz . Se dispone como mínimo de : 8 obreros y 4 toneladas de fertilizantes para la cosecha . Se desea elaborar un plan de producción donde se minimicen los costos sabiendo que para ninguno de los dos cultivos puede destinarse mas de 3 hect áreas .

Características técnicas económicas de los cultivos :

Indicadores	Arroz	Papa
- Necesidad fuerza de trabajo (obreros/ha)	6	2
- Gastos de fertilizantes (t/ha)	1	5
- Gastos productivos (pesos/ha)	2	3

- Elabore el modelo matemático que cumpla los requerimientos de la empresa .
- Represente gráficamente la región solución .
- Halle la solución al Problema de Programación Lineal gráficamente .
- ¿ Cual es el costo mínimo ?

2. Se le asigna a una unidad dietética la tarea diaria de producir al menos una tonelada de mezcla de ingredientes alimenticios y que trate de minimizar el costo de elaboración, para lo cual puede adquirir los ingredientes x , y , z , w cuyos costos en pesos por kg son respectivamente : 4 , 2 , 2.4 y 3 . Deben cumplirse además los siguientes requerimientos : el ingrediente x deberá representar entre el 25 y el 30 % de la mezcla y el w estará entre el 5 y el 15 % , así como deberá garantizarse que como mínimo la mezcla contenga : de z el 10 % del total que tendrá de y , que será de 250 kgs .

- Elabore el Modelo Matemático que describe este problema.
- Utilice un software para encontrar su solución.
- Elabore la interpretación económica de esos resultados.

- d) ¿ Admite otro modelo, distinto al propuesto por usted, el problema planteado?