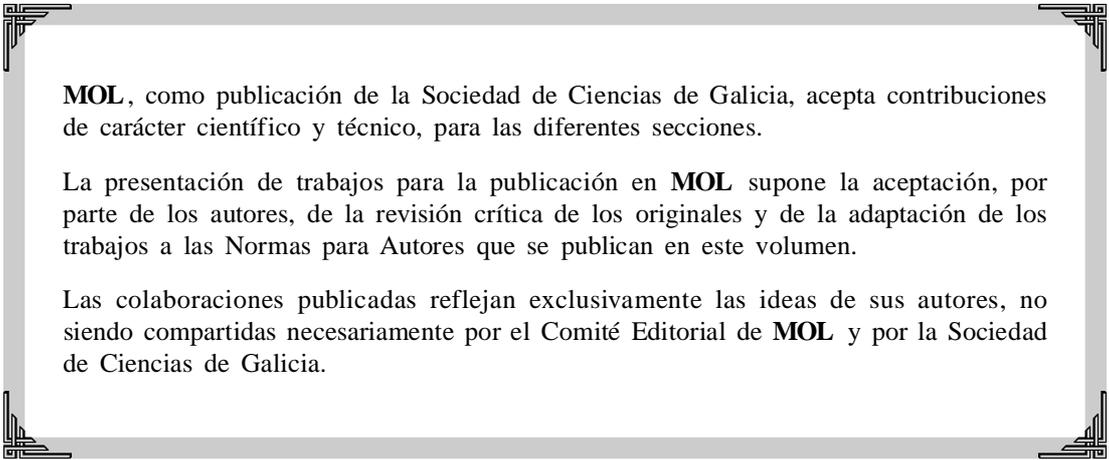


MOL

SOCIEDAD DE CIENCIAS DE GALICIA

Nº 8 • Diciembre de 2000



MOL, como publicación de la Sociedad de Ciencias de Galicia, acepta contribuciones de carácter científico y técnico, para las diferentes secciones.

La presentación de trabajos para la publicación en **MOL** supone la aceptación, por parte de los autores, de la revisión crítica de los originales y de la adaptación de los trabajos a las Normas para Autores que se publican en este volumen.

Las colaboraciones publicadas reflejan exclusivamente las ideas de sus autores, no siendo compartidas necesariamente por el Comité Editorial de **MOL** y por la Sociedad de Ciencias de Galicia.

SUMARIO

ESTUDIOS

¿QUE ES EL COMPOSTAJE?

José Antonio Fernández Bouzas 5

ALGUNAS CONSIDERACIONES MATEMÁTICAS
DEL JUEGO DEL DOMINÓ CLÁSICO

José M^a Gil Villanueva 10

LAS PROTEAGINOSAS

Margarita Lema y Ruth Lindner 15

EXPERIENCIAS

UN ESTUDIO SOBRE EL RENDIMIENTO
ACADÉMICO EN LAS ASIGNATURAS
DE MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA EN
LAS LICENCIATURAS DE ECONOMÍA Y
ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

*J. Nicanor Alonso Álvarez, Gustavo Bergantiños Cid,
Gloria Fiestras Janeiro, M^a Carmen Iglesias Pérez,
M^a Celia Rodríguez Campos, Angeles Saavedra González,
Estela Sánchez Rodríguez, Esperanza Sanmartín
Carbón y Amelia Verdejo Rodríguez* 17

INSTITUCIONES

UNA NUEVA ERA PARA LA INVESTIGACIÓN
EN EUROPA

Rosa M^a Fernández Otero 21

IV JORNADAS SOBRE EL MEDIO NATURAL 23

AVISOS DE LA SOCIEDAD 23

NORMAS PARA AUTORES 24

COMITÉ EDITORIAL

Manuel L. Casalderrey García
Miguel García Limeses
Pedro García Limeses
José M^a Gil Villanueva
Francisco J. López-Perea Lloveres
Íñigo López-Riobóo Ansorena
Rosanna López Salgueiro
Eladio J. Rodríguez Gandoy
Antonio M. De Ron Pedreira
José A. Vega Hidalgo

EDITA

SOCIEDAD DE CIENCIAS DE GALICIA
Apartado de Correos 240
36080 Pontevedra. España
Tel: 629 933205
e.mail: csgpoarp@cesga.es

Maquetación: M-O Asociados. Tel. 986 863350
Imprime: Gráficas Sogal
Depósito Legal: PO-524/99
ISSN: 1133 - 3669

ESTUDIOS

¿QUE ES EL COMPOSTAJE?

JOSÉ ANTONIO FERNÁNDEZ BOUZAS
Servicio de Medio Ambiente Natural
Xunta de Galicia
Pontevedra

La palabra “COMPOST” sugiere la imagen de un heterogéneo montón de residuos vegetales y de la cocina, apilados en un rincón del jardín y de un sustituto de la turba para usar en tiestos y macetas.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) contienen una alta proporción de materias orgánicas que pueden usarse para el compostaje. La fracción compostable de residuos del hogar incluye restos de comida, los procedentes de animales domésticos y de las plantas del jardín.

Sin embargo, no todos los materiales de origen biológico se descomponen completamente durante el compostaje. Los que tardan más son los que contienen madera, huesos y materias de origen orgánico “alteradas” industrialmente, como el papel y el cuero. En los países donde se consumen menos alimentos procesados, los residuos tienen un mayor porcentaje de material compostable.

Pero empecemos definiendo el compostaje; la definición más aceptada de compostaje es: **la descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos en condiciones controladas**.

Ampliando la definición:

—Descomposición y no desestabilización, porque no siempre se puede asegurar que la estabilización de la materia orgánica sea total (humificación).

—Aeróbica, porque aunque se podría realizar en ausencia de oxígeno (condiciones anaeróbicas), la presencia de este componente es aconsejable para llegar a temperaturas más altas, acelerar el proceso y eliminar malos olores, la mayoría de agentes patógenos, parásitos o molestos, como también las semillas indeseables (higienización).

—Biológica, y más concretamente microbiológica, para diferenciarla de cualquier otro tipo de descomposición química o física.

—Condiciones controladas, sobre todo de temperatura, humedad y aireación, para diferenciarla de la putrefacción que sería una descomposición microbiológica anaeróbica e incontrolada.

Durante el proceso de compostaje se dan dos procesos interdependientes: la descomposición y la estabilización o humificación que se realizan con un alto grado de simultaneidad pero a distintas velocidades. La descomposición es un proceso de simplificación en el que las moléculas complejas se degradan a moléculas orgánicas e inorgánicas sencillas, proceso

exotérmico y biológico. En la humificación se construyen macromoléculas a partir de moléculas de descomposición o a partir directamente de moléculas preexistentes en el residuo; requiere energía; intervienen procesos físicos, químicos y biológicos.

Importancia del compostaje

Proceso que sufre la materia orgánica en el suelo

La materia orgánica fresca que llega al suelo sufre dos procesos:

- a.—Mineralización o descomposición de los polímeros en productos más sencillos (polisacáridos en azúcares, proteínas en aminoácidos, ligninas en fenoles, etc..., en condiciones aeróbicas; ácidos orgánicos en condiciones anaeróbicas)
- b.—Humificación o síntesis de compuestos más complejos y estables llamados humus.

Estos dos procesos se dan simultáneamente en el suelo. De esta manera, la materia orgánica se puede encontrar en el suelo de tres formas posibles: materia orgánica fresca, productos transitorios y humus.

¿Qué evitamos compostando en lugar de aplicar la materia orgánica fresca al suelo?

El compostaje acelera el proceso de estabilización de la materia orgánica en el suelo. Permite, así, la aportación en un suelo agrícola de componentes orgánicos estables.

Las consecuencias en el suelo de la aplicación de materia orgánica fresca son:

*Descenso del contenido de oxígeno creándose, así condiciones anaeróbicas.

*Aumento excesivo de la temperatura.

*Producción de elementos fitotóxicos (amoníaco, fenoles, ácidos orgánicos de cadena corta).

*El **fenómeno de encebamiento** : un abono orgánico muy descomponible hace que la materia orgánica del propio suelo se descomponga mucho más rápidamente que si lo hiciera sin abono y se puede dar el caso que el balance final sea negativo; es decir que el suelo abonado tenga menos materia orgánica que la que tendría si no lo hubiera estado. La causa de este fenómeno es el aumento de la actividad enzimática de los microorganismos provocada por la adición de una fuente

de energía asequible como es la materia orgánica de el abono poco madurado.

Las consecuencias para las plantas son:

*Disminución del índice de germinación de las semillas implantadas.

*Freno en el desarrollo de plantas jóvenes (cuando se reduce la respiración de las raíces).

*Síntesis de fitohormonas y reducción de absorción de elementos nutritivos.

*Dentro de este apartado cabe destacar el fenómeno llamado hambre de Nitrógeno: en materiales de partida que poseen una elevada relación C/N, los microorganismos secuestran el Nitrógeno preexistente en el suelo y lo usan para su actividad y lo hacen inasequible al cultivo durante un período más o menos largo.

El proceso elimina la presencia de:

Patógenos (por antagonistas o a causa de efecto de antibióticos que producen los microorganismos).

Semillas de malas hierbas.

Huevos de ácaros e insectos.

Hace falta asegurar temperatura termófila en todas las zonas del material. Si no se puede asegurar, hay que evitar la aplicación en suelos donde los productos obtenidos se suman en crudo.

Condiciones indispensables: tiempo y temperatura.

Con el compostaje se puede reducir la persistencia de determinados contaminantes orgánicos.

Destino de los contaminantes orgánicos introducidos en el suelo. Consecuencias:

A.—Transferencia al suelo

- degradación biótica y abiótica
- volatilización
- adsorción en el suelo
- absorción
- lixiviación
- ingestión

*En los PCB (Policlorobifenilos) los mecanismos más importantes son degradación y volatilización en períodos relativamente largos; hay microorganismos adaptados que degradan los PCB menos clorados.

*Los insecticidas son adsorbidos en el suelo. Tienen alta persistencia.

*PAH (Hidrocarburos aromáticos policíclicos): se puede ver la concentración de PAH totales a lo largo de 44 años. Cada aplicación registra un incremento de concentración para que posteriormente, la concentración baje de forma exponencial. Se puede observar el ritmo lento de degradación, además, se ha de contar con el daño que ocasiona sobre las plantas.

B.—Transferencia a los vegetales.

Absorción por las partes aéreas (volatilización desde el suelo). Es la más importante para los PCBs (policlorobifenilos).

C.—Transferencia a animales.

Ingestión de plantas contaminadas, ingestión de tierra contaminada.

Hay estudios que confirman que la vía orgánica más importante de transferencia de contaminantes en la cadena trófica del hombre, es por contaminación de la leche a través de ingestión directa del suelo por los animales.

Los PCB más clorados penetran menos en profundidad.

Material de partida

1.-Tipos

Los materiales de partida para cualquier proceso de compostaje son materiales con un elevado contenido en materia orgánica:

*estiércol de diferentes tipos de ganado.

*otros residuos agrícolas.

*algunos residuos de transformación de alimentos.

*residuos de jardinería (cortes de césped, podas...).

*residuos forestales (podas, serraduras, restos de cortezas...).

*fracción orgánica resultante de la recogida selectiva.

*residuos industriales textiles.

*fangos de depuradora.

El compostaje de la fracción orgánica de RSU (Residuos sólidos urbanos) que requiere la mezcla con determinados materiales que le confieren unas propiedades físicas adecuadas para la buena marcha del proceso. Este material suele ser restos de poda de zonas cercanas. No obstante, es conveniente tener presentes otros materiales que realicen la misma función y que estén disponibles en la zona.

Por otra parte, la fracción orgánica que proviene de la recogida selectiva de RSU cambia su composición dependiendo del tipo de alimentación, zona, hábitos de consumo...

2.-Importancia de la separación en origen (desde el punto de vista del compostaje)

Calidad del producto:

A pesar de la experiencia existente de compostaje de RSU sin separación en origen, el compost que se obtiene tiene poca calidad visual; la maquinaria que separa antes del proceso metales, objetos de una determinada medida, etc. no evita la presencia en el compost de vidrios, plásticos. Actualmente, en la planta de Mougá, en la provincia de A Coruña, han de hacer esfuerzos importantísimos para la comercialización del compost, aunque aún así este compost valdría para recuperación de canteras o espacios muy degradados.

Este hecho, además crea ciertos precedentes y origina unos ciertos prejuicios a los agricultores (en perspectivas a que en un futuro próximo se comercialice el compost resultante de un material separado en origen se pueda comercializar entre los agricultores de la zona).

Contaminantes:

Los materiales no separados de RSU tienen más contaminantes y estos afectan al suelo, los cultivos y finalmente a los seres vivos. Cuantos más contaminantes difíciles de degradar tengamos de material de partida, peor será la calidad.

Acondicionamiento del material a compostar:

Las operaciones básicas que se efectúan antes de iniciar el proceso, en el supuesto de recogida selectiva en origen tenderán a:

- Homogeneizar al máximo el sustrato.
- Asegurar condiciones iniciales de los parámetros básicos para un buen y rápido inicio del proceso.
- Conocer el destino final del producto.

Condiciones del proceso:

Teniendo en cuenta que en un proceso de compostaje, los responsables o agentes de la transformación son los microorganismos, todos aquellos factores que puedan limitar su vida y desarrollo, limitarán también al propio proceso.

Los factores que intervienen son complejos, pero podemos señalar como más importantes la temperatura, el pH, la aireación, el balance de nutrientes y la presencia de una población microbiana capaz de descomponer los residuos. Todas estas variables están influenciadas por las condiciones ambientales, el tipo de residuo y por el manejo del proceso.

La temperatura: Cada especie de microorganismo (bacterias, hongos y actinomicetos) tiene una temperatura óptima para su desarrollo.

Así para los criófilos es de 5-15°C para los mesófilos es de 15-45°C y para los termófilos de 45-70°C.

El grupo que resulte favorecido por una temperatura concreta, descompondrá la materia orgánica del residuo, utilizándola como fuente de energía y de obtención de materiales para reproducirse y se desprenderá calor (por ejemplo, en condiciones aeróbicas, un mol de glucosa desprende al ser consumido entre 485 y 675 kcal). (Gotass, 1956).

Este calor puede hacer variar la temperatura de la pila. La variación dependerá de las dimensiones de la pila. El calor producido será proporcional al volumen o masa de la pila, pero la pérdida lo será a la superficie, y también aunque en menor grado de las condiciones ambientales (invernales, estivales, húmedas, secas)

Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo de 35-55°C centígrados para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas, aunque

a veces estas temperaturas sean superadas espontáneamente, por la misma dinámica del proceso. A temperaturas excesivamente altas, muchos microorganismos interesantes para el compostaje mueren y otros no actúan porque están esporulados.

Según J. López Real del Wye College, Universidad de Londres, la transformación óptima sería con 15 días a 45°C y después dejar que suba la temperatura hasta 60-70°C para higienizar, ya que a los 50°C ya desaparecen los hongos.

Punto de inactivación térmica de algunos patógenos y parásitos:

Salmonella typhi	30' a 55-60°C
Shigella	20' a 60°C
E.Coli	1 h a 55°C
Trichinella larvas	1 h a 62°C

Los patógenos no se destruyen solamente por la temperatura, sino también por la competencia por los nutrientes, los antagonismos y los antibióticos producidos por algunos de los microorganismos.

La humedad : teóricamente una descomposición aeróbica puede realizarse entre unos valores de humedad del 30-70%, siempre que se pueda asegurar una buena aireación, que dependerá tanto del método de aireación, como de la textura del residuo o residuos utilizados. En la práctica del compostaje siempre se tiene que evitar una humedad elevada porque desplazaría el aire de los espacios entre partículas del residuo y el proceso pasaría a ser anaeróbico. Por otra parte, si la humedad es excesivamente baja, disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso se retrasa. Se consideran niveles óptimos, humedades del 40% al 60%, pero pueden cambiar si los materiales son más o menos fibrosos o más o menos compactos. Para materiales fibrosos o residuos groseros, la humedad máxima permisible es del 75% al 85%, mientras que para residuos con gran cantidad de papel o material vegetal fresco, la humedad máxima ha de ser del 50% al 60%.

Debemos tener en cuenta que puede ser útil la mezcla de materiales de distintas texturas y trituración de los materiales. Esta operación hace más manejables y humectables a los residuos a la vez que el aumento de la superficie específica favorece la invasión microbiana.

El pH: en general los hongos toleran un amplio margen de pH (5-8) al contrario de las bacterias (6-7, 5).

A veces las limitaciones son debidas al hecho de que en determinados pH precipitan nutrientes esenciales para esos microorganismos. La variación del pH a lo largo del compostaje es importante; en la primera fase, la mesófila, el pH puede disminuir por la formación de ácidos libres, pero después va aumentando. Subidas fuertes de pH pueden facilitar la pérdida de nitrógeno en forma amoniacal.

La aireación: asegurar la presencia de oxígeno es necesario para el desarrollo del proceso termófilo aeróbico, para obtener compost bueno y rápidamente, evitando así el problema de los malos olores. El volteo de una pila de compostaje es necesario, no tan sólo para airear, sino también para homogeneizar la mezcla e intentar que todas las zonas consigan una temperatura uniforme.

Cada volteo disminuye la temperatura entre 5-10°C, aunque rápidamente se consigue elevar la temperatura dentro de la pila. También tenemos que tener en cuenta, que el volteo puede frenar el desarrollo de hongos y actinomicetos por rotura de micelios.

El balance de nutrientes: hay que conseguir un equilibrio entre nutrientes más que un determinado contenido. El mantenimiento es especialmente importante para el carbono y nitrógeno.

La cantidad de carbono necesaria es considerablemente superior a la de nitrógeno, ya que los microorganismos la utilizan como fuente de energía, y se pierde en forma de CO₂, y porque está en el material celular en una cantidad muy superior a la del nitrógeno. Se dice que una relación C/N de 25 a 35 es la adecuada, pero en la práctica no es tan simple, ya que no todos los residuos tienen un mismo tipo de materia orgánica.

La población microbiana: en la primera etapa del compostaje aparecen bacterias y hongos mesófilos (predominan bacterias) que liberan ácidos a partir de la materia orgánica. Cuando la temperatura llega cerca de los 40°C aparecen las bacterias y los hongos termófilos y también empiezan a aparecer los actinomicetos. Por encima de los 70°C cesa prácticamente la actividad microbiana.

Cuando la temperatura vuelve a bajar reaparecen las formas activas (formas no esporuladas), y presentan entonces mucha actividad los protozoos, nemátodos, miriápodos.

Las bacterias se encuentran en toda la pila; los hongos en la capa situada entre 5-15 cm de la superficie, junto con los actinomicetos. El papel que juegan cada uno de los grupos no está bien estudiado, se cree que las bacterias descomponen carbohidratos y proteínas y los actinomicetos y hongos descomponen celulosa y hemicelulosas.

Operaciones básicas:

Llegada del material a planta y pesaje.

Tamización, a través del tromel. Trituración y mezcla.

Se puede añadir un agente *bulking* o esponjante cuya misión es mantener espacios de aire en la matriz del sustrato. Se usa como agente *bulking*; vermiculita, perlita, cortezas de árbol.

Formación de la pila

Las dimensiones de las pilas dependerán del tipo de sistema de compostaje con el que trabajemos.

Pero en todos los casos hay una altura máxima de apilamiento de los residuos y una altura mínima.

Las medidas aconsejables son: 1-2 m de altura y 2.5-3.5 m de anchura. La longitud dependerá del espacio del que se disponga.

La sección acostumbra a hacerse trapezoidal, aunque en muchas zonas lluviosas se aconseja semicircular para favorecer la escorrentía del agua.

Volteos

Los volteos han de ser periódicos, más frecuentes al principio. Para establecer la frecuencia se puede controlar la temperatura (una bajada los primeros días puede indicar la necesidad de aireación).

Es preciso aumentar la periodicidad si hay que disminuir la humedad o la temperatura, y voltear también si la temperatura no sube. Si la temperatura continúa sin subir, puede ser debido a un exceso de agua o a una relación C/N incorrecta. Voltear más para disminuir los malos olores.

Control de moscas

Es importante por cuestiones higiénicas, el control de la mosca doméstica; el ciclo vital es de 7-14 días; cuando las condiciones son favorables.

Como sus larvas no soportan temperaturas superiores a 50°C emigran hacia las zonas más externas y frías de la pila. Si queremos eliminarlas será necesario voltear las pilas frecuentemente.

Trituración y tamización

El producto puede ser usado directamente para usos agrícolas pero no para usos en jardinería.

Almacenaje

Sigue la fermentación si hay un mínimo de humedad 45%.

Se recomienda una nave cubierta, semiabierta, evitando así la insolación directa que interrumpe el proceso de fermentación en las superficies exteriores así como excesiva humedad en el caso de lluvias. El tiempo de permanencia del compost en la nave depende fundamentalmente de las aplicaciones posteriores que se le quiera dar al compost. Durante este tiempo hay que controlar periódicamente la temperatura y voltear según necesidad (dos veces por semana).

Ensacar

El ensacado deberá efectuarse según la forma de venta.

Conviene utilizar envases de material reciclado.

Sistemas de compostaje

Descripción de los diferentes tipos

* Compostaje en pilas

Se trata del sistema de compostaje más comúnmente utilizado. La disposición sobre el suelo obliga a la pavimentación del mismo para canalizar, controlar y tratar los lixiviados.

Al mismo tiempo estas pilas se pueden clasificar en función de la manera en que se realiza la aireación de la misma:

—**Pilas aireadas mecánicamente (v olteo)**

Si el intervalo entre volteos es largo, la descomposición del material se frena porque se puede llegar a condiciones anaeróbicas y necesitará más tiempo para llegar al final. Tenemos que tener en cuenta que al principio la descomposición es más intensa y por lo tanto conviene que los volteos sean más frecuentes.

—**Pilas con aireación forzada**

Método Beltsville (presión negativa)

El material se deposita sobre una reja que lo separa del suelo y que permite la introducción de un conjunto de tubos perforados de unos 10 cm de diámetro; estos tubos se encuentran conectados a un ventilador que succiona aire a través de la pila. La pila se puede cubrir con compost para evitar los malos olores. La circulación del aire se puede hacer en continuo o bien a intervalos. Este proceso suele durar 21 días en una primera fase de maduración. La segunda dura 30 días.

Método de Rutgers (presión positiva)

Se diferencia del anterior en que la aireación se realiza con aire a presión.

*** Compostaje en reactores**

El compostaje tiene lugar en recipientes cerrados dentro de los cuales hay que proporcionar los mecanismos para mantener las condiciones aeróbicas: volteos, aireación forzada, ambas.

La principal ventaja que justifica su instalación es el control sobre los malos olores que proporcionan.

Los costes de instalación son elevados, pero se compostan en menos tiempo un mismo volumen; ocupa menos superficie que los sistemas al aire libre. Normalmente, el compost resultante no presenta un suficiente grado de madurez y el material se somete a compostaje en pilas (fase de curado o maduración).

Crterios para la seleccin del sistema de compostaje

La eleccin de un sistema u otro viene determinada por:

—Volumen de residuos a tratar. Est relacionado con la cantidad de poblacin en el municipio y con la existencia o no de recogida selectiva.

—Proximidad de la instalacin a ncleos habitados (problemas de malos olores).

—Valoracin del reglamento de actividades molestas, nocivas, insalubres y peligrosas.

—Estudios de costes y alternativas diferentes de compostaje.

—Espacio disponible, sistemas cerrados requieren menos espacio.

—Control sobre la tecnologa.

Aspectos a considerar en una planta de compostaje de residuos municipales

Un aspecto que siempre se olvida a la hora de planificar la planta, es la falta de estudios realistas de la comercializacin de compost. Si esto no existe es mejor variar la estrategia y comenzar a hacer campaia para una salida del compost que sea rentable. Tambin se debe tener en cuenta que siempre necesitamos un vertedero de cola para los rechazos.

Y por ltimo ganarnos la confianza de los vecinos desde el primer da. Con un slo fallo, no ocurre nada: Con dos hay murmullos. Con tres podemos ir pensando en cambiar la situacin de la planta y cerrar.

El volumen de compost que una planta municipal puede producir vara lgicamente conforme a la cantidad de residuos recibidos, pero tambin depende de la composicin de estos residuos y de la calidad final que se exija a dicho compost. La mayoria de los residuos orgnicos tiene mucha humedad y se produce un fuerte efecto de secado durante el proceso de compostaje.

Tambin hay una considerable prdida de peso en seco, debido a la transformacin de carbono orgnico en dixido del carbono, que es gaseoso. Las fases finales del proceso tambin condicionan el rendimiento de una planta de compostaje. Para conseguir un compost de alta calidad, suele incorporarse una estacin final que recupere los materiales inertes, como madera, vidrio o plsticos y otras no compostables. Tales procesos complementarios no siempre son necesarios, por ejemplo si el compost se usa para rellenos de tierra o reclamaciones de terrenos.

Muchos pasen usan el compostaje para tratar los residuos domsticos.

En EE.UU. en 1995 nueve plantas procesaban un total de 766 toneladas diarias de tales residuos y otras 79 plantas similares estn en proyecto.

En Brasil, las plantas de Brasilia y Sao Paulo procesan unas 1.000 toneladas diarias de residuos mixtos, convirtiendo el 50% del material que les llega en compost y recuperando otro 20% en forma de papel, vidrio y metal.

En Rusia, las plantas de compostaje de residuos mixtos procesan el 25% de los residuos domsticos de grandes ciudades como San Petersburgo y Minsk.

En la Comunidad Europea, los pasen que ms porcentajes de residuos domsticos convierten en compost son Francia e Italia. Unas 95 plantas trabajan en Francia, procesando anualmente 1'5 millones de toneladas de residuos domsticos.■

ALGUNAS CONSIDERACIONES MATEMÁTICAS DEL JUEGO DEL DOMINÓ CLÁSICO

JOSÉ M^a GIL VILLANUEVA
Facultad de Ciencias de la Educación.
Universidad de Vigo. Pontevedra. España

Introducción

Los dominós son fichas que tienen forma de prisma rectangular de ancho el doble del espesor y largo el doble de su ancho. La parte inferior es habitualmente de color negro, en otros tiempos de madera de ébano. La cara superior es de color blanco y el hueso o marfil dejaron paso a otros materiales. Esta cara superior está dividida en dos cuadrados sobre los que están marcados los puntos (fig.1).

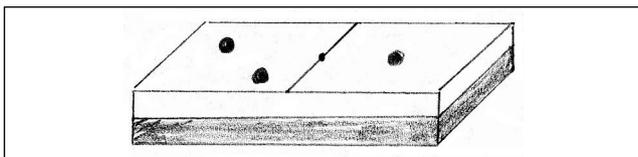


Fig. 1. Ficha

El juego más extendido está compuesto por 28 fichas que resultan de las combinaciones completas de los siete números 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, tomadas de dos en dos. [$CR_7^2 = \binom{7+2-1}{2} = 28$] (fig.2).

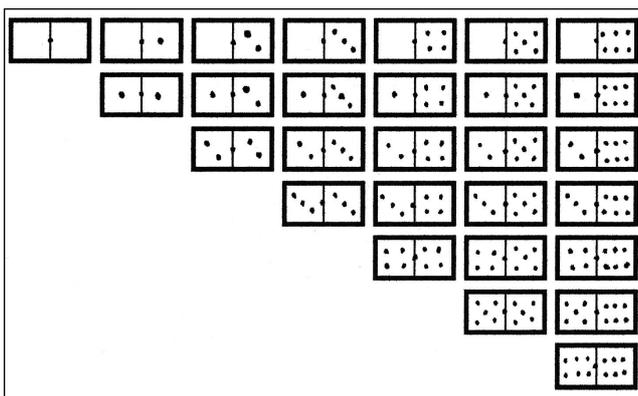


Fig. 2. Las 28 fichas

Si se hace la suma de todos los puntos contenidos en el juego se encuentran 168 puntos.

Las fichas se denominan por los puntos que llevan en los cuadrados de la cara superior; por excepción al 0 se le llama *blanca* y el 1 se llama *as*; si los números son iguales la ficha se llama *doble*.

Existen juegos de dominó que terminan en el siete doble, el ocho doble, etc. En el caso general, si se

supone que el juego termina con la doble n , el número de fichas es igual a

$$\frac{(n+1)(n+2)}{2}$$

y el número total de puntos es igual a

$$\frac{n(n+1)(n+2)}{2}$$

Curiosidades

El dominó clásico se juega entre dos, tres o cuatro personas; en este último caso los jugadores pueden hacerlo separadamente o asociarse dos a dos. Las reglas son suficientemente conocidas.

En las partidas de dominó entre cuatro cada uno de los jugadores toma 7 fichas que coincide con el número de palos del juego. El dominó de siete palos es el primero que permite jugar por parejas. Además el 7 es un número de Mersenne (número de la forma $2^p - 1$) que al mismo tiempo es primo.

Los números primos de Mersenne son importantes en la formación de los números perfectos, (números iguales a la suma de sus divisores excluido él mismo). Euclides, en el libro IX de los Elementos, demostró que un número de la forma $2^{p-1} (2^p - 1)$ con $(2^p - 1)$ primo, (condición de primo de Mersenne), es perfecto.

En lo que se refiere a los números 6 y 28 podemos observar que son números perfectos. Los divisores de 6 distintos de él mismo son 1, 2 y 3, y los de 28 son 1, 2, 4, 7 y 14; observemos que $1+2+3 = 6$ y que $1+2+4+7+14 = 28$.

Además, todos los números perfectos son triangulares (un número es triangular si es igual a la suma de enteros consecutivos). Se cumple para el número $6 = 1+2+3$ y también para el $28 = 1+2+3+4+5+6+7$. Observemos que vuelve a aparecer el 7 como último número en la descomposición triangular de 28.

Una propiedad que liga a los números perfectos con el 2, (número de partes en que se divide cada ficha), es que la suma de los inversos de los divisores de un número perfecto es igual a 2.

$$\text{Para } 6: \quad 1/1+1/2+1/3+1/6 = 2.$$

$$\text{Para } 28: \quad 1/1+1/2+1/4+1/7+1/14+1/28 = 2.$$

La jugada máxima

En las partidas de dominó entre cuatro personas tomando siete fichas cada una de ellas, existen varias disposiciones curiosas en las que el primer jugador gana necesariamente la partida, en tanto que el segundo y el tercer jugador no colocan ni una sola ficha.

Supongamos, por ejemplo, que el primer jugador posee las cuatro primeras blancas y los tres últimos ases (fig. 3)

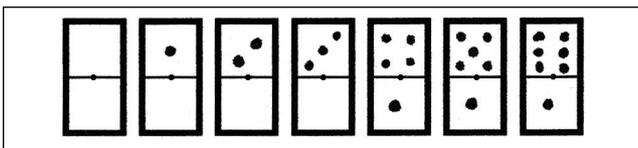


Fig. 3

que el cuarto jugador posee las seis fichas que forman las otras blancas y los otros ases (fig. 4).

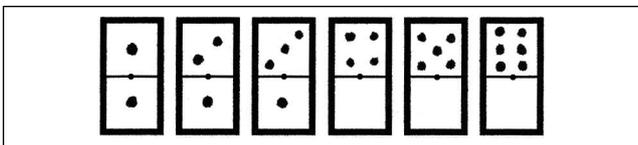


Fig. 4

y una ficha cualquiera; el resto de las fichas se las reparten entre los otros dos jugadores.

En este caso el primer jugador gana necesariamente la partida después de colocar las trece fichas indicadas, en tanto que los otros jugadores no han podido colocar ninguna otra ficha. El número total de puntos de estas trece fichas es 48, y, por tanto el primer jugador gana 120 puntos en una sola jugada. Esta es la jugada máxima.

En efecto, el primer jugador sale de blanca doble; el segundo y el tercer jugador pasan y pasarán cada vez que sólo puedan colocar blancas o ases. El cuarto jugador podrá poner una de las blancas 0-4, 0-5, 0-6. El primer jugador pondrá las correspondientes 4-1, 5-1, 6-1. Después, si el cuarto jugador coloca la 1-1, la 1-2 ó la 1-3, el primero responderá con la 1-0, 2-0 ó 3-0, y terminará así por poner todas sus fichas.

Se obtienen otras partidas semejantes a la precedente cambiando la blanca o el as por cualquiera de los puntos 2, 3, 4, 5, 6.

Número mínimo de fichas de un cierre

El cierre consiste en colocar una ficha que impide la continuación del juego; es decir, las caras colocadas en las dos puntas de la cadena corresponden a un palo cuyas fichas ya han sido jugadas en su totalidad.

Para que esto ocurra deben salir las siete fichas del palo correspondiente al cierre, que, por supuesto, contienen al menos uno de los demás palos. Si tapamos una cara del palo de cierre, para que vuelva a entrar éste debemos intercalar al menos otros dos palos, el que tapa dicho palo y el nuevo para que se pueda volver a entrar. Es decir, necesitamos las siete fichas del palo

de cierre, que son $7+1 = 8$ caras de ese palo, y dos caras del palo restante del dominó, por lo que el mínimo de caras mostradas es $8+2(7-1) = 20$. Y, como cada ficha tiene dos caras, el número mínimo de fichas es 10.

Número máximo de tantos en un cierre

Se consigue cuando la suma del valor de las caras de las fichas colocadas es mínimo; de esta forma el valor de las fichas que se cuentan es máximo. Para que esto ocurra el cierre debe ser a blancas y las 20 caras de las 10 fichas colocadas serán 8 blancas, 2 ases, 2 doses, 2 treses, ..., 2 seises; y su suma, $8 \cdot 0 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + \dots + 2 \cdot 6 = 42$.

El número de tantos en este cierre es $168 - 42 = 126$ que es el número máximo de tantos en un cierre.

Las cuadrillas

Se pueden disponer las 28 fichas del dominó clásico en tales disposiciones que los tantos iguales se encuentren colocados cuatro por cuatro en los vértices del cuadro. Estas figuras, que llamaremos *cuadrillas de fichas*, están formadas de una primera fila horizontal conteniendo cuatro cuadrados de cuatro puntos, después dos filas conteniendo cada una tres cuadrados, y, por último, una fila de cuatro cuadrados. Estas figuras están encerradas en un perímetro con dos ejes de simetría; dicho de otra forma, estas figuras se componen de dos partes que se pueden aplicar una sobre otra por un pliegue vertical o por uno horizontal; pero no es lo mismo cuando se considera como parte integrante de la figura las líneas de separación que forman los bordes de las fichas.

Una solución simple al problema propuesto es (fig. 5):

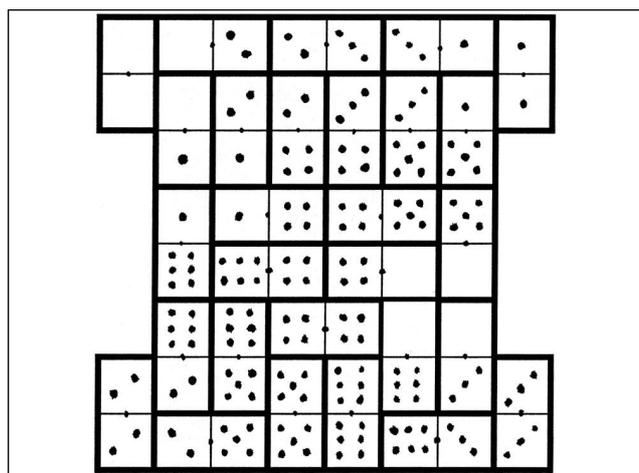


Fig. 5. Cuadrilla simple de Delannoy

Para encontrar todas las disposiciones posibles de las 28 fichas por *cuadros* de cuatro puntos iguales que se pueden encerrar en el perímetro indicado seguiremos las instrucciones de M. Delannoy.

Evidentemente, para formar un cuadro de cuatro puntos iguales es necesario emplear tres o cuatro fichas.

Cuando se utilizan tres fichas, una de ellas es una doble, y si no se tiene en cuenta la orientación, las tres fichas forman tres figuraciones diferentes A, B, C (fig. 6) que llamaremos *tipos*.

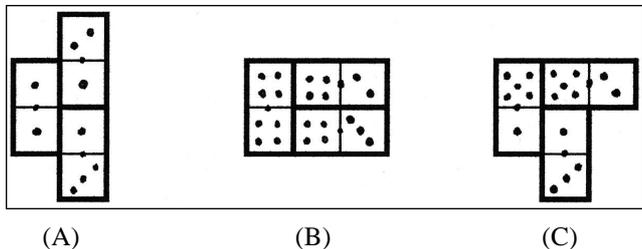


Fig. 6. Tipos de cuadros de tres fichas

Cuando se emplean cuatro fichas, estas forman, sin tener en cuenta la orientación, cuatro configuraciones diferentes D, E, F, G. (Fig. 7).

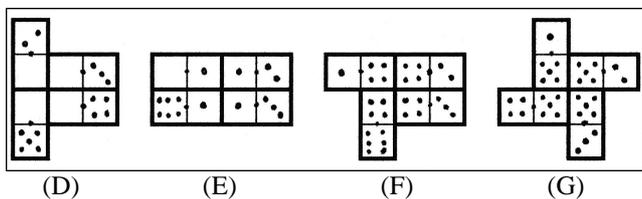


Fig. 7. Tipos de cuadros de cuatro fichas

Según esto, la forma del perímetro de la figura 5 es tal que los cuatro cuadrados que forman los ángulos o vértices pertenecen necesariamente al tipo C; dicho de otra forma, las fichas de los cuatro ángulos son dobles.

Delannoy formó el cuadro de las soluciones simples representadas en las figuras 5, 8, 9 y 10.

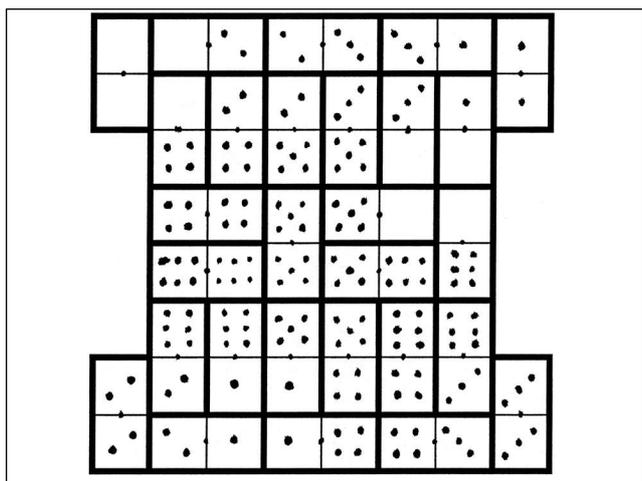


Fig. 8. Cuadrilla simple de Delannoy

Por simetría, el primer cuadro (Fig. 5) encierra ocho soluciones simples:

- 0-2-3-1 0-2-4-1 0-2-4-1 0-2-4-1
- 1-4-5 1-3-5 1-5-6 1-5-6
- 6-4-0 6-4-0 3-4-0 3-5-0
- 2-5-6-3 2-5-6-3 2-6-5-3 2-6-4-3

- 0-2-4-1 0-4-5-1 0-4-5-1 0-4-5-1
- 3-5-0 1-3-2 1-6-2 1-6-2
- 1-5-6 6-5-0 3-5-0 3-6-0
- 2-6-4-3 2-4-6-3 2-4-6-3 2-4-5-3

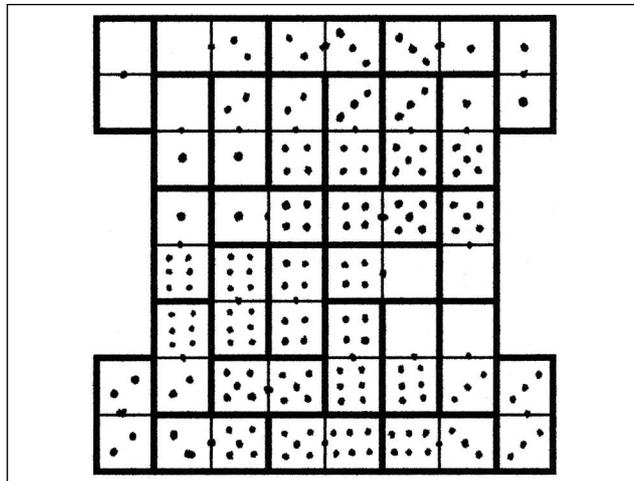


Fig. 9. Cuadrilla simple de Delannoy

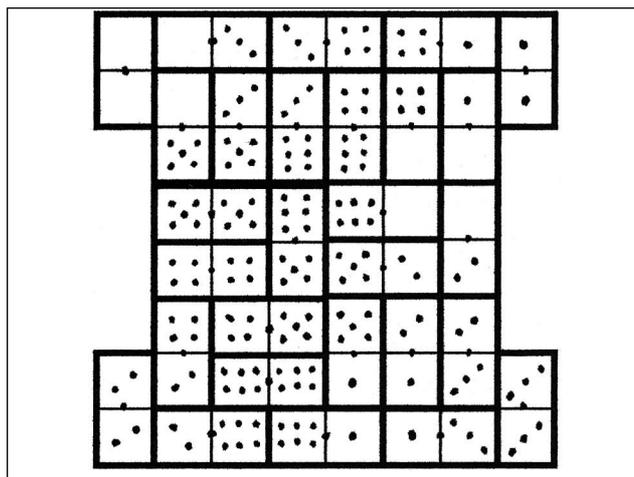


Fig. 10. Cuadrilla simple de Delannoy

El segundo cuadro (Fig. 8) da cuatro soluciones simples; el tercer cuadro (Fig. 9) catorce soluciones simples y el cuarto cuadro encierra ocho soluciones simples, obteniendo de esta forma las *treinta y cuatro* soluciones simples de M. Delannoy. Este problema fue tratado con anterioridad por M. Laquière, pero sus notas se perdieron durante el sitio de Estrasburgo. Este número se reduce si no se presta atención a la forma interior de los cuadrados.

Partiendo de estas 34 soluciones simples, es evidente que se pueden cambiar en cada una de ellas dos puntos cualesquiera, por lo que cada solución simple permite tantas cuadrillas como formas hay de disponer siete objetos diferentes, (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6), en una línea recta, es decir $7! = 5.040$.

Si multiplicamos 5.040 por las 34 soluciones simples y doblamos el resultado para tener en cuenta las soluciones

obtenidas por reflexión en un espejo, se obtiene un total de 342.720 cuadrillas diferentes para el perímetro considerado.

Existen otras cuadrillas con perímetros distintos al propuesto anteriormente. El matemático francés del siglo XIX, Edouard Lucas propone la siguiente cuadrilla (fig. 11).

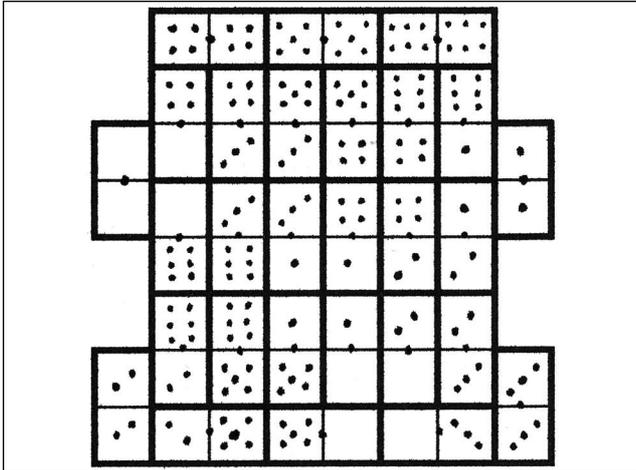


Fig. 11. Cuadrilla de E. Lucas

Con este perímetro la solución es única, excepto por permutación de los valores y transformaciones por simetría de la figura completa.

Dominós mágicos

Un pasatiempo muy común consiste en construir cuadrados mágicos con fichas de dominó. Un cuadrado mágico consiste en una ordenación cuadrada de números enteros, de forma que la suma por columnas, por filas y diagonales coincidan. Con las fichas de un dominó clásico sólo se pueden construir cuadrados de orden par, ya que los cuadrados de orden impar tienen un número impar de casillas y siempre quedaría un hueco. Más aún, al disponer de $28 \cdot 2 = 56$ casillas, los cuadrados sólo pueden ser de orden 4 ó 6, ya que el de orden 2 necesitaría dos fichas iguales y el de orden 8 necesita 64 casillas.

Como 78 y 138 son, respectivamente el menor y el mayor de los múltiplos de 6 que se pueden descomponer en la suma de puntuaciones de 18 fichas de dominó, tenemos que $78/6 = 13$ y $138/6 = 23$ son las constantes mínima y máxima para cuadrados de orden 6. Para transformar un cuadrado de constante mínima en otro de constante máxima sólo hay que sustituir cada cifra por su complementaria respecto a 6.

Las constantes mínima y máxima para cuadrados mágicos de orden 4, formados por ocho fichas de dominó, son $20/4 = 5$ y $76/4 = 19$. Partiendo de un cuadrado mágico de orden 4 y constante 5 y reemplazando cada casilla por su diferencia a 6 se obtiene un cuadrado mágico de constante 19. Es posible construir, con fichas de dominó, cuadrados mágicos de orden 4 y constante comprendida entre 5 y 19. En 1969, Wade E. Philpott

demonstró la posibilidad de formar cuadrados mágicos con fichas de dominó, de orden 6, para todo valor de la constante comprendido entre 13 y 23.

En las figuras 12 y 13 se muestran dos ejemplos de cuadrados mágicos de orden 4 y 6 con constante mínima.

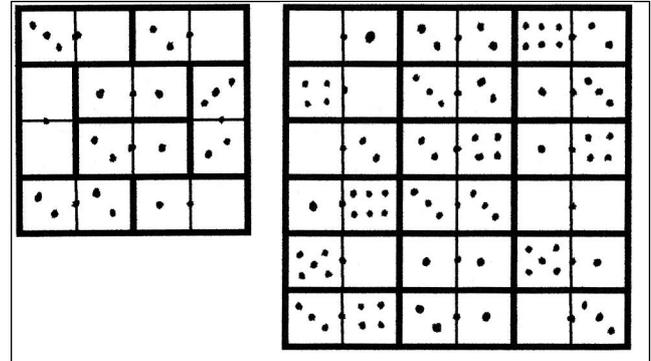


Fig. 12

Fig. 13

Cuadrado mágico de orden 4

Cuadrado mágico de orden 6

Si queremos construir cuadrados mágicos de orden impar, se puede adoptar una de las siguientes variantes:

- i) Dejar un hueco y considerarlo como una casilla blanca.
- ii) Aceptar que una de las casillas, preferiblemente blanca, sobresalga del cuadrado.
- iii) Tratar cada ficha como un solo número igual a la suma de sus puntos.

Adoptando la variante iii) daremos la solución del problema siguiente: *Disponer los siete ases del juego y otras dos fichas en las casillas de un cuadrado de orden 3, de tal suerte que formen un cuadrado mágico.*

Se colocarán los siete ases del juego, el dos-seis y el tres-seis conforme a la figura 14.

2-6	0-1	1-5
1-2	1-4	1-6
1-3	3-6	1-1

1-6	0-0	0-5
0-2	0-4	0-6
0-3	2-6	0-1

Fig.14. Cuadrado mágico

Fig. 15. Cuadrado mágico

La suma de los puntos contenidos en cada fila, columna y diagonales es constantemente igual a 15.

Si se reemplazan los ases por las blancas correspondientes, el 2-6 y el 3-6 por 1-6 y 2-6, se obtiene la figura 15, en la que las siete blancas y otras dos fichas forman un cuadrado mágico de orden 3 y constante 12. Análogamente se pueden formar cuadrados mágicos en los que aparezcan todos los doses, treses, etc.

Dominós diabólicos

Consideremos el cuadrado de orden cuatro de la figura 16 que contiene todas la blancas, todos los ases y tres fichas más.

2-6	1-2	1-3	0-3
1-4	0-2	3-6	1-1
0-5	1-5	0-1	0-6
0-0	2-5	0-4	1-6

Fig.16. Cuadrado diabólico

La suma de los puntos de las fichas colocadas en cada una de las cuatro filas, cuatro columnas o de las dos diagonales es constantemente igual a 18. Además, esta figura difiere de las precedentes en que conserva las mismas propiedades de sumas constantes cuando se coloca la primera fila después de la cuarta o la primera columna después de la cuarta. Esto nos permite colocar cualquier ficha en una casilla cualquiera del cuadro.

Aunque en estas líneas nos centramos en el dominó clásico, considero importante resaltar que este juego sirvió de inspiración para la construcción de un material didáctico donde los puntos de las fichas clásicas se sustituyen por fracciones, unidades de medida, etc., que se pueden encontrar en tiendas especializadas y son de gran utilidad en la enseñanza elemental. El propio dominó clásico sirve de ayuda para aprender, sin ningún esfuerzo, los primeros procedimientos del cálculo mental.■

Bibliografía

- Bolt, B. 1988. Cuadrados mágicos. En *Divertimentos matemáticos*, 60-63. Ed. Labor. Barcelona.
- Bolt, B. 1988. Más sobre cuadrados mágicos. En *Más actividades matemáticas*, 74-77. Ed. Labor. Barcelona.
- Gardner, M. 1983. Dominós. En *Circo matemático*, 163-178. Ed. Alianza Editorial. Madrid.
- González Sanz, J.L. 2000. *El Arte del dominó*. Ed. Paidotribo. Barcelona.

LAS PROTEAGINOSAS

MARGARITA LEMA y RUTH LINDNER
Misión Biológica de Galicia
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Pontevedra. España

Las proteaginosas (guisantes, altramuces y otros) son leguminosas de alto contenido en proteínas. El uso más conocido para el guisante es en verde y se consume fresco, enlatado o congelado; también se puede utilizar la vaina verde o tirabeque o el grano seco para la producción de piensos (hasta un 25% de proteína). El altramuz despierta gran interés para la agricultura moderna no sólo por su excepcional contenido en proteínas sino también por su adaptación a terrenos pobres, de reacción ácida. Se utiliza para forraje verde, heno y ensilado. Además sus semillas presentan un valor nutritivo muy elevado y se emplean como pienso y en alimentación humana. Otro aprovechamiento de los altramuces es como planta de cobertera y mejoradora del suelo.

El cultivo de las leguminosas proteicas ha ido disminuyendo en los últimos años y ha sido necesario que surja la crisis de las “vacas locas”, por la utilización de harinas animales en la fabricación de piensos, para que se vuelva a hablar de ellas intentando poner de manifiesto las razones por las que se debe potenciar y desarrollar el cultivo de estas especies:

* La Península Ibérica cuenta con el mayor potencial genético de leguminosas proteicas de toda Europa. En el Banco de Germoplasma de la Misión Biológica de Galicia se conservan actualmente más de 200 entradas gallegas de guisante y altramuz (tabla 1); antiguamente se utilizaban estas leguminosas tanto para alimentación humana como animal pero desde hace unas décadas empezó a importarse soja debido a su elevado contenido proteico, entre el 23-30% de la materia seca, que la hacía insustituible. En Galicia estas especies se encuentran infrautilizadas, como es el caso del guisante seco, del que apenas se cultivan 17 ha, a pesar de que poseemos casi el 20% de la cabaña bovina española (tabla 2), o simplemente, no se cultivan como ocurre con el altramuz, parece ser que por puro abandono y desconocimiento en la materia, ya que otros han sabido sacarle provecho... En la década de los sesenta investigadores australianos comenzaban a recolectar altramuces de toda Europa, muchos de ellos españoles, y tras 40 años de investigación han logrado producir más de un millón de toneladas anuales de grano

(mejorando el rendimiento un 2,4% cada año, entre 1973 y 1991), consiguiendo un contenido en proteína superior al 32%. Desde que en 1967 se registró la primera variedad (Uniwhite) la producción ha crecido desde cero, ya que era un cultivo nuevo en el país, hasta alcanzar más de 1,4 millones de toneladas en 1995, excediendo las exportaciones australianas de esta especie las 800000 toneladas al año (Gladstones *et al.*, 1998). Y aquí se sigue importando soja...

Tabla 1. Número de poblaciones y variedades locales de altramuz y guisante de Galicia conservadas en el Banco de Germoplasma de la Misión Biológica de Galicia - CSIC.

Especie	A Coruña	Lugo	Ourense	Pontevedra	Total
<i>Lupinus angustifolius</i>	8	33	35	12	88
<i>Lupinus hispanicus</i>	0	4	36	3	43
<i>Lupinus luteus</i>	5	25	22	15	67
<i>Pisum sativum</i>	26	15	10	18	69

*Se consiguen mejoras medioambientales al fomentarse la biodiversidad, se reduce el uso de energías no renovables utilizadas en las manufacturas de los fertilizantes y entonces disminuye la contaminación, se establecen alternativas de cultivo más naturales con el medio ambiente y, en definitiva, se produce una mejora integral de la agricultura.

*Gracias a la proteaginosas también se logran mejoras físicas y estructurales de los cultivos ya que permiten un mejor aprovechamiento del suelo; al fijar directamente el N evita la incorporación de fertilizantes nitrogenados ofreciendo un importante ahorro (en España, el consumo de fertilizantes durante el año 1999 superó la barrera de los seis millones de toneladas, un 4,1% más que el año anterior; en cuanto a Nitrógeno, se registró un incremento del 7% respecto a 1998 –1207018 t– marcando una tendencia al alza en la década de los 90 (desde 1074174 t a 1207018 t, lo que supone un incremento de 61,7 a 73,4 kg/ha) (Hechos y cifras del Sector

Agroalimentario Español, Medios de Producción, 2000), al dejar en el terreno una importante cantidad de N beneficia al cultivo siguiente, además incorpora materia orgánica al suelo y puede sustituir al barbecho, luchando así contra la erosión; también se favorece el control de plantas adventicias que obligan a incorporar anualmente gran cantidad de herbicidas.

Todo esto contrasta con la tendencia de la Unión Europea (UE) hacia un desarrollo agrario y ganadero sostenible con el fin de obtener alimentos de máxima calidad respetando el medio ambiente y conservando la fertilidad de la tierra. Esto que se ha denominado agricultura ecológica se ha convertido en uno de los sectores agrarios más dinámicos en la UE, con un índice de crecimiento anual de un 25% y una superficie de cultivo que dobla a la de hace cinco años (pasando de 890000 ha en 1993 a 2210000 en 1997 (Hechos y cifras del Sector Agroalimentario Español, Agricultura Ecológica, 2000) lo que refleja las inquietudes de los consumidores por una alimentación sana y una protección del medio ambiente. Galicia apenas supera el 0,05% de la superficie total inscrita en España.

Tabla 2. Análisis del censo de ganado bovino y superficie y producción de guisante seco y altramuz en el noroeste de España.

Lugar de origen	Nº de reses	Guisante seco superficie (ha)	Guisante seco producción (t)	Altramuz superficie (ha)	Altramuz producción (t)
Galicia	1014391	-	-	-	-
<i>A Coruña</i>	399277	-	-	-	-
<i>Lugo</i>	455326	17	19	-	-
<i>Ourense</i>	54949	-	-	-	-
<i>Pontevedra</i>	104839	-	-	-	-
Asturias	460735	-	-	-	-
Cantabria	328605	-	-	-	-
Castilla/León	1252684	13235	15791	13214	9807
ESPAÑA	5925791	73918	73980	25058	17435

(Anuario de Estadística Agroalimentaria, Efectivos y producciones ganaderas, 1999; Anuario de Estadística Agroalimentaria, Superficies y producciones de cultivos, 1999).

*Las mejoras económicas también serían evidentes; la UE importa anualmente 45 millones de toneladas de proteína vegetal (casi 30 de soja), lo que cuesta aproximadamente 2 billones de pesetas y España contribuye cada año con 6 millones de toneladas, soja principalmente, lo que suponen unos 270000 millones de pesetas. Si además se prohíbe definitivamente la utilización de harinas proteicas animales habría que sumarle 100000 millones de pesetas más para la UE y 13000 para España (Orero, 2000). Con este dinero se podría poner en marcha un programa de promoción y desarrollo de leguminosas proteicas, como se ha hecho en EE.UU. con la soja o en Australia con el altramuz.

España posee un excelente clima y germoplasma para el desarrollo de leguminosas pero paradójicamente sólo alcanza el 2,2% de la producción de leguminosas grano de la Unión Europea (Anuario de Estadística Agroalimentaria, Superficies y producciones de cultivos, 1999). Tanto el altramuz como el guisante seco pueden ser rivales de la soja en contenido de proteína de modo que se pueden emplear como fuente alternativa en la producción de piensos para alimentación animal. Se trataría de una proteína de menor precio y cultivada incluso por los propios ganaderos con bajos aportes y en terrenos de baja fertilidad. Y si los ganaderos pueden producir su propia proteína pueden controlar el precio. Además los gobiernos de los países de la UE están financiando un incremento del número de variedades utilizadas en agricultura y una limitación del uso de fertilizantes inorgánicos en beneficio de abonos orgánicos, lo que también se conseguiría con el desarrollo de estas proteaginosas. A pesar de todo esto, los avances de superficies y producciones agrícolas para el año 2000 indican una superficie cultivada de guisante seco de 42500 ha, lo que supondría 57000 t, mientras España cada año importa más de 400000t. De altramuz tan sólo se alcanzaron 14900 ha lo que supone 12700 t.

Todo esto refleja la necesidad de poner en marcha proyectos de investigación a medio y largo plazo para conseguir que las leguminosas vuelvan a ser un cultivo rentable y provechoso para España. ■

Bibliografía

- MAPA. Anuario de Estadística Agroalimentaria. 1999. Parte segunda: Superficies y producciones de cultivos. Cap. 7: leguminosas grano.
<http://www.mapya.es/portada/pags/indice.asp?arriba=indices/pags/info/inforsup.htm&izq=indices/pags/info/inforizq.htm&der=/info/pags/estadisticas.htm>
- MAPA. Anuario de Estadística Agroalimentaria. 1999. Parte tercera. Cap. 19: Efectivos y producciones ganaderas.
<http://www.mapya.es/portada/pags/indice.asp?arriba=indices/pags/info/inforsup.htm&izq=indices/pags/info/inforizq.htm&der=/info/pags/estadisticas.htm>
- MAPA. 2000. Hechos y cifras del Sector Agroalimentario Español. Agricultura Ecológica.
<http://www.mapya.es/indices/pags/agric/index.htm>
- MAPA. 2000. Hechos y cifras del Sector Agroalimentario Español. Medios de Producción. <http://www.mapya.es/indices/pags/agric/index.htm>
- MAPA. 2000. Hechos y cifras del Sector Agroalimentario Español. Superficies y Producciones Agrícolas.
<http://www.mapya.es/indices/pags/agric/index.htm>
- Gladstones, J.S., C. Atkins y J. Hamblin Eds. 1998. Lupins as crop plants: Biology, Production and Utilization. Cab International. Gran Bretaña.
- Orero A. 2000. Las leguminosas proteicas. Agricultura, 822: 886-888.

EXPERIENCIAS

UN ESTUDIO SOBRE EL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LAS ASIGNATURAS DE MATEMÁTICAS Y ESTADÍSTICA EN LAS LICENCIATURAS DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

J. NICANOR ALONSO ÁLVAREZ, GUSTAVO BERGANTIÑOS CID, GLORIA FIESTRAS JANEIRO,
M^a CARMEN IGLESIAS PÉREZ, M^a CELIA RODRÍGUEZ CAMPOS, ANGELES SAAVEDRA GONZÁLEZ,
ESTELA SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, ESPERANZA SANMARTÍN CARBÓN y AMELIA VERDEJO RODRÍGUEZ.

Facultad de Ciencias Económicas e Empresariales
Universidad de Vigo. Vigo. España

En este trabajo se trata de analizar si existe o no relación entre la opción cursada en C.O.U. y los resultados obtenidos por los alumnos de las licenciaturas de Economía y de Administración y Dirección de Empresas en las diferentes asignaturas de Matemáticas y Estadística. También se estudia la posible relación entre su rendimiento en dichas asignaturas y otros factores previos como pueden ser la nota media de su expediente en el Bachillerato o la obtenida en las pruebas de selectividad.

Observaciones previas

Las asignaturas de Matemáticas I y Matemáticas II del curso de orientación universitaria pueden cursarse en cuatro diferentes opciones, lo que conlleva que los alumnos estudien complementariamente diferentes materias. Así, en la opción A o científico-técnica se estudian Matemáticas I y Física como asignaturas obligatorias, eligiendo otras dos materias entre Biología, Dibujo Técnico, Química y Geología; mientras que en la opción B o biosanitaria son obligatorias Biología y Química y se escogen dos entre Dibujo Técnico, Física, Matemáticas I y Geología. En ambas opciones los alumnos deben cursar una materia de Matemáticas en el tercer curso de B.U.P. En cuanto a la opción C o jurídico-social, son obligatorias Matemáticas II e Historia del Mundo Contemporáneo, debiendo elegir dos más entre Griego, Historia del Arte, Latín, Literatura Española y Literatura Gallega. Finalmente, para la opción D o de humanidades, además de Historia del Mundo Contemporáneo y una asignatura de Literatura (Gallega o Española), es preciso escoger dos más entre Matemáticas II, Griego, Historia del Arte, Latín, Literatura Española y Literatura Gallega. Tanto en la opción C como en la D, los alumnos pueden elegir la asignatura de Matemáticas II sin haber cursado la asignatura de Matemáticas en el tercer curso de B.U.P.

Ambos programas de C.O.U., Matemáticas I y Matemáticas II, abordan el estudio de temas de Álgebra, Análisis Matemático y Estadística, pero tratados con un enfoque distinto, motivado por la diferente formación del alumnado. Así, en los bloques temáticos de Álgebra y Análisis Matemático se observa una mayor justificación teórica de los resultados en la asignatura de Matemáticas I, frente a un enfoque mucho menos formal y a veces

puramente práctico o intuitivo en Matemáticas II. También es de destacar que la primera asignatura contiene temas dedicados al estudio de la geometría afín y euclídea, del que carece Matemáticas II, que a cambio cuenta con un tema en el bloque de Estadística dedicado al estudio de la correlación y regresión lineal para distribuciones bidimensionales.

Por todo lo expuesto parece a priori que los alumnos que cursen Matemáticas I en C.O.U. deben estar en mejor situación para afrontar con éxito las dos asignaturas de matemáticas del primer curso de ambas licenciaturas, tanto de Economía como de Administración y Dirección de Empresas, sobre todo aquellos que provengan de la opción A, en la cual se estudia obligatoriamente la materia de Física, que es un buen complemento para fijar los conceptos estudiados en Matemáticas y aplicarlos en diferentes situaciones. A cambio, los alumnos que cursen Matemáticas II en C.O.U., aunque no de un modo tan significativo como en el caso anterior, parten con una mayor base para la primera asignatura de estadística (de primer curso en Administración y Dirección de Empresas y de segundo curso de Economía). Los resultados de este estudio confirman plenamente estas suposiciones en cuanto a las asignaturas de Matemáticas, y nos permiten desmentirla para la de Estadística.

Planteamiento del trabajo

Nuestro objetivo último era determinar, si fuera posible, cual es la opción de C.O.U. más favorable para afrontar con éxito las distintas asignaturas de Matemáticas y Estadística de las licenciaturas en Economía (en adelante L.E.) y de Administración y Dirección de Empresas (en adelante L.A.D.E.). Para ello utilizamos datos suministrados por la Gerencia de la Universidad de Vigo sobre alumnos de las licenciaturas que accedieron a éstas mediante examen de selectividad.

Para cada alumno se consideraron los siguientes campos:

- De los estudios de B.U.P. y C.O.U.
 1. Opción cursada
 2. Nota media

- De la selectividad
 1. Convocatoria en la que aprobaron
 2. Nota
- De los estudios universitarios: Para cada asignatura de Matemáticas y Estadística de ambas licenciaturas:
 1. Número de convocatorias consumidas hasta aprobar
 2. Nota en la primera convocatoria consumida
 3. Nota en la última convocatoria consumida

Para analizar y comparar las relaciones existentes entre los campos anteriores se utilizaron distintos procedimientos estadísticos aplicando el programa SPSS, y considerando los siguientes valores numéricos para las notas:

Suspenso = 2,5
 Aprobado = 5
 Notable = 7,5
 Sobresaliente = 9
 Matrícula de Honor = 10

Si bien hemos realizado un estudio más completo, en este trabajo hemos decidido centrarnos en las asignaturas de Matemáticas del primer curso de Economía y Administración y Dirección de Empresas, así como en la asignatura de Estadística I (primer curso de L.A.D.E. y segundo curso de Economía) por considerar que, al ser las primeras materias cuantitativas de cada tipo con las que se enfrentan los alumnos, es en ellas donde la influencia de los conocimientos previos de C.O.U. se manifiesta más claramente. A continuación explicamos brevemente sus contenidos:

L.E. y L.A.D.E.:

- Matemáticas I: Primer cuatrimestre del primer curso de las licenciaturas.
- Matemáticas II: Segundo cuatrimestre del primer curso de las licenciaturas.

En estas materias se estudia Álgebra y Análisis Matemático con un contenido y enfoque similar en los temas comunes al señalado para la asignatura de Matemáticas I de las opciones A y B de C.O.U. Sí hay que reseñar que en la licenciatura de Economía los temas se abordan con más profundidad por disponer de 15 horas lectivas más para cada materia.

- Estadística I: Segundo cuatrimestre del primer curso de L.A.D.E., primer cuatrimestre del segundo curso de L.E.

En estas materias se estudia básicamente Estadística descriptiva uni y bidimensional, probabilidad, variables aleatorias y sus características y las principales distribuciones discretas y continuas. También hay diferencias entre ambos programas debido a la diferente carga lectiva, contando en este caso la asignatura de la licenciatura en Economía con 15 horas lectivas más que la de Administración y Dirección de Empresas.

A continuación entramos a detallar los estudios elaborados.

Relación entre la opción cursada en C.O.U. y los resultados obtenidos en la licenciatura

En primer lugar debemos destacar que en ambas licenciaturas la mayoría de los alumnos (cerca del 87% en L.A.D.E. y un 82% en L.E.) proceden de las opciones A y C de C.O.U., siendo la opción A la más numerosa. Además, la presencia de alumnos procedentes de la opción D no es significativa, por lo que no han sido tenidos en cuenta.

Para estudiar la relación entre la opción cursada en C.O.U. y los resultados académicos se realizó un test de comparación de medias basado en la nota media, por opción, de cada una de las asignaturas, tomando como calificación del alumno la nota obtenida en la última convocatoria a la que se presentó. Estos fueron los resultados:

1. Comparación entre las opciones A y C.

Es para nosotros lo más importante, considerando que son las opciones mayoritarias entre el alumnado. De acuerdo con el test realizado, y para un nivel de significación $\alpha = 0.05$, se aceptan diferencias a favor de la opción A en las tres asignaturas de L.A.D.E. del primer curso (Matemáticas I y II y Estadística I), así como en las Matemáticas I y Estadística I de L.E. Para incluir también las Matemáticas II de L.E. deberíamos considerar un nivel de significación $\alpha = 0.1$.

Por todo esto, parece claro que la opción A es más recomendable de cara a afrontar con éxito no sólo las asignaturas de Matemáticas, sino también la de Estadística, en ambas licenciaturas.

2. Comparación entre A y B, y entre B y C.

Nuevamente, la opción A se manifiesta más recomendable que la B en L.A.D.E., aunque no tan claramente en L.E. Así encontramos que, para un nivel de significación $\alpha = 0.05$, los alumnos procedentes de la opción A obtienen mejores resultados que los de la B en Matemáticas I y Estadística I de L.A.D.E.. Para incluir también las Matemáticas II de ambas titulaciones deberíamos tomar un nivel de significación $\alpha = 0.1$.

Como posibles explicaciones a estos resultados, entendemos que, aún cuando la asignatura de Matemáticas es idéntica en ambas opciones de C.O.U., figura como optativa para la opción B y por lo tanto puede no haber sido cursada por la totalidad de los alumnos de esta opción. Por otra parte, los alumnos de la opción A han superado en C.O.U. una asignatura de Física que a buen seguro ha mejorado su base para el estudio posterior de materias cuantitativas.

Entrando ahora en la comparación entre las opciones B y C, decir que las diferencias no son estadísticamente significativas, si bien observando las medias se puede

decir que los resultados de los alumnos de la opción B son ligeramente mejores. Esta similitud en los resultados en Matemáticas puede ser debida, además de a las razones apuntadas en el caso anterior, al hecho de una posible falta de motivación en los alumnos de la opción B pues, dado que esta no es la orientación prioritaria para L.E. y L.A.D.E., presumimos que muchos de ellos no han sido admitidos en las carreras que verdaderamente deseaban estudiar.

Por otra parte nótese que, a pesar de que a priori los alumnos de la opción C tienen una base estadística más sólida, esta no se traduce en una mejora en su rendimiento en esta asignatura, lo que hace suponer que es más importante que el bagaje previo de conocimientos el modo como éstos se han impartido.

Relación entre los resultados previos al acceso a la Universidad y los obtenidos en la licenciatura

En este apartado estudiamos la influencia de la nota media de B.U.P. y C.O.U., y la obtenida en selectividad en los resultados académicos en ambas licenciaturas.

En primer lugar señalamos que, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson, se obtiene una fuerte relación entre ambas notas, lo que explica que influyan, en general, por igual. En segundo lugar, hemos utilizado el test G–Goodman-Kruskall para estudiar la relación entre estas notas y el número de convocatorias consumidas para superar las asignaturas de Matemáticas y Estadística de ambas titulaciones. De acuerdo con los resultados obtenidos (para un nivel de significación $= 0.05$) se tiene que a mejor nota media de B.U.P. y C.O.U. menor número de convocatorias consumidas para superar las asignaturas de Matemáticas I y II de L.E. y Matemáticas I de L.A.D.E., mientras que si consideramos la nota de selectividad la influencia se extiende a todas las asignaturas de matemáticas de ambas licenciaturas y a la materia Estadística I de L.A.D.E. Esto parece indicar que los estudios no universitarios influyen más en los resultados de las asignaturas de Matemáticas que en las de Estadística, lo que quizás se deba al hecho de que los conocimientos de esta última materia obtenidos durante el Bachillerato y C.O.U. son, independientemente de la orientación, mínimos.

Finalmente, hemos estudiado también la relación entre las notas de Enseñanza Secundaria y de pruebas de acceso a la Universidad con las obtenidas en las asignaturas de Matemáticas y Estadística de las licenciaturas utilizando el coeficiente de Pearson con nivel de significación $= 0.05$, obteniendo los resultados lógicos, es decir, a mejor nota en los estudios de Bachillerato y C.O.U. y de selectividad corresponde una mejor nota en dichas asignaturas de las licenciaturas.

Relación entre las materias de Matemáticas y Estadística de las licenciaturas

Para completar este trabajo hemos estudiado la relación entre los resultados obtenidos en las asignaturas de Matemáticas y Estadística de cada licenciatura, ya que parece lógico pensar que una mayor aptitud de un alumno para una de ellas implique también una mayor aptitud para la otra.

Comenzamos con un estudio descriptivo del número de alumnos presentados, número de aprobados sobre el total de presentados y la distribución de los aprobados por cada convocatoria en cada una de las materias, obteniendo los siguientes resultados:

L.A.D.E.:

El porcentaje de presentados es similar en Matemáticas I y II y en Estadística I. Sin embargo, es en esta última donde el porcentaje de aprobados sobre el total de presentados es mayor. Por otra parte, el porcentaje de alumnos que superan la asignatura la primera vez que se presentan es similar en todas (alrededor de un 60%).

L.E.:

En este caso el porcentaje de presentados es superior en las materias de Matemáticas I y II que en la de Estadística I (60% contra un 35%). Es también en Estadística I donde el porcentaje de aprobados sobre el total de presentados es menor, así como el de alumnos aprobados en la primera convocatoria a la que se presentan (inferior al 50%, porcentaje rebasado en Matemáticas I y II). Quizá no tenga poca importancia, a la hora de explicar estas diferencias, el hecho de que la asignatura de Estadística I se imparta en el segundo curso de la licenciatura, mientras que las de matemáticas sean de primer curso.

A continuación detallamos la relación obtenida entre los resultados obtenidos en las asignaturas de matemáticas y la de estadística. Para ello hemos analizado el número de convocatorias consumidas hasta aprobar cada asignatura y la nota de la primera convocatoria consumida. Usando tablas de contingencia y el coeficiente de Pearson estudiamos en que casos hay una asociación significativa, y mediante la prueba T para muestras relacionadas y las pruebas no paramétricas de Wilcoxon y de los signos estudiamos la igualdad de medias y medianas de las respectivas distribuciones. Todo ello para cada cruce de una asignatura de Matemáticas con una de Estadística en cada titulación. Los resultados fueron los siguientes:

L.A.D.E.

En cuanto al número de convocatorias consumidas hasta aprobar la asignatura, se obtiene una asociación positiva significativa ($= 0.05$) entre las asignaturas de Matemáticas I y II con Estadística I, es decir, a mayor número de convocatorias en alguna de ellas le corresponde también un mayor número en la otra.

En el estudio de la igualdad de medias y medianas en número de convocatorias también se observa un comportamiento similar, aceptándose la igualdad en los dos cruces (Matemáticas I – Estadística I y Matemáticas II – Estadística I).

Si consideramos ahora la nota obtenida por el alumno en la primera convocatoria a la que se presentó, obtenemos asociación significativa positiva (notas más altas en una asignatura conllevan notas más altas en la otra) en todos los cruces. Además se acepta igualdad de medias y medianas entre Matemáticas II y Estadística I, mientras que se rechaza entre Matemáticas I y Estadística I, registrando esta última notas superiores. Quizá en el hecho de que las materias Matemáticas II y Estadística I se cursen ambas en el segundo cuatrimestre esté una explicación a esos resultados.

L.E.:

Cuando consideramos el número de convocatorias consumidas hasta superar la asignatura, no obtenemos asociación entre las asignaturas de Matemáticas I o II con Estadística I. Sin embargo, sí se aceptaría entre la asignatura de Matemáticas III con Estadística I y Estadística II (con un nivel de significación $= 0.05$), todas impartidas en el segundo curso de la licenciatura, lo que hace suponer que lo realmente relevante es el momento en el que se cursan las asignaturas. Entrando en la igualdad de medias y medianas de las distribuciones, se aceptaría en todos los casos.

También se obtiene asociación positiva significativa en todos los cruces al considerar la nota obtenida por el alumno la primera vez que se presenta, mientras que se rechaza la igualdad de medias y medianas en la nota de la primera convocatoria entre Matemáticas I y II frente a Estadística I, registrándose en ambos casos notas superiores en las asignaturas de matemáticas.

Conclusiones

En este apartado queremos señalar que los resultados de este estudio son básicamente los que esperábamos, algunos por sentido común (mejor rendimiento académico en C.O.U. conlleva un mejor rendimiento en la licenciatura, buenas aptitudes en Matemáticas conducen a situaciones similares en Estadística y viceversa, etc.) y otros por intuición. Entre estos últimos señalemos como hecho más relevante la mayor facilidad para los alumnos de la opción A de C.O.U. frente a los del resto de opciones a la hora de encarar las asignaturas de matemáticas y estadística de las licenciaturas en

Economía y Administración y Dirección de Empresas. Es de suponer que estos alumnos también se verán favorecidos a la hora de superar el resto de las asignaturas cuantitativas de ambas titulaciones, lo que aumenta su ventaja. Naturalmente, no disponemos de datos sobre las asignaturas “humanísticas”, aunque presumimos que la diferencia, en este último caso a favor de los alumnos de la opción C, de existir, no reduciría significativamente la distancia entre ambas opciones.

En cuanto a los alumnos de la opción B de C.O.U., como ya hemos indicado anteriormente, obtienen resultados inferiores a los de la opción A pero ligeramente superiores que los de la C. Sin embargo, en este caso no podemos ser tan categóricos como en el anterior. Antes de considerar preferible (siempre para las asignaturas cuantitativas) la opción B frente a la C habría que realizar un estudio más profundo.

Por todo lo anterior, y con toda la cautela que un estudio como este demanda, entendemos que, de las cuatro opciones existentes actualmente en C.O.U., la más recomendable para aquellos alumnos que pretendan licenciarse en Economía o en Administración y Dirección de Empresas sería la A.

Finalmente, y como curiosidad, queremos destacar que también se hizo un estudio de comparación entre las notas medias de los alumnos en B.U.P. y C.O.U. con las obtenidas en las pruebas de acceso a la Universidad, resultando que los alumnos de ambas licenciaturas que proceden de la opción A tienen una nota media entre B.U.P. y C.O.U. superior a los de la opción C (se acepta con un nivel de significación $= 0.05$), mientras que sin embargo las notas que obtienen en las pruebas de selectividad son semejantes. ¿Significa esto la existencia en las pruebas de acceso a la Universidad de un sesgo favorable a los alumnos de esta opción (y quizá, por extensión de la D)? Naturalmente, cualquier respuesta a esta pregunta sería muy aventurada, y nos limitamos a dejar constancia de este hecho con la idea de confirmar o desmentir esta hipótesis en un trabajo futuro.■

Agradecimientos:

Los autores desean agradecer a la Gerencia de la Universidad de Vigo su colaboración, imprescindible para la elaboración de la base de datos.

Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto de Innovación Educativa subvencionado por la Universidad de Vigo.

INSTITUCIONES

UNA NUEVA ERA PARA LA INVESTIGACIÓN EN EUROPA

ROSA M^a FERNÁNDEZ OTERO

Delegación en Galicia
Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
Santiago de Compostela

El 18 de Enero de 2000, la Comisión Europea adoptaba el documento titulado “Hacia el Espacio Europeo de Investigación”¹. En este documento se pone de manifiesto la necesidad de sumar y fundamentalmente reorganizar esfuerzos para mejorar el impacto y el resultado que las políticas Europeas de apoyo a la investigación han tenido hasta este momento, de cara a un futuro casi inmediato.

El documento en cuestión, que se inicia con un análisis la situación de la investigación en Europa y compara los datos de los indicadores más relevantes con los de aquellos países considerados principales competidores (Estados Unidos y Japón), se observan finalmente una serie de actuaciones encaminadas a conseguir un marco más amplio y estructurado para las actividades de investigación, desarrollo e innovación tecnológica en la Unión Europea. Los sucesivos Programas Marco de Investigación de la Unión, pese a haber tenido un importante y positivo papel hasta este momento, no se consideran suficientes para aprovechar todo el potencial investigador existente y permitir que éste tenga las repercusiones deseadas en la economía, la política y en definitiva, en la sociedad.

Algunos datos² de los que aparecen en este documento que han sido especialmente relevantes para plantearse la necesidad de una reestructuración de las políticas de investigación de la UE se exponen a continuación:

- 1.- El esfuerzo de investigación medio de la UE es del 1,8% de su PIB (con importantes desviaciones sobre la media entre países), mientras en EEUU es del 2,8% y en Japón del 2,9%. Además, estas diferencias son más acusadas y negativas para Europa, si hablamos de esfuerzo privado.
- 2.- Europa tiene una balanza comercial para productos de alta tecnología, muy deficitaria, déficit que además ha ido en aumento en los últimos años.
- 3.- El número de investigadores empleados en las empresas europeas representa un porcentaje de la fuerza de trabajo del 2,5 por mil mientras en EEUU es del 6,7 por mil y en Japón del 6 por mil.

4.- El número de estudiantes de tercer ciclo en EEUU es más de dos veces el europeo y además un 50% de los estudiantes europeos de este nivel, realiza sus cursos de doctorado en EEUU y se quedan en ese país por largos períodos de tiempo.

Todo ello es suficientemente preocupante como para plantearse la necesidad urgente de tomar medidas. Más aún cuando los cambios que se están produciendo en torno a la llamada “nueva economía” o “economía del conocimiento” se producen a nivel global y a un ritmo que no impone Europa unilateralmente. La futura incorporación a la Unión, de los países del Este (la mayor parte de ellos en una situación aún más preocupante en relación con los indicadores antes mencionados) es otro factor de suma importancia a favor de ese cambio.

En torno a esta problemática, se está tratando de definir por lo tanto lo que será el Espacio Europeo de Investigación (EEI o ERA, *European Research Area*). En su definición se proponen los seis grandes elementos siguientes que determinarán posteriormente las actuaciones concretas a poner en práctica:

- 1.- Establecimiento de una red de centros de excelencia científica en Europa, apoyado en una mayor utilización de las tecnologías de la información.
- 2.- Aportación de un enfoque común sobre las necesidades de financiación de las grandes infraestructuras de investigación en Europa.
- 3.- Mayor coordinación de las actividades de investigación europeas y de los países miembros, apoyándose en lo que se denomina geometría variable y cuyas posibilidades aparecen reflejadas en el Artículo 169 del Tratado de la UE.
- 4.- Puesta en marcha de instrumentos que estimulen el aumento del esfuerzo en I+D público y principalmente privado, crear un marco de estímulo para la inversión de las empresas en I+D.
- 5.- Establecimiento de un sistema de referencia científico y técnico para apoyar la toma de decisiones políticas.

¹ Este documento y otros relativos al Espacio Europeo de investigación, pueden descargarse en formato electrónico en la dirección: <http://www.cordis.lu/rtd2002/>

² “Towards a European Research Area, Science Technology and Innovation Key Figures 2000” Publicado por la Comisión Europea: Dirección General de Investigación y Eurostat.

6.- Toma de medidas para incrementar el número de investigadores en Europa y su movilidad.

Estos son, a grandes rasgos, los ámbitos de actuación sobre los que se empieza a definir lo que se pretende que sea la primera verdadera política común de investigación.

El 9 de mayo de 2000, el Parlamento Europeo publica un informe (en respuesta al documento de referencia), por el que se anuncia una favorable acogida al mismo como partida para un debate político y científico en el que, en la actualidad, la Unión y los países miembros se encuentran inmersos. En este documento se pide a la Comisión, entre otras cosas, que se tenga en cuenta este debate para la elaboración de lo que será el Sexto Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Unión (2002-2006).

El 4 de octubre de 2000, una nueva comunicación de la Comisión Europea, sale a la luz con el título "Haciendo realidad el Espacio Europeo de Investigación: recomendaciones para las actividades de investigación de la UE (2002-2006)". En este documento, la estructura de lo que será el Sexto Programa Marco de Investigación y Desarrollo de la Unión Europea, empieza a dibujarse.

Posteriormente, las demás instituciones comunitarias y los Estados Miembros, se han ido pronunciando y comunicando con la Comisión Europea al respecto. Como "output" más reciente, está ya al alcance de quien desee conocerlo, un documento borrador del VI Programa Marco de la UE (2002-2006) publicado el 21 de febrero de 2001. En este borrador se dibujan ya con más claridad aquellas recomendaciones que la Comisión hacía en el documento "Haciendo realidad el Espacio...":

- La concentración de la mayor parte esfuerzo europeo en materia de investigación y desarrollo tecnológico, en un número limitado de grandes prioridades temáticas. Actuación que será llevada a cabo a través de estructuras tales como las Redes de Centros de Excelencia y los Programas Integrados de I+D.
- Una mayor estructuración y coordinación de las actividades de apoyo a la investigación de la Unión y las de los Estados Miembros, abriendo los Programas Nacionales a la participación de investigadores de otros

estados, coordinando diferentes vías de financiación con los fondos del VPM tales como EUREKA, COST...etc.

- La definición de una serie de actuaciones que aseguren que la investigación pueda servir como base para la toma de importantes decisiones de carácter político impulsando así un mayor impacto de las políticas de I+D en el entorno socioeconómico europeo.
- La puesta en marcha de una serie de actuaciones que eliminen las barreras e incentiven la movilidad y a la formación del personal investigador en Europa y que al mismo tiempo conviertan a Europa en un destino de mayor interés para los investigadores, tanto Europeos como de otros países.
- La creación de un entorno favorable para que, a medio plazo, se produzca un incremento significativo del esfuerzo en I+D privado en Europa, especialmente para que las Pequeñas y Medianas Empresas participen de forma activa y creciente en este tipo de actividades, tendrá también su reflejo en las actuaciones que se planteen en ese futuro que ya forma parte del presente.

Sin duda, el próximo Programa Marco será el principal instrumento para poner en práctica las bases del EEI (o lo que es lo mismo, del ERA). Sin embargo, también es cierto que buena parte de las medidas que se plantean hasta el momento, suponen un cambio muy importante en el escenario de la I+D de la Unión y de sus países miembros. Sobre algunas de estas medidas, habrá todavía mucho que debatir ya que en la mayoría de los países miembros, existirán barreras de carácter legal y administrativo que habrá que tener en cuenta. Una participación activa en este debate y una progresiva adaptación de la legislación y normativas nacionales y regionales serán muy probablemente necesarias para que España pueda entrar a participar plenamente en esta nueva etapa de la investigación en Europa. Como ante todo cambio importante, se necesitará de un período de adaptación y aprendizaje, y una vez más los responsables de la excelencia científica de nuestro país tendrán que pensar en afrontar, y en lo posible anticiparse, a los retos de una nueva ERA.■

IV JORNADAS SOBRE EL MEDIO NATURAL

La Junta de Gobierno de la Sociedad comunica la celebración de las IV JORNADAS SOBRE EL MEDIO NATURAL, dedicadas a LA AGRICULTURA BIOLÓGICA: UN RETO NECESARIO.

Estas Jornadas se celebrarán en el otoño del año 2002.

Dado lo importante del tema a tratar se anima a todos los socios a participar activamente en las Jornadas y a presentar en ellas trabajos, estudios y experiencias.

Como en el caso de actividades anteriores de la Sociedad, la inscripción en las Jornadas es gratuita para todos sus miembros, haciendo constar en la Inscripción su condición de socio.

Cualquier sugerencia sobre las Jornadas, fechas, funcionamiento, etc. será bien recibida por el Comité Organizador, en base a mejorar los resultados de reuniones anteriores y asegurar la continuidad de estas actividades tan necesarias para el cumplimiento de los fines y objetivos que animan a la Sociedad de Ciencias de Galicia.

En posterior anuncio se concretará la forma de inscripción y el programa provisional de las Jornadas.■

AVISOS DE LA SOCIEDAD

• Se ruega a todas las personas de la Sociedad que comuniquen al Presidente de la SCG (csgpoarp@cesga.es) su dirección de correo electrónico, a fin de agilizar todos los envíos de información. Asimismo se podrá remitir esta publicación, en formato PDF a aquellos que lo soliciten.

• A partir de este número de MOL, se incluirá en la página web de la Sociedad de Ciencias de Galicia (<http://www.cesga.es/phaselieu/scg.html>) el texto completo, en formato PDF, para uso libre de todos los interesados.

• Lamentablemente hemos vuelto a tener problemas con la gestión de recibos del año 2000. La primera dificultad fue que dichos recibos se pusieron en circulación ya en el 2001, debido a la fusión de las Cajas de Vigo, Orense y Pontevedra, que ha centralizado todos los trámites en Vigo. La otra dificultad —más grave— ha sido el cambio del programa de gestión de recibos, ya que al recuperar la base de datos anterior se han producido numerosos errores en los números de cuenta, lo cual ha supuesto una elevada devolución de recibos. La Junta de Gobierno de la SCG lamenta estas circunstancias y hará lo posible para solucionar el problema, por lo cual se ruega que **todas las personas de la Sociedad** (salvo estudiantes) comuniquen a la mayor brevedad posible su cuenta bancaria completa (20 dígitos). Adicionalmente, en este envío se remiten los recibos devueltos a sus titulares rogando se haga el correspondiente ingreso en la cuenta: **CAIXANOVA: 2080 0401 67 0040147834**.

• Asimismo se recuerda a las socias y socios estudiantes que hayan finalizado sus estudios que deberán pasar a ser de número y comunicar sus datos bancarios para el cobro de las cuotas anuales, de las que están exentos los estudiantes.

• En este mismo ejemplar de MOL se da cuenta de la próxima convocatoria de la IV JORNADAS SOBRE EL MEDIO NATURAL, en las cuales la Sociedad aspira a reeditar el éxito de las anteriores, celebradas en 1998, por lo cual se solicita, ya desde ahora, la cooperación de todos los socios y socias.■

SOLICITUD DE INSCRIPCIÓN EN LA SOCIEDAD DE CIENCIAS DE GALICIA

NOMBRE Y APELLIDOS

.....

DIRECCIÓN

.....

C. P., LOCALIDAD, PAÍS

TELÉFONO / FAX / CORREO-E

PROFESIÓN

INSTITUCIÓN / EMPRESA

.....

DIRECCIÓN PROFESIONAL

TELÉFONO - FAX - CORREO-E

NORMAS PARA AUTORES

MOL acepta contribuciones, en el ámbito de la Ciencia y la Tecnología, para sus diferentes secciones. Los trabajos que se presenten a las secciones “ESTUDIOS”, “EXPERIENCIAS” y “RESEÑAS” han de ser originales, no habiendo sido publicados anteriormente.

Los trabajos se presentarán impresos, acompañados de copia en disco magnético o CD (preferiblemente escritos en cualquier versión de WordPerfect o MS-Word). Podrán incluirse tablas, gráficos y fotografías en blanco y negro.

Las referencias bibliográficas, que deberán estar citadas en el texto, han de adaptarse a los modelos que siguen:

ARTÍCULO: Autor (es). Año. Título. Revista n°: página inicial-página final

CAPÍTULO DE LIBRO: Autores (es). Año. Título del capítulo. En: Editor (es) /Coordinador (es) (Eds/Coords) Título del libro, página inicial-

página final. Edición n°. Editorial. País de la edición.

LIBRO: Autores (es). Año. Título del libro. Editorial. Edición n°. País de la edición.

El Comité Editorial, apoyado por evaluadores externos, decidirá acerca de la adecuación de los trabajos a la línea editorial de MOL, y hará llegar un informe a los autores, pudiendo sugerir, en su caso, los cambios correspondientes.

La Sociedad de Ciencias de Galicia enviará cinco ejemplares del volumen correspondiente de MOL a los autores que publiquen trabajos en el mismo.

Todo tipo de colaboración para MOL debe enviarse a:

Sociedad de Ciencias de Galicia
Coordinador de MOL
Apartado 240
36080 Pontevedra. España

DOMICILIACIÓN BANCARIA DE RECIBOS

(cuota anual: 2000 pta)

NOMBRE Y APELLIDOS.....

ENTIDAD BANCARIA

DIRECCIÓN

Nº DE CUENTA (20 dígitos).....

FECHA Y FIRMA

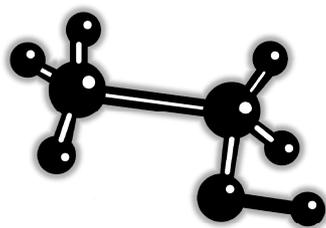
TIPO Y NÚMERO DE SOCIO (para cubrir por la Sociedad):

Remitir a :

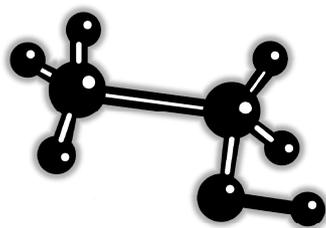
SOCIEDAD DE CIENCIAS DE GALICIA
 Apartado 240. 36080 Pontevedra. España

MIEMBROS DE LA SOCIEDAD DE CIENCIAS DE GALICIA

- 1 De Ron Pedreira, Antonio M.
- 2 Casalderrey García, Manuel L.
- 4 García Limeses, Pedro
- 5 López Salgueiro, Rosanna
- 6 López-Perea Lloveres, Francisco J.
- 7 García Limeses, Miguel
- 8 Vega Hidalgo, José A.
- 9 Tarrío Fernández, Rosa M^a.
- 10 López-Riobóo Ansorena, Íñigo
- 11 Malvar Pintos, Rosa A.
- 12 Martínez Fernández, Ana M^a
- 13 Alvarez Rodríguez, Angel
- 14 Escribano Lafuente, M^a Raquel
- 15 Cumbraos Alvarez, Manuel
- 16 Toval Hernández, Gabriel
- 17 Freire Rama, Manuel
- 18 Casal Araújo, Manuel
- 19 Alvarez Gondar, Marcelino
- 20 González Romero, Angel
- 22 Iglesias García, Manuel J.
- 23 López Díaz, Ramón
- 24 Rodríguez Gandoy, Eladio J.
- 25 Senn González, Rafael
- 26 Viscasillas Rodríguez-Toubes, Eduardo
- 27 Rebolledo Varela, Jacobo
- 28 Carballo Carballo, M^a Reyes
- 29 Calvo Méndez, M^a Dolores
- 30 Macías García, Inmaculada
- 31 Montes Santos, Pilar Eugenia
- 32 Alonso Fernández, Carlos
- 33 Miravalles González, Pilar
- 35 Revilla Temiño, Pedro
- 36 Rigueiro Rodríguez, Antonio
- 37 Zea Salgueiro, Jaime
- 38 Viéitez Madriñán, F. Javier
- 39 Piñeiro Andión, Juan
- 40 Ordás Pérez, Amando
- 41 Olmedo Limeses, Jaime
- 42 Landín Jaráiz, Amancio
- 43 Gil Villanueva, José M^a.
- 44 Regueiro Rivas, Francisco
- 45 García Bravo, Juan Pablo
- 46 Dapena Sánchez, José M^a.
- 48 Barros Silva, José C.
- 49 Cartea González, M^a Elena
- 50 Piñeiro Sieiro, Manuel
- 51 Vilas Gómez, Jaime A.
- 52 Santalla Ferradás, Marta
- 54 Lema Devesa, Fernando
- 55 Luis Crespí, Antonio M^a
- 56 Esteban Prades, José V.
- 57 Mandado Pérez, Enrique
- 58 Santos Piñeiro, Ignacio
- 59 Cobo Gradín, Fernando
- 60 Pais Balsalobre, César
- 61 Peña Santos, Federico de la
- 62 Macías Rivas, M^a Angeles
- 63 Alonso Riveiro, M^a Aurea I.
- 64 De Valentín Fernández, M^a Antonia
- 65 Iglesias Novoa, Flora
- 66 Puerto Arribas, Gonzalo
- 67 Martínez Graña, Antonio
- 68 Casquero Luelmo, Pedro A.
- 69 Barros Fernández, José C.
- 71 Lillo Beviá, José
- 72 Riesco Muñoz, Guillermo
- 73 Piñón Esteban, Miguel
- 74 López Salgueiro, Ramón
- 75 Tato Sánchez del Valle, Patricia
- 76 Díaz González-Villamil, M^a Luisa
- 78 Camba Fernández, Sofía
- 79 Outeiriño Fernández, Luis
- 80 Mansilla Vázquez, José Pedro
- 81 Rodríguez Bao, José Manuel
- 82 Pérez Amaro, Ana
- 83 Casas de Ron, Carlos
- 84 Peleteiro Alonso, José B.
- 85 Simón Buela, Laureano
- 86 Castro Cerceda, M. Luisa
- 87 Viscasillas Vázquez, Carlos
- 88 Iglesias González, Paula



MOL



MOL