CAPITULO 5

INDICE PARTICULAR

TEMA 5

REGRESIÓN LINEAL

En este capítulo se estudiarán ahora aquellos datos que al graficarse dan casi una línea recta.

El estudio consiste en tratar de encontrar con la mayor aproximación la ecuación de la recta a la que más se acercan todos los puntos para, a partir de ella, intentar deducir o inferir el comportamiento de los que no aparecen en la tabla.

Recordar que la ecuación de la recta es $y = mx + b$.

Ejemplo 1: Se realizó una encuesta en una fábrica de pinturas para relacionar la cantidad de cierto aditivo químico agregado al colorante con el tiempo de secado, obteniéndose los resultados mostrados en la tabla de la derecha.

Graficar esos resultados y señalar la recta que más se aproxima a dichos valores.

cantidad de aditivo x	tiempo de secado y
1	2.6
2	2.3
3	2.2
4	2
5	1.8
6	1.8
7	1.4
8	1.2
9	1.3

Solución: Graficando los datos de la tabla de la derecha en donde las abscisas (las x) son los valores de la primera columna y las ordenadas (las y) los de la segunda columna, se obtienen los puntos señalados en la figura 5.1. A la gráfica correspondiente a todos esos puntos se le llama *diagrama de dispersión*.

Una recta aproximada a esos puntos también se ha marcado con línea punteada en la misma figura 5.1.

Se ve que se trata de un caso en el que los datos dan aproximadamente una línea recta.

Por lo pronto en este ejemplo no se hará ninguna deducción a partir de la gráfica. Se trata por el momento solamente de mostrar visualmente cómo hay casos en los que los datos graficados dan aproximadamente una línea recta.

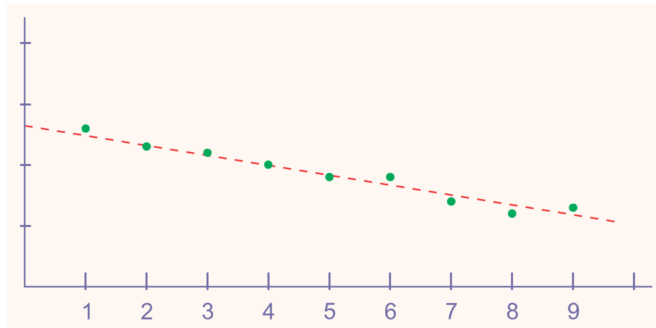

figura 5.1

6.2 ECUACIÓN DE LA RECTA

En el semestre anterior, durante el curso de Geometría Analítica, se estudió la recta y su ecuación particular, por lo que debe serle familiar al estudiante este tema. Efectivamente, la ecuación de la recta en forma particular es

$$y = mx + b$$

en donde: m = pendiente de la recta
b = ordenada al origen

Ejemplos de ecuaciones de rectas son las mostradas en la tabla de la derecha, en la que se han especificado los correspondientes valores de la pendiente m y de la ordenada al origen b.

La ordenada al origen b es la altura sobre el eje de las y^{es} por el que pasa la recta, o sea, el punto en donde la recta corta al eje de las y^{es}.

ECUACIÓN	m	b
$y = -\dfrac{x}{3} + 11$	$m = -\dfrac{1}{3}$	$b = 11$
$y = 2x - 1$	$m = 2$	$b = -1$
$y = \dfrac{2x}{7}$	$m = \dfrac{2}{7}$	$b = 0$

De tal manera que cuando se tiene un conjunto de datos tales que su gráfica da aproximadamente una recta, el primer paso es obtener su ecuación, para lo cual se requieren los valores de la pendiente m y de la ordenada al origen b. A esa ecuación se le llama *ecuación de regresión*, que significa algo así como "ecuación con la que se regresa a la recta" y existen dos fórmulas que dan cada una respectivamente el valor de m y el de b.

Dichas fórmulas son:

$$m = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2} \qquad (1)$$

$$b = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2} \qquad (2)$$

Ejemplo 1: La relación entre el número de años (x) laborando para la empresa y el número de ventas logradas (y) por cada vendedor es la mostrada en la siguiente tabla. a) ¿Cuántas ventas pueden esperarse en un trabajador con 16 años de servicio?; b) ¿Cuántos años, aproximadamente, se requieren para lograr 14 ventas?

vendedor	años x	ventas y
Abel	3	2
Manuel	4	3
Luis	4	4
Gloria	5	4
Jorge	5	4
Eva	6	4
Roque	6	5
Ana	7	5
Saúl	7	6
Rebeca	8	6
Daniel	9	6
Flor	9	7
Teresa	10	7
Efraín	10	8

Solución: Lo primero que debe encontrarse es la ecuación de regresión, es decir, la ecuación de la recta que con mayor fidelidad une a todos los puntos de la tabla anterior.

Para darse una idea visual del trabajo que se va a realizar conviene graficar los puntos de esta tabla El *diagrama de dispersión* correspondiente a dicha tabla se muestra en la figura 5.2 de la página siguiente.

Puede apreciarse en este diagrama de dispersión (figura 5.2) que los puntos insinúan una recta, de la cual se va a calcular su ecuación.

Para eso, conforme a la experiencia obtenida en el trabajo de capítulos anteriores, por inspección de las fórmulas (1) y (2) se puede establecer que se requiere elaborar una tabla con cuatro columnas, de la siguiente forma:

La 1ª columna encabezada con x; la 2ª columna encabezada con ye; la 3ª columna encabezada con xy y la 4ª columna encabezada con x^2 de la siguiente manera:

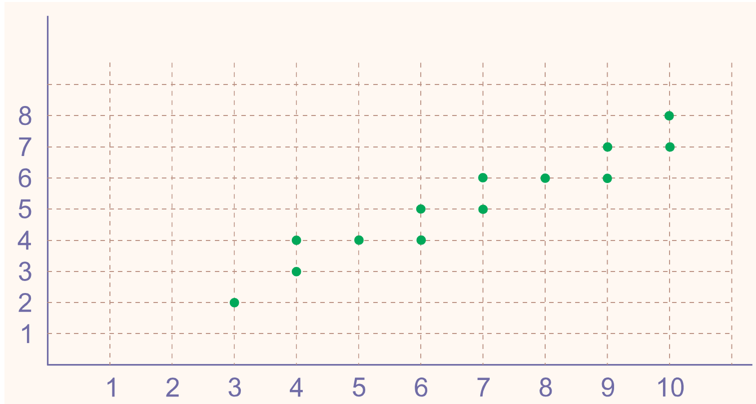

figura 5.2

De manera que utilizando la fórmula (1) de la página 52:

$$m = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}$$

$$m = \frac{(14)(520) - (93)(71)}{(14)(687) - (93)^2}$$

$$m = \frac{677}{969}$$

$$m = 0.698$$

Y utilizando la fórmula (2) de la página 52:

$$b = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2}$$

$$b = \frac{(687)(71) - (93)(520)}{969}$$

x	y	xy	x^2
3	2	6	9
4	3	12	16
4	4	16	16
5	4	20	25
5	4	20	25
6	4	24	36
6	5	30	36
7	5	35	49
7	6	42	49
8	6	48	64
9	6	54	81
9	7	63	81
10	7	70	100
10	8	80	100
93	71	520	687

$$b = \frac{417}{969}$$

$$b = 0.430$$

Obsérvese que como el denominador es el mismo para m como para b, no se hizo ya ninguna sustitución y solamente se copió el valor de m obtenido antes para ponerlo en este denominador.

La ecuación de la recta buscada es

$$y = 0.698x + 0.430$$

Esta ecuación sirve para poder contestar las dos preguntas formuladas en el enunciado del problema: ¿Cuántas ventas pueden esperarse en un trabajador con 16 años de servicio? ¿Cuántos años, aproximadamente, se requieren para lograr 14 ventas?

Como en la ecuación anterior x representa los años laborando e ye las ventas, para la primera pregunta se tiene como dato que $x = 16$, de manera que sustituyéndolo en la ecuación de la recta, se obtiene:

$$y = mx + b$$
$$y = 0.698(16) + 0.430$$
$$y = 11.59$$

es decir, se pueden esperar aproximadamente entre once y doce ventas de un trabajador con 16 años laborando.

Para la segunda pregunta, se tiene como dato que $y = 14$, o sea 14 ventas, de manera que sustituyendo en la ecuación de la recta, se obtiene:

$$y = mx + b$$
$$14 = 0.698x + 0.430$$
$$14 - 0.430 = 0.698x$$
$$x = \frac{13.57}{0.698}$$
$$x = 19.44$$

Significa que se requieren aproximadamente de diez y nueve a veinte años de servicio para alcanzar 14 ventas. La figura 5.3 muestra los resultados obtenidos.

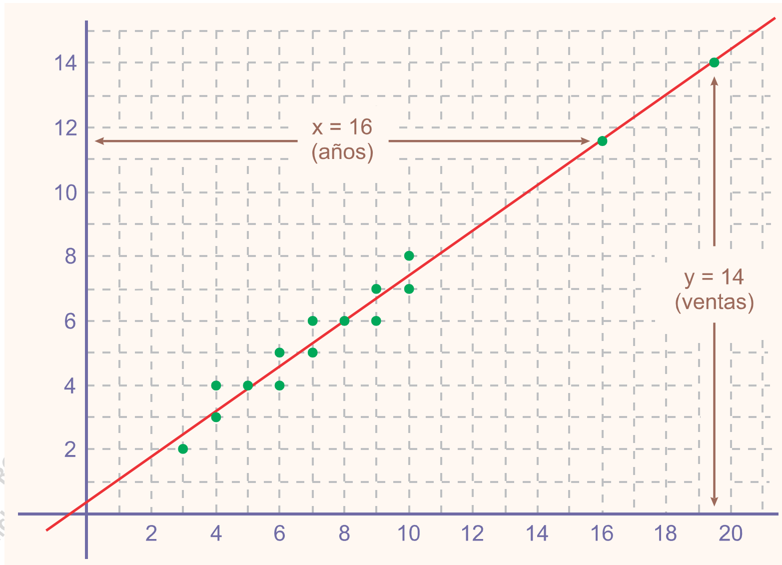

figura 5.3

Ejemplo 2: La relación entre el número de semanas (x) de haber comenzado con un negocio y las pérdidas registradas (y) en tanto se aclientelaba es la mostrada en la siguiente tabla. ¿Cuántas semanas pueden esperarse para que las pérdidas sean nulas?

Solución: Lo primero que debe encontrarse es la ecuación de regresión, es decir, la ecuación de la recta que con mayor fidelidad une a todos los puntos de la tabla anterior.

Para darse una idea visual del trabajo que se va a realizar conviene graficar los puntos de esta tabla El *diagrama de dispersión* se muestra en la figura 5.4, en el cual los puntos insinúan una recta, de la cual se va a calcular su ecuación.

x	1	2	3	4	5	6	7
y	12.3	11	9	8	6	5.2	4

Para eso, conforme a la experiencia obtenida en el trabajo de capítulos anteriores, por inspección de las fórmulas (1) y (2) de la página 52, se puede establecer que se requiere elaborar una tabla con cuatro columnas, de la siguiente forma:

La 1ª columna encabezada con x ; la 2ª columna encabezada con ye ; la 3ª columna encabezada con xy y la 4ª columna encabezada con x^2 de la siguiente manera:

x	y	xy	x^2
1	12.3	12.3	1
2	11	22	4
3	9	27	9
4	8	32	16
5	6	30	25
6	5.2	31.2	36
7	4	28	49
28	55.5	182.5	140

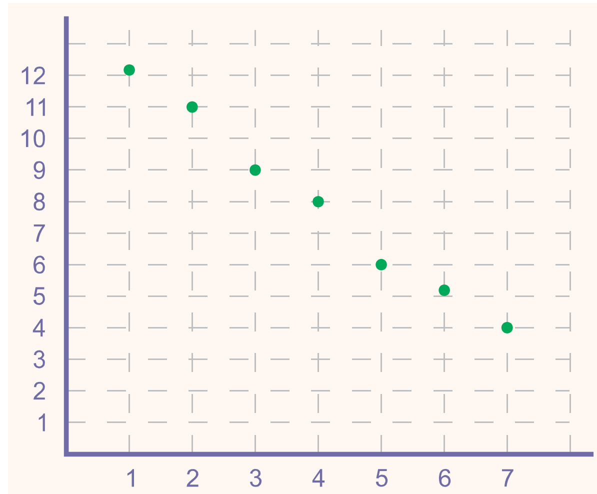

figura 5.4

De manera que utilizando la fórmula (1):

$$m = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2} \qquad (1)$$

$$m = \frac{(7)(182.5) - (28)(55.5)}{(7)(140) - (28)^2}$$

$$m = \frac{-276.5}{196}$$

$$m = -1.41$$

y utilizando la fórmula (2):

$$b = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum xy}{n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2} \qquad (2)$$

$$b = \frac{(140)(55.5) - (28)(182.5)}{196}$$

$$b = 13.57$$

La ecuación de la recta buscada es

$$y = -1.41x + 13.57$$

Esta ecuación sirve para poder contestar la pregunta formulada en el enunciado del problema: ¿ Cuántas semanas pueden esperarse para que las pérdidas sean nulas?

Como en la ecuación anterior x representa el número de semanas de haber comenzado con un negocio mientras que y las pérdidas registradas, para la pregunta se tiene como dato que $y = 0$, de manera que sustituyéndolo en la ecuación de la recta, se obtiene:

$$0 = -1.41x + 13.57$$
$$x = 9.62$$

es decir, se puede esperar aproximadamente que entre la novena y la décima semanas las pérdidas desaparezcan. La figura 5.5 muestra los resultados obtenidos.

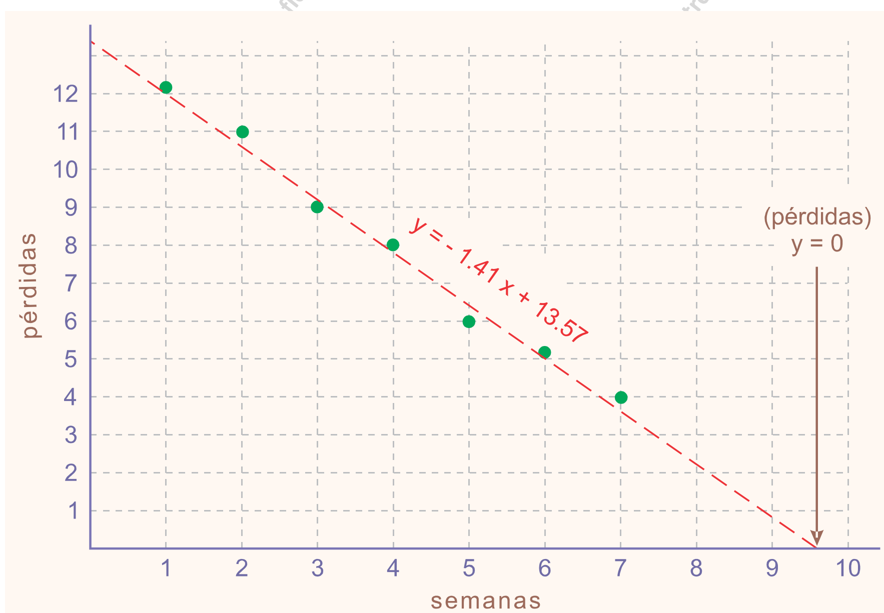

figura 5.5

6.3 COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

Al hacer el diagrama de dispersión y trazar sobre él la recta perteneciente a la ecuación obtenida, se nota que mientras algunos puntos pertenecen a la recta, es decir, están sobre ella, por lo general la mayoría de los puntos quedan afuera de ella.

Si los puntos que quedan afuera están situados muy próximos a la recta, o sea hay poca distancia entre la recta y cada punto, se dice que "hay poca dispersión" ; a la inversa, si los puntos que quedan afuera están situados distantes a la recta se dice que "hay mucha dispersión".

Obviamente, cuando se hacen predicciones a partir de la recta obtenida, éstas serán más confiables mientras menos dispersión exista. Para tener un parámetro o medida de esa dispersión se utiliza una fórmula que arroja ciertos resultados numéricos, los cuales tienen el siguiente significado: si da igual a 1 quiere decir que todos los puntos están sobre la recta; si da 0 quiere decir que la gráfica no se parece en nada a una recta. Los valores intermedios tienen el significado intermedio entre los dos extremos antes citados.

Dicha fórmula es:

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\left[n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2\right]\left[n\sum y^2 - \left(\sum y\right)^2\right]}}$$

Puede verse que las sumatorias que se requieren son casi las mismas obtenidos en la elaboración de la tabla para calcular la ecuación de regresión de la recta agregando solamente una columna más, la de y^2, como se verá en los siguientes ejemplos. Además el numerador y el primer factor del denominador son exactamente los mismo ya calculados para obtener el valor de la pendiente m.

Ejemplo 1: La relación entre el número de semanas (x) de haber comenzado con un negocio y las pérdidas registradas (y) es la mostrada en la siguiente tabla: Obtener su coeficiente de correlación.

x	1	2	3	4	5	6	7
y	12.3	11	9	8	6	5.2	4

Solución: Se trata del mismo problema resuelto en el ejemplo 2 de la página 55. Así que conforme a la experiencia obtenida en el trabajo de capítulos anteriores, por inspección de la fórmula se puede establecer que se requiere elaborar una tabla con cinco columnas, de la siguiente forma:

x	y	xy	x^2	y^2
1	12.3	12.3	1	151.29
2	11	22	4	121
3	9	27	9	81
4	8	32	16	64
5	6	30	25	36
6	5.2	31.2	36	27.04
7	4	28	49	16
28	55.5	182.5	140	496.33

La 1ª columna encabezada con x; la 2ª columna encabezada con *ye*; la 3ª columna encabezada con xy, la 4ª columna encabezada con x^2 y la 5ª columna encabezada con y^2, de la siguiente manera:

Así que utilizando la fórmula del coeficiente de correlación

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\left[n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2\right]\left[n\sum y^2 - \left(\sum y\right)^2\right]}}$$

sustituyendo:

$$r = \frac{-276.5}{\sqrt{[196]\left[7(496.33) - (55.5)^2\right]}}$$

Recordar que el numerador y el primer factor de la raíz cuadrada del denominador son los mismos ya calculados en el ejemplo 2 de las páginas 55 - 56 para la pendiente m, por lo que ya solamente se copiaron dichos valores.

$$r = -0.994$$

El valor obtenido es negativo porque la recta tiene pendiente negativa y además es su valor absoluto está muy cercano al 1, lo que significa que los puntos están realmente muy cercanos a la recta calculada.

Ejemplo 2: La relación entre el número de árboles de limón (x) existentes en un huerto y los kilogramos de limón cosechados (y) es la mostrada en la siguiente tabla. Obtener su coeficiente de correlación.

x	1	2	3	4	5	6	7
y	12	24	36	48	60	72	84

Solución: Conforme a la experiencia obtenida en el trabajo de capítulos anteriores, por inspección de la fórmula se puede establecer que se requiere elaborar una tabla con cinco columnas, de la siguiente forma:

La 1ª columna encabezada con x; la 2ª columna encabezada con ye; la 3ª columna encabezada con xy, la 4ª columna encabezada con x^2 y la 5ª columna encabezada con y^2, de la siguiente manera:

x	y	xy	x^2	y^2
1	12	12	1	144
2	24	48	4	576
3	36	108	9	1296
4	48	192	16	2304
5	60	300	25	3600
6	72	432	36	5184
7	84	588	49	7056
28	336	1680	140	20160

Así que utilizando la fórmula del coeficiente de correlación

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\left[n\sum x^2 - \left(\sum x\right)^2\right]\left[n\sum y^2 - \left(\sum y\right)^2\right]}}$$

sustituyendo:

$$r = \frac{7(1680) - (28)(336)}{\sqrt{\left[7(140) - (28)^2\right]\left[7(20160) - (336)^2\right]}}$$

$$r = \frac{11\ 760 - 9408}{\sqrt{(980 - 784)(141120 - 112896)}}$$

$$r = \frac{2352}{\sqrt{5\ 531\ 904}}$$

$$r = 1$$

El valor obtenido es 1, lo que significa que todos los puntos están sobre la recta calculada. Ver figura 5.6.

En casos así se ha hecho un trabajo inútil porque siempre que $r = 1$ se trata de datos que están regidos por una ley natural o por una regla obviamente establecida. Por ejemplo, si un refresco vale \$12.00, es pérdida de tiempo hacer una tabla con el valor de 3, 4, 6, etc. refrescos, pues basta multiplicar por el costo unitario, o sea 12.

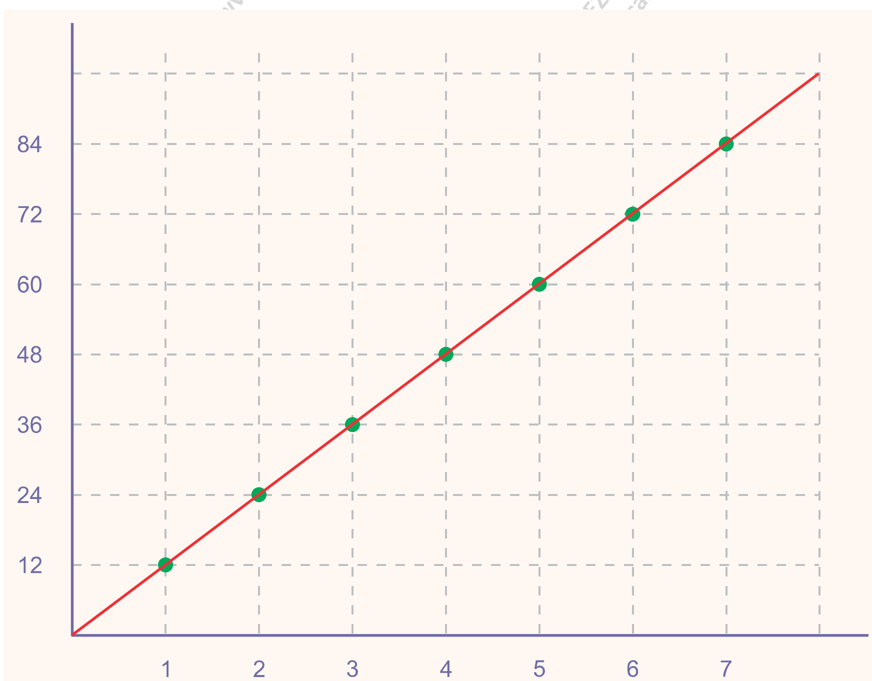

figura 5.6

CUESTIONARIO 17

1) Se realizó una encuesta en diversas familias para relacionar el número de hijos en la familia (x) con el porcentaje de gastos médicos realizados al mes (y), la cual se muestra en la siguiente tabla:

	hijos x	% de gastos y
familia Carranza	0	1 %
familia Corrales	1	4.6 %
familia Benítez	1	4.7 %
familia Dávila	1	5 %
familia Méndez	1	5.1 %
familia Obregón	2	8.9 %
familia Reyes	2	9 %
familia Jiménez	3	13 %
familia Ballesteros	4	17.1 %
familia Uribe	4	17.2 %
familia Zavala	5	20.8 %
familia Quiñones	5	21 %
familia Ruiz	5	21.1 %
familia Hernández	6	25 %

a) ¿Qué porcentaje de gastos médicos puede esperarse de una familia con 11 hijos?

b) Si una familia tiene un gasto aproximado del 40%, ¿Cuántos hijos se espera que tenga?

c) Calcular r.

2) En una encuesta realizada en diversas familias para relacionar el número de hijos en la familia (x) con el porcentaje de gastos en ropa realizados al mes (y), se obtuvieron los datos que se muestran en la siguiente tabla:

	hijos x	% de gastos y
familia Calderón	1	1 %
familia Corrales	1	2 %
familia Benítez	1	4.3 %
familia Durango	1	4.5 %
familia Mondragón	1	3.1 %
familia Olvera	2	8.9 %
familia Reyes	2	9 %
familia Justiniani	3	14 %
familia Balbuena	3	17.9 %
familia Uribe	4	20 %
familia Zavala	4	23 %
familia Quiñones	4	26 %
familia Rentería	5	31.1 %
familia Hernández	5	30 %
familia Ocaranza	6	37 %

a) ¿Qué porcentaje de gastos en ropa puede esperarse de una familia con 10 hijos?

b) Si una familia tiene un gasto aproximado del 51%, ¿Cuántos hijos se espera que tenga?

c) Calcular r.

3) Se hizo un estudio en una fábrica para relacionar el número de enfermedades al año (x) de cada trabajador con el porcentaje de rendimiento en el trabajo (y), obteniéndose los datos que se muestran en la siguiente tabla:

	número de enfermedades x	% de rendimiento y
Ismael Carranza Z.	0	100 %
José Benito Corrales Y.	0	96.6 %
Ramón Benítez F.	0	94.7
Marco Dávila G.	1	91 %
Estanislao Méndez M.	1	88.2 %
Juan Obregón L.	1	90 %
Jesús de la O. Reyes	2	82 %
Arturo Jiménez A.	2	79.1 %
Clemente Ballesteros H.	2	85.7 %
Dionisio Uribe Q.	3	73.2 %
Estanislao Zavala R.	3	73 %
Roberto Quiñones D.	4	64 %
Rubén Ruiz de la T.	4	60.8 %
Fernando Hernández y H.	5	55 %

a) Si un trabajador tiene un rendimiento aproximado de 10 %, ¿Cuántas enfermedades al año se espera que tenga?

b) ¿Qué porcentaje de rendimiento puede esperarse de un trabajador que se enferme siete veces durante el año?

c) Calcular r.

4) Se realizó una encuesta en una fábrica para relacionar el número de años de experiencia de cada trabajador (x) con el porcentaje de eficiencia en el trabajo (y), la cual se muestra en la siguiente tabla:

	antigüedad x	% de eficiencia y
Ismael Carranza Juárez	0	50 %
José Benito Corrales S.	0	53.6 %
Ramón Benítez de la H.	0	55.7 %
Marcos Durán Dávila	1	57 %
Estanislao Méndez Méndez	1	58 %
Juan Carlos Obregón T.	1	57 %
Jesús de la O. Reyes P.	2	60.5 %
Arturo Jiménez J.	2	61 %
Clemente Ballesteros J.	2	61 %
Dionisio Uribe Suarez	3	65.2 %
Esteban Suarez de la F.	3	68.1 %
Roberto Arturo Quiñones	4	69.2 %
Rubén Ruiz y Garza	4	69 %
Fernando Hernández U.	5	69 %
Francisco Ocaranza L.	5	73 %

a) ¿Qué porcentaje de rendimiento puede esperarse de un empleado con 7 años de experiencia en el trabajo?

b) Si se desea que los trabajadores alcancen un rendimiento aproximado del 90%, ¿Cuántos años de experiencia laboral debe esperarse que tengan?

c) Calcular r.

5) En una fábrica de combustible se hizo un estudio en 15 vehículos de la misma marca y modelo para relacionar la velocidad (x) en km/h con el gasto de combustible (y) en litros por kilómetro, la cual se muestra en la siguiente tabla:

	velocidad (km/h) x	consumo de combustible
vehículo 1	4.35	5
vehículo 2	10	4.66
vehículo 3	15	4.51
vehículo 4	15	4.46
vehículo 5	15	4.36
vehículo 6	20	4
vehículo 7	20	3.95
vehículo 8	20	4.06
vehículo 9	25	3.77
vehículo 10	25	3.86
vehículo 11	30	3.61
vehículo 12	30	3.2
vehículo 13	35	3.17
vehículo 14	35	3.15
vehículo 15	40	2.87

a) Si una vehículo gasta 1 litro por kilómetro, ¿A qué velocidad debe correr aproximadamente para lograr ese consumo?
b) ¿Qué gasto de combustible puede esperarse de un vehículo cuando corra a la velocidad de 40 km/h?

c) Calcular r.

6) Se realizó una encuesta en diferentes ciudades de un país para relacionar el grado de contaminación ambiental (x) en imecas con el porcentaje de población afectado de las vías respiratorias (y), la cual se muestra en la siguiente tabla:

	imecas x	% de población afectada
población 1	45	2 %
población 2	45	1.5 %
población 3	50	4 %
población 4	55	6 %
población 5	65	9 %
población 6	65	10 %
población 7	70	11 %
población 8	70	12 %
población 9	70	13 %
población 10	75	13 %
población 11	80	16 %
población 12	90	21 %
población 13	95	22 %
población 14	95	25 %

a) Si una población alcanza 150 imecas, ¿Qué porcentaje de su `población es de esperarse que padezca de las vías respiratorias?

b) Si una población tiene el 60% de enfermos de las vías respiratorias, ¿Qué grado de contaminación es de suponerse que tenga?

c) Calcular r.

7) Para relacionar el número de cigarros fumados al día por persona (x) con el porcentaje de habitantes fumadores que adquirieron cáncer pulmonar (y), se realizó una estudio en diferentes ciudades con los siguientes resultados:

	nº de cigarros al día x	fumadores que adquirieron cáncer pulmonar y
población 1	2	15 %
población 2	2	16 %
población 3	3	17.5 %
población 4	3	18 %
población 5	3	18 %
población 6	5	23.5 %
población 7	5	24 %
población 8	10	37.8 %
población 9	10	38 %
población 10	12	42 %
población 11	12	43 %
población 12	12	44 %
población 13	15	52 %
población 14	15	53 %
población 15	20	66.5 %

a) Si una persona fuma 8 cigarros al día, ¿Qué probabilidad tiene de adquirir cáncer pulmonar?

b) Si una persona tiene el 95% de probabilidad de adquirir cáncer pulmonar, ¿Cuántos cigarros al día aproximadamente fuma?

c) Calcular r.

8) Una encuesta en diferentes hogares con el objetivo de relacionar el nivel económico de las familias medido en número de salarios mínimos de ingreso (x) con el número de kilos de basura diarios producidos al consumir comida chatarra (y), arrojó los datos que se muestran en la siguiente tabla:

	ingreso en salarios mínimos x	kilos de basura al día y
hogar 1	1	8
hogar 2	1	8.5
hogar 3	1.5	7
hogar 4	1.5	6.5
hogar 5	2	6
hogar 6	2	5.8
hogar 7	2	5.5
hogar 8	2.5	5
hogar 9	2.5	4.7
hogar 10	3	3.6
hogar 11	3	3.5
hogar 12	3.5	2.5
hogar 13	3.5	2.2
hogar 14	4	2
hogar 15	4	1.7

a) Si una familia tiene un ingreso de 6 salarios mínimos, ¿Cuántos kilos de basura producidos por el consumo de comida chatarra es de esperarse que tiren?

b) Si una familia produce 4 kilos diarios de basura de desperdicios de comida chatarra, ¿De cuántos salarios mínimos de ingresos es de esperarse que sea su nivel de vida?

c) Calcular r.

9) Las higuerillas crecen mejor en aguas contaminadas, por lo que se realizó un estudio en diferentes ríos con aguas contaminadas para relacionar el número de higuerillas (x) que crecen en sus riveras por cada 5 kilómetros, con el grado de contaminación de las aguas (y), la cual se muestra en la siguiente tabla:

	número de higuerillas x	grado de contaminación y
río 1	6	1
río 2	11	2
río 3	28	5
río 4	30	5
río 5	31	5
río 6	48	8
río 7	50	9
río 8	60	10
río 9	65	10
río 10	88	15
río 11	90	15
río 12	90	16
río 13	96	16
río 14	115	20
río 15	120	20

a) Si en un río se localizan 225 higuerillas a lo largo de 5 kilómetros, ¿Qué porcentaje de contaminación en sus aguas es de esperarse?

b) Para un río cuyas aguas estén contaminadas al 70%, ¿Cuántos higuerillas puede esperarse que se encuentren en su rivera por cada 5 km?

c) Calcular r.