REALIDADES DEL CUADRADO DE PEARSON SIMPLE, COMPUESTO Y EL AGREGADO

MVZ EPAB Alejandro Zalapa Ríos*. 2010. Engormix.com.
*Especialista en Producción Animal de Bovinos,
Michoacan de Ocampo, México.
www.produccion-animal.com.ar

Volver a: Composición de los alimentos y requerimientos de los animales

El presente artículo narrado con esta la experiencia de campo y el respaldo de conocer la aplicación del cuadrado de Pearson, o Pearson Square, en teoría. Ligada a un ejemplo imaginario, que es una forma sencilla de trabajar en campo, esta herramienta la uso mucho con un GGAVATT (Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología) llamado "San Felipe de Los Herreros" de la misma comunidad, del Municipio De Charapan, Michoacán México, donde la mayoría de los ganaderos se dedican a realizar engordas de becerro en pequeña escala de 1 hasta 15 animales.

Sabemos del cuadrado de Pearson que es una herramienta muy sencilla y especial para balancear raciones, con relativas limitaciones. La técnica consiste en realizar un cuadro donde en el extremo superior izquierdo, se marca el nombre del producto a balancear y su contenido del nutriente deseado, en el extremo inferior se pone el nombre de otro producto deseado a combinar y su valor del nutriente respectivo. En el centro se pone el valor deseado del nutriente. Para que se cumpla la regla debe haber un valor mayor y uno menor, esto es lógico, no podrías alcanzar un 12% de proteína, con dos ingredientes que posean un 9%. Ejemplo de Planteamiento con proteína cruda.

Cuadro 1.-

Pollinaza	25	11.1
Mazorca molida de maíz y rastrojo	7.8	

En la segunda parte se resta el valor del nutriente en el ingrediente, y se marca como valor positivo, ¿porque con positivo? porque generalmente es un espacio que aunque aquí no se observa, al realizarlo en su concepto grafico, ambos valores ocupan un espacio positivo (Trujillo FV 1979). Para posteriormente considerar la suma como parte de un 100% y ambas fracciones por lógica, la parte que representen de ese 100%.

Cuadro 2.-

Pollinaza	25	11.1	3.3	19.1860465	
mazorca molida de maíz y rastrojo	7.8		13.9	80.8139535	100

Aquí en este ejemplo observamos que la Pollinaza contiene 25% de Proteína Cruda, la mazorca molida y rastrojo contiene 7.8% de PC y se requiere para una engorda de Becerros el 11.1% de PC (NRC 1968), al sumar los valores en forma cruzada, considerando las restas como quedan acomodadas, así pues al restar 25 (PC) de pollinaza a 11.1 el requerimiento, nos queda 13.9, que se resto cruzado y por lo tanto ya no corresponderá a la Pollinaza, sino a su contrario que aquí es Mazorca de Maíz con rastrojo. Vemos en esta ecuación que con 3.3 partes, Kg., libras o la unidad que usemos de pollinaza y 13.9 partes de mazorca de maíz molido, la ración nos quedara con 11.1% de PC. Generalmente la expresión no termina aquí, en la mayoría de los casos, estos valores se porcentualizan. En este caso 3.3 partes más 13.9 partes suman 17.2 partes, este sería el 100%, de ahí que tendríamos que despejar 2 incógnitas, que porcentaje es 3.3 de 17.2 y que porcentaje es 13.9 de 17.2. Así en regla de 3 17.2=100 y 3.3=X, 3.3 se multiplica por 100 (330) y se divide entre 17.2 = 19.186% de Pollinaza, el otro porcentaje se obtiene por resta de 100-19.186 o por un procedimiento idéntico de la regla de 3, lógicamente remplazando las 3.3 partes por las 13.9 de la mazorca con rastrojo. Y nos da 80.814 %, ambos sumaran 100%.

El último paso del cuadrado de Pearson simple es el de comprobación. En este caso se tendrán que multiplicar los porcentajes del ingrediente en la ración, por el valor de la PC en cada ingrediente y dividirse entre 100. Posteriormente sumarse.

En el siguiente ejemplo, se multiplico 25 por 19.186, para detectar la cantidad de proteína que aporta la pollinaza que es 4.796% y se multiplico 7.8 por 80.813 que nos dio 6.303, que es él % de proteína que aporta la mazorca molida de maíz con rastrojo, ambas suman 11.1% requerido.

Cuadro 3.-

Pollinaza	25	11.1	3.3	19.1860465	4.79651163
Mazorca molida de maíz y rastrojo	7.8		13.9	80.8139535	6.30348837
					11.1

Esta es la concepción antigua y muy general del cuadrado de Pearson, lo que limita su uso en campo. Lees: **Cuadrado de Pearson 2 ingredientes 1 nutriente**. En automático nos bloqueamos y decimos no es una herramienta que satisfaga mis necesidades.

Siempre que me preguntan ¿sabes manejar Excel? (Hoja de cálculo electrónica), les contesto con otra pregunta ¿sabes hacer los cálculos básicos de matemáticas?, no es Excel, es la persona, el programa es una herramienta, como saber usar una pala, un martillo, una garlopa, etc. así el cuadrado de Pearson es una simple herramienta, debes preguntarte que puedes hacer con ella.

Cuadro 4.- Base de datos

Nº	Ingredientes	MS	PC
1	pasta de soya	89.00	49.90
2	concentrado 33	86.00	33.00
3	pollinaza	85.00	25.00
4	salvado de trigo	89.00	17.10
5	avena grano	89.00	13.30
6	maíz grano	88.00	10.00
7	sorgo grano	88.00	9.40
8	mazorca molida de maíz	87.00	9.00
9	ensilaje maíz con todo el elote	33.00	8.10
10	rastrojo de maíz	85.00	6.60
11	melaza de caña	75.00	5.80
12	paja de avena	92.00	4.40
	Necesidades nutritivas	7.2 Kg/día	11.1

Hay una técnica que no he visto usarla de tal manera y por tal motivo digo que la he desarrollado en mi trabajo de campo y oficina, y a la cual quisiera llamarle Cuadrado de Pearson agregado. Es solo imaginación para hacer más versátil tan valiosa herramienta.

En esta forma estamos utilizando 11 de 12 ingredientes, ver la base de datos.

Cuadro 5.-

Nº	Ingrediente	PC	Req.	partes	%
1	pasta de soya	49.9	11.1	4.50	0.10
	rastrojo de maíz	6.6		38.80	0.90
2	concentrado 33	33	11.1	1.10	0.05
	maíz grano	10		21.90	0.95
3	Salvado de trigo	17.1	11.1	1.70	0.22
	sorgo grano	9.4		6.00	0.78
4	avena grano	13.3	11.1	6.70	0.75
	paja de avena	4.4		2.20	0.25
5	pollinaza	25	11.1	2.10	0.13
	mazorca molida de maíz	9		13.90	0.87
6	pollinaza	25	11.1	4.50	0.24
	rastrojo de maíz	6.6		14.90	0.76
7	concentrado 33	33	11.1	5.30	0.19
	melaza de caña	5.8		21.90	0.81
	total				7.00

Este planteamiento rompería el esquema de uso del cuadrado de Pearson, sin embargo puede más el ingenio, veamos como plantear cuadrados de Pearson agregados, solo son uno sobre otro, y al final se divide entre el número de cuadrados o porcentajes según se desee.

Estamos incluyendo 11 ingredientes en 7 cuadrados de Pearson agregados como se observa, cada cuadrado de 2 ingredientes y un nutriente es un instrumento que porcentualizado en la última columna, nos da 100, o sea cada cuadrado es independiente hasta donde observamos esta parte, abajo al ver la suma de valores porcentuales o más bien la suma de unidades como se tomo en este caso cada Pearson nos da un total de 7 o sea 7 cuadrados de Pearson. El siguiente paso es comprobar que en efecto cada cuadrado en individual, nos esté dando el 11.1% deseado.

Si comprobamos cada cuadrado en individual lo veríamos de la siguiente forma.

Cuadro 6.-

Nº	Ingredientes	PC	Req.	Parte	%	PC/ Ingre.	PC total
1	pasta de soya	49.9	11.1	4.50	0.10	5.19	
	rastrojo de maíz	6.6		38.80	0.90	5.91	11.10
2	concentrado 33	33	11.1	1.10	0.05	1.58	
	maíz grano	10		21.90	0.95	9.52	11.10
3	Salvado de trigo	17.1	11.1	1.70	0.22	3.78	
	sorgo grano	9.4		6.00	0.78	7.32	11.10
4	avena grano	13.3	11.1	6.70	0.75	10.01	
	paja de avena	4.4		2.20	0.25	1.09	11.10
5	pollinaza	25	11.1	2.10	0.13	3.28	
	mazorca molida de maíz	9		13.90	0.87	7.82	11.10
6	pollinaza	25	11.1	4.50	0.24	6.11	
	rastrojo de maíz	6.6		13.90	0.76	4.99	11.10
7	concentrado 33	33	11.1	5.30	0.19	6.43	
	melaza de caña	5.8		21.90	0.81	4.67	11.10
	total				7.00		

Reiterativamente, aquí vemos como cada uno de los 7 cuadrados de Pearson agregados, cumplen con la regla de estar balanceados al 11.1% de proteína, multiplicando el contenido del ingrediente en el nutriente, por su proporción en la mezcla 1, o sea 49.9 de la pasta de soya por .10 que es su parte en un kilogramo, esto sumado a la multiplicación de 6.6 por .90 que son los respectivos del rastrojo de maíz, el resultado final es de 11.1%, el esperado y así sucesivamente. En el siguiente cuadro, vemos cada valor del cuadrado de Pearson dividido entre 7 o sea 7 Cuadrados de Pearson agregados y observamos como la suma de las proporciones por el contenido en el ingrediente da 11%.

Cuadro 7.-

Nº	Ingrediente	PC	Req.	partes	% en C Pearson Simple	% en C Pearson agregado	PC en ración / ingrediente
1	pasta de soya	49.9	11.1	4.50	0.10	0.01	0.74
	rastrojo de maíz	6.6		38.80	0.90	0.13	0.84
2	concentrado 33	33	11.1	1.10	0.05	0.01	0.23
	maíz grano	10		21.90	0.95	0.14	1.36
3	Salvado de trigo	17.1	11.1	1.70	0.22	0.03	0.54
	sorgo grano	9.4		6.00	0.78	0.11	1.05
4	avena grano	13.3	11.1	6.70	0.75	0.11	1.43
	paja de avena	4.4		2.20	0.25	0.04	0.16
5	pollinaza	25	11.1	2.10	0.13	0.02	0.47
	mazorca molida de maíz	9		13.90	0.87	0.12	1.12
6	pollinaza	25	11.1	4.50	0.24	0.03	0.87
	rastrojo de maíz	6.6		13.90	0.76	0.11	0.71
7	concentrado 33	33	11.1	5.30	0.19	0.03	0.92
	melaza de caña	5.8		21.90	0.81	0.12	0.67
	total				7.00	1.00	11.10

En este cuadro, observamos que es un mito el decir: **Cuadrado de Pearson 2 ingredientes 1 nutriente**. También quiero aclarar que es meramente un ejemplo del uso del Cuadrado de Pearson, si observamos nos arroja

un 12 % de melaza de caña, lo que no es posible nutricionalmente, también nos arroja un 31% de forrajes, lo que no es recomendable, si no mínimo 2 tercios de la ración. Es meramente un cálculo matemático demostrativo. Aunque sería muy largo de re calcular, pero un buen analista podría multiplicar cada cuadrado a su conveniencia, logrando que la suma de los siete diera 1 o 100 según sea el caso. Por ejemplo, podría dividir todos los cuadrados por 14 o doble del 7 (Un múltiplo), lo cual nos daría la mitad de la ración y de ahí, re calcular la otra mitad con los cuadrados que ya tenemos hechos y que nos agraden, como los que tienen forraje u otros.

En el cuadro 7 podemos ver ya el resultado de mezclar 11 ingredientes, con 7 cuadrados de Pearson agregados, primero tenemos la PC por ingrediente, después Req. O Requerimiento, a posterior las partes que compondrían la ración dentro de un Cuadrado de Pearson Simple, en la siguiente celda su respectivo porcentaje, Sumando las fracciones 7 o 7 cuadrados de Pearson simples, en el siguiente cuadro, tenemos el porcentaje de cada ingrediente del cuadrado de Pearson entre /7 y por lógica la suma total nos 1, y en el siguiente cuadro estamos multiplicando el porcentaje de PC de cada ingrediente por el porcentaje del ingrediente en el Cuadrado de Pearson agregado, la suma nos da 11.1% o el requerimiento buscado.

La segunda limitante, que el cuadrado de Pearson es solo para 1 nutriente, hay quienes ya han escrito y bastante, de una técnica llamada Cuadrado de Pearson Modificado o cuadrado de Pearson Compuesto(ICA 2006), esto no es inédito, solo lo voy a explicar a mi manera, deseamos en este caso, además de obtener una ración con 11.1 % de PC, también con 2.61 Mega calorías, por kilogramo de materia seca. 2.61 Mcal/kg. De MS. (NRC Becerros en engorda 1968) Y de esta manera romperíamos el estigma de **Cuadrado de Pearson 2 ingredientes 1 nutriente.** En su segunda aseveración de un nutriente.

Cuadro 7.-

Nº	Ingrediente	% CP Simple	% CP Agregado	EM en Ingred.	EM/ ingrediente	CP Simple	EM/CP Simple
1	pasta de soya	0.103926097	0.014846585	3.29	0.04884527	0.341916859	
	rastrojo de maíz	0.896073903	0.128010558	1.81	0.23169911	1.621893764	1.963811
2	concentrado 33	0.047826087	0.006832298	3.1	0.02118012	0.14826087	
	maíz grano	0.952173913	0.136024845	3.34	0.45432298	3.18026087	3.328522
3	Salvado de trigo	0.220779221	0.031539889	2.67	0.0842115	0.589480519	
	sorgo grano	0.779220779	0.111317254	3.12	0.34730983	2.431168831	3.020649
4	avena grano	0.752808989	0.107544141	2.98	0.32048154	2.243370787	
	paja de avena	0.247191011	0.035313002	1.78	0.06285714	0.44	2.683371
5	pollinaza	0.13125	0.01875	2.42	0.045375	0.317625	
	mazorca molida de maíz	0.86875	0.124107143	3.25	0.40334821	2.8234375	3.141063
6	pollinaza	0.244565217	0.034937888	2.42	0.08454969	0.591847826	
	rastrojo de maíz	0.755434783	0.107919255	1.81	0.19533385	1.367336957	1.959185
7	concentrado 33	0.194852941	0.027836134	3.1	0.08629202	0.604044118	
	melaza de caña	0.805147059	0.115021008	2.76	0.31745798	2.222205882	2.82625
	total	7	1	2.61	2.70326425		

En la primera columna del cuadro 7 encontramos el número ordinario, en la segunda el ingrediente, en la tercera, los % de concentración por ingrediente en los cuadrados de Pearson simple. En la tercera encontramos la concentración de ingredientes en el Cuadrado de Pearson agregado, y de al siguiente encontramos la Energía Metabolizable que contiene cada ingrediente por Kilogramo de Materia Seca. Después obtenemos en la siguiente columna, los aportes por ingrediente del nutriente deseado EM, que nos arroja un total de 2.703, contra 2.61 deseado. Como excede el requerimiento, lo cual puede provocar mayor gasto o que los animales disminuyan su consumo en MS y no consuman los niveles deseados de los demás nutrientes, entonces tendremos que buscar entre las mezclas ya hechas una que sea la menor en cuanto a EM, y en la siguiente columna vemos los aportes de EM de acuerdo a los Cuadrados de Pearson simples, observando las sumas en la última columna. Aquí observamos que la mezcla más baja en EM es la de pollinaza y Rastrojo de maíz. Que es de 1.959.

Procedemos a realizar un Pearson donde calculemos la Mezcla total o Mix T, con 2.703, Mcal de EM/Kg. Contra la Mezcla 6 o Mix 6 que contiene 1.959 Mcal de EM, para obtener el deseado de 2.61 Mcal de EM/Kg. De MS.

Se observa en este cuadro, que para obtener 2.61 Mcal de EM/Kg. De MS. Se requieren .875 partes de la ración llamada Cuadrado de Pearson agregado y .125 partes de el Cuadrado de Pearson simple número 6.

Cuadro 8.-

Mix T	2.703	2.61	0.65	0.87483176
Mix 6	1.96		0.093	0.12516824
				1

Se observa en la presente tabla (9), que los valores de la mezcla Mix T. o Cuadrado de Pearson agregado se ajustaron a .875 del cuadrado de Pearson simple para calcular EM. Del cuadro 8, al final esta mezcla nos da 2.364 Mcal. De EM/Kg. De MS. En .875 Kg. De MS de la ración total. Ahora habría que calcular la ración restante, en la cual, el cuadrado de Pearson 6 compuesto por 24% de pollinaza y 76% de Rastrojo. En ellas se considera como 1, o sea la cantidad restante de la ración que es .125 se multiplica por los porcentajes respectivos en la ración, después por su contenido bruto de EM y se suma a los contenidos totales de EM.

Cuadro 9.- Mix T ajustada a .875

Ingrediente	% CP Agregado	% con factor de corrección	EM ingred	EM en ración Mix T	EM en ración Factor corrección 1
pasta de soya	0.01	0.012988264	3.29	0.04884527	0.04273139
rastrojo de maíz	0.13	0.111987701	1.81	0.23169911	0.202697739
concentrado 33	0.01	0.005977111	3.10	0.02118012	0.018529045
maíz grano	0.14	0.118998854	3.34	0.45432298	0.397456173
Salvado de trigo	0.03	0.027592096	2.67	0.0842115	0.073670897
sorgo grano	0.11	0.097383869	3.12	0.34730983	0.303837672
avena grano	0.11	0.09408303	2.98	0.32048154	0.280367431
paja de avena	0.04	0.030892935	1.78	0.06285714	0.054989425
pollinaza	0.02	0.016403096	2.42	0.045375	0.039695491
mazorca molida de maíz	0.12	0.10857287	3.25	0.40334821	0.352861828
pollinaza	0.03	0.030564774	2.42	0.08454969	0.073966754
rastrojo de maíz	0.11	0.094411191	1.81	0.19533385	0.170884257
concentrado 33	0.03	0.024351934	3.10	0.08629202	0.075490997
melaza de caña	0.12	0.100624031	2.76	0.31745798	0.277722326
	1.00	0.87483176		2.70326425	2.364901426

Cuadro 10.- Mix 6 ajustada a 0.125.

Ingrediente	% en Mix 6	% en ración ajustada	EM Ing	EM en ración mix 6	EM en ración ajustada
pollinaza	0.24	0.03	2.42	0.5808	0.072697712
rastrojo de maíz	0.76	0.09512786	1.81	1.3756	0.172181427
Total		0.125168237		1.9564	0.244879139

En la segunda ración ajustada a .125 partes de un total, obtenemos los datos anteriores, donde al final obtenemos .245 Mcal de EM/kg. De MS, que si se suma al anterior del cuadro 9 que es de 2.365, obtendremos, 2.6097, Kg. De EM/Kg. De ración total.

Solo faltaría finalizar la comprobación en un ajuste de ingredientes, o sea sumar las fracciones y comprobar nutrientes.

Cuadro 11.- Base de datos

Nº	Ingrediente	MS	MS Pearson agregado	MS Factor Corrección 0.874831763122476	MS Factor corrección 0.125168236877524	MS total	PC	PC/ ing	EM Mcal /kg	EM Ing
1	pasta de soya	89.00	0.01	0.01		0.01	49.90	0.65	3.29	0.04
2	concentrado 33	86.00	0.03	0.03		0.03	33.00	1.00	3.10	0.09
3	pollinaza	85.00	0.05	0.05	0.03	0.08	25.00	1.93	2.42	0.19
4	Salvado de trigo	89.00	0.03	0.03		0.03	17.10	0.47	2.67	0.07
5	avena grano	89.00	0.11	0.09		0.09	13.30	1.25	2.98	0.28
6	maíz grano	88.00	0.14	0.12		0.12	10.00	1.19	3.34	0.40
7	sorgo grano	88.00	0.11	0.10		0.10	9.40	0.92	3.12	0.30
8	mazorca molida de maíz	87.00	0.12	0.11		0.11	9.00	0.98	3.25	0.35
9	ensilaje maíz con todo el elote	33.00	0.00	0.00		0.00	8.10	0.00	2.67	0.00
10	rastrojo de maíz	85.00	0.24	0.21	0.10	0.30	6.60	1.99	1.81	0.55
11	melaza de caña	75.00	0.12	0.10		0.10	5.80	0.58	2.76	0.28
12	paja de avena	92.00	0.04	0.03		0.03	4.40	0.14	1.78	0.05
	Necesidades nutritivas	7.2 Kg/día	1.00	0.87	0.13	1.00	11.1	11.09	2.61	2.61

Al final, observamos que se satisface una ración con 11 ingredientes, y 2 nutrientes y queda expresado en Materia seca y base húmeda como a continuación se describe.

Cuadro 12.- Concentraciones

Nº	Ingrediente	MS	por 1 Kg.	%	% BH
1	pasta de soya	89.00	0.012988	1.29882644	1.4593555
2	concentrado 33	86.00	0.030329	3.0329046	3.5266333
3	pollinaza	85.00	0.077008	7.70082467	9.0597937
4	Salvado de trigo	89.00	0.027592	2.75920964	3.1002356
5	avena grano	89.00	0.094083	9.40830307	10.571127
6	maíz grano	88.00	0.118999	11.8998855	13.522597
7	sorgo grano	88.00	0.097384	9.73838697	11.066349
8	mazorca molida de maíz	87.00	0.108573	10.8572871	12.47964
9	ensilaje maíz con todo el elote	33.00	0	0	0
10	rastrojo de maíz	85.00	0.301527	30.1526754	35.473736
11	melaza de caña	75.00	0.100624	10.0624032	13.416538
12	paja de avena	92.00	0.030893	3.08929355	3.3579278

Este es un ejercicio complicado, porque su objetivo fue mostrar que si se puede usar el Cuadrado de Pearson más allá de 2 ingredientes y un nutriente, comúnmente no nos enfrentamos a este problema, sobre todo en bovinos, casi siempre hablamos de 4 a 5 ingredientes y 2 nutrientes, esa es mi experiencia en campo, y con libreta, lapicero y una calculadora simple, podemos resolver problemas en campo. Espero poder publicar un artículo práctico de lo que hago a nivel rural, un ejemplo que si está sentado en la realidad.

En este caso no nos interesan reglas de funcionamiento, aunque sea redundante, nunca sobran las aclaraciones, aquí hay mucha melaza, poco forraje grosero, y no estoy checando el nivel de NNP, sin embargo no es el objetivo del presente trabajo, pásenlo por alto, solo observen el procedimiento y todo lo que se puede hacer con esta simple pero mágica herramienta.

Este articulo está dedicado a los profesionales y técnicos del ramo, que trabajamos en campo, es complejo porque pretendo ir de lo complejo a lo simple, cuando ya hablamos de pocos ingredientes o remezclas como con-

centrados comerciales, contra forrajes groseros y granos, el procedimiento se convierte en algo sencillo.

También hay por ahí algunos Softwares del cuadrado de Pearson, yo tengo uno llamado Sq. El cual ingresas requerimiento, contenido, tecleas calcular y te aparecen partes y porcentajes.

No desconocemos que actualmente existen métodos como el Solver de Microsoft office en Excel, software basados en el método Simplex minimizando costos, sin embargo para mi gusto y mi experiencia el cuadrado de Pearson en campo es Mágico.

Volver a: Composición de los alimentos y requerimientos de los animales