

# UN ENFOQUE DE INVESTIGACION AGRONOMICA EN BASE A LA DESCOMPOSICION DEL RENDIMIENTO EN COMPONENTES: APLICACIONES AL CULTIVO DE TRIGO

Cresencio CALLE (1)  
Nicolas GERMAIN (2)

El manejo de la producción de los cereales está fundamentalmente basado en el conocimiento de los factores y condiciones que intervienen en el proceso de producción, identificando aquellos que limitan el rendimiento.

Sébillotte (1987) denominó "agrofisiología" al conjunto de conocimientos al nivel fisiológico para analizar la elaboración del rendimiento, que permite mostrar relaciones más integrales respecto a las interacciones clima - terreno - técnicas y el cultivo.

Se concibe por tanto un esquema de análisis y de diagnóstico para identificar, en cada fase del cultivo, los factores y condiciones que limitan la elaboración del rendimiento, en relación con el estado del medio y el sistema de cultivo (Fig. 1).

El objetivo del presente enfoque es identificar la importancia relativa de cada uno de los componentes en la elaboración del rendimiento, y los factores y condiciones que limitan la formación de los componentes del rendimiento.

## Definiciones

El producto de los componentes de rendimiento es un concepto relativamente antiguo. Fue puesto en términos racionales por Grafius (1965). Son "componentes del rendimiento" el resultado de una descomposición matemática del rendimiento, donde éste resulta de la multiplicación acumulativa de una demografía de órganos por el peso del último. Así, en el caso del trigo, el rendimiento se descompone en el producto del peso de 1 grano (muchas veces expresado por el peso de 1000 granos) por el número

de granos por unidad muestral ( $m^2$ ), esta segunda "componente" puede también descomponerse en el número de granos por espiga multiplicado por el número de espigas por unidad muestral, que a su vez puede descomponerse en el número de espigas por planta multiplicado por la densidad del cultivo (número de plantas por  $m^2$ ).

No compartimos la definición de los autores para quienes los componentes del rendimiento son "los diversos caracteres de la planta que tienen una influencia directa o indirecta sobre la expresión del rendimiento ...", como el ancho de la hoja bandera.

## Observaciones en Cochabamba

Bajo los anteriores criterios, durante la gestión 1991 en las localidades de San Benito, Tarata y La Tamborada del Departamento de Cochabamba, se establecieron ensayos con 2 densidades de siembra (50 y 100 Kg de semilla/ha) de la variedad Tarata-80 (Calle, 1992). Se observó que el número de espigas/ $m^2$  determina el rendimiento, siendo el peso de 1 grano y el tamaño de las espigas (número de granos por espiga) poco variables. Bajo las condiciones del Valle Alto, es de interés incrementar la densidad de espigas para obtener mayores rendimientos.

Los valores observados de densidades de los cultivos, en las condiciones de las tres localidades, están por debajo de 40 a 80% de los valores esperados en función de la cantidad de semillas sembradas. La profundidad a la que se deposita la semilla en siembra tradicional varía de 18 a 77 mm, siendo difícil estandarizar una profundidad de siembra uniforme y lograr una germinación homogénea.

Se observó un efecto de compensación en el nivel de la elaboración de los componen-

(1) Ing. Agr. Investigador I. Programa Trigo y Cereales Menores IBTA-CHUQUISACA. Casilla 478. Sucre.

(2) Agrónomo del ORSTOM, investigador.

tes, siendo así que bajas poblaciones de plantas se compensan con un mayor número de espigas (cuadro 1). El número de granos/m<sup>2</sup> depende del número de espigas/m<sup>2</sup> y varía en función del nivel de éste. El peso de mil semillas muestra una mayor estabilidad bajo las densidades de siembra, y es afectado por las condiciones prevalentes durante la fase de llenado de grano, siendo susceptible al estrés hídrico y al efecto de heladas en siembras tardías.

### Observaciones en Chuquisaca

En zonas cerealeras de Chuquisaca (Yamparáez, Tarabuco, Lajas y Redención Pampa) en el período agrícola 1992/93, se hicieron seguimientos de la elaboración de los componentes del rendimiento bajo diferentes formas de labranza y distribución de semilla. Los resultados encontrados (IBTA, 1993) confirman lo reportado en el Valle Alto de Cochabamba.

Utilizando una misma cantidad de semilla (100 kg/ha), se encontró que se obtiene un mayor número de plantas/m<sup>2</sup> cuando se realiza una siembra mecánica, obteniéndose entre 180 y 290 plantas/m<sup>2</sup>, siendo ostensiblemente superior a los que se logra con la siembra tradicional (al voleo) cuyos valores fluctúan entre 70 y 90 plantas/m<sup>2</sup>. La mayor población en siembra mecánica se explica por la uniformidad en la profundidad de siembra y la poca pérdida de humedad al momento de la siembra. Los agricultores siembran con menos cantidad de semilla.

Se observó de 280 a 340 espigas/m<sup>2</sup> en el sistema mecanizado, y de 125 a 240 espigas/m<sup>2</sup> en la siembra tradicional. Sin embargo cabe señalar que las bajas poblaciones de plantas se compensan al nivel de densidades de espigas, debido a que la poca competencia permite que éstas macollen más.

Las condiciones prevalentes post-floración, especialmente lo respecto a la disponibilidad hídrica, determinan el peso del grano. Para las localidades de Tarabuco y Yamparáez el valor del peso de mil semillas estuvo alrededor de 43 g, no siendo diferentes entre los sistemas de labranza. Cabe notar en cambio que, para la localidad de Lajas, hubo un fuerte descenso del peso de mil granos, siendo este de 30 g en promedio para los diferentes tratamientos. Este descenso se explica por un largo período de falta de precipitación después de la floración

(50 días). Si se toma en cuenta que se contaba con una población densa de espigas, lo que suscitó una mayor competencia intra específica, el factor alimentación hídrica fue definitivamente limitante.

### Conclusiones

La multiplicación de los respectivos componentes, que se forman cada uno en un período preciso del ciclo del cultivo, constituye una alternativa para el estudio del rendimiento.

Se puede poner en evidencia, a través de la historia de establecimiento de los componentes del rendimiento, la incidencia de las técnicas culturales sobre las diferentes etapas del ciclo. Es así que una variación del sistema de cultivo o del medio modificado por el experimentador ocasionará una variación sobre un componente de rendimiento y, consecuentemente, sobre el rendimiento.

De manera recíproca, en un afán de diagnóstico a partir de constataciones sobre variaciones del rendimiento, se busca el origen de éstas, tomando los componentes como reveladores de condiciones de crecimiento durante su fase de formación.

Este enfoque de investigación agronómica permite organizar la comparación entre parcelas, caracterizar en el tiempo los factores y condiciones que afectan al rendimiento, construir y disponer de referencias y modelos de elaboración del rendimiento.

En el caso de la producción triguera en los valles interandinos de Bolivia, los esfuerzos de la investigación agronómica tendrían que lograr una competencia entre espigas que limitará el tamaño de las espigas cuando la densidad de espigas está alta, y provocará una compensación al nivel del número de granos a llenar entre densidad de espigas y tamaño de espigas. Otros esfuerzos tendrían que dirigirse a la evaluación y a la disminución de los riesgos de sequía durante el llenado del grano, proceso que afecta el peso de 1 grano: estudios agroclimáticos, mejoramiento del enraizamiento, ... . Aparentemente, las condiciones naturales de alimentación hídrica y de nutrición mineral son generalmente menos limitantes que las densidades de cultivo alcanzadas con las dosis sembradas y el manejo de siembra. Entonces la calidad de la siembra parece ser un tema de extensión técnica a promover y reforzar.

## BIBLIOGRAFIA

**CALLE C.C.** 1992. *Componentes de rendimiento y elaboración del rendimiento en el cultivo de trigo cv Tarata-80 y cebada cv San Benito-80*. Tesis Ing. Agr. FCAP UMSS, Cochabamba, Bolivia, 106 p.

**GRAFIUS J.E.** 1965. *A geometry of plant breeding*. Michigan State University, Agr. Exp. St. Res. Bul., 59p.

**IBTA** 1993. *Programa Trigo y Cereales Menores. Informe Técnico anual gestión 1992/93*. E.E.A. San Benito, Cochabamba, Bolivia, 161p.

**SEBILLOTTE M.** 1987. *Interés de la agrofisiología para el razonamiento de los itinerarios técnicos en función de los objetivos de rendimiento*. Traducido del francés por A. Barragan y T. Duchenne. INRA. 29 p.

**Cuadro 1.** Valores medios de los componentes del rendimiento en diferentes localidades para el cultivo de trigo cv. Tarata -80.

LOCALIDAD	50 KG/HA					100 KG/HA				
	NPM2	NEM2	NGM2	PIOG	RDMT	NPM2	NEM2	NGM2	P10G	RDMT
X Sn. Benito 1 s	66 (14) 21	244 (18) 84	6122 (18) 2106	36.5 (18) 6.4	228 (18) 93	81 (14) 14	268 (14) 83	6083 (14) 2184	38.1 (14) 4.3	235 (14) 90
x Sn. Benito 2 s	87 (12) 14	331 (8) 92	6591 (8) 1727	15 (8) 3.2	98 (8) 25.2	128 (12) 20	371 (8) 73	7881 (8) 1986	16.0 (8) 4.1	120 (8) 20.5
x Tarata s	80 (12) 9	228 (6) 57	5863 (6) 1624	30.6 (6) 2.6	179 (6) 56.4	138 (12) 32	297 (6) 95	5881 (6) 2511	31.0 (6) 3.7	220 (5) 28.6
x Tamborada s	76 (18) 36	240 (6) 57	6539 (6) 1648	33.9 (6) 1.9	223 (6) 64.2	86 (18) 33	253 (6) 79	7358 (6) 2553	34 (6) 3.5	256 (6) 110

Los valores entre paréntesis representan el número de observaciones.

x = promedio; S = desviación estandar

NPM2 = número de plantas por metro cuadrado

MEM2 = número de espigas por metro cuadrado

P10G = peso de mil granos (g)

RDMT = rendimiento (g/m<sup>2</sup>)

FASE O ESTADO	Emergencia	Macollaje	Floración	Llenado de grano
---------------	------------	-----------	-----------	------------------

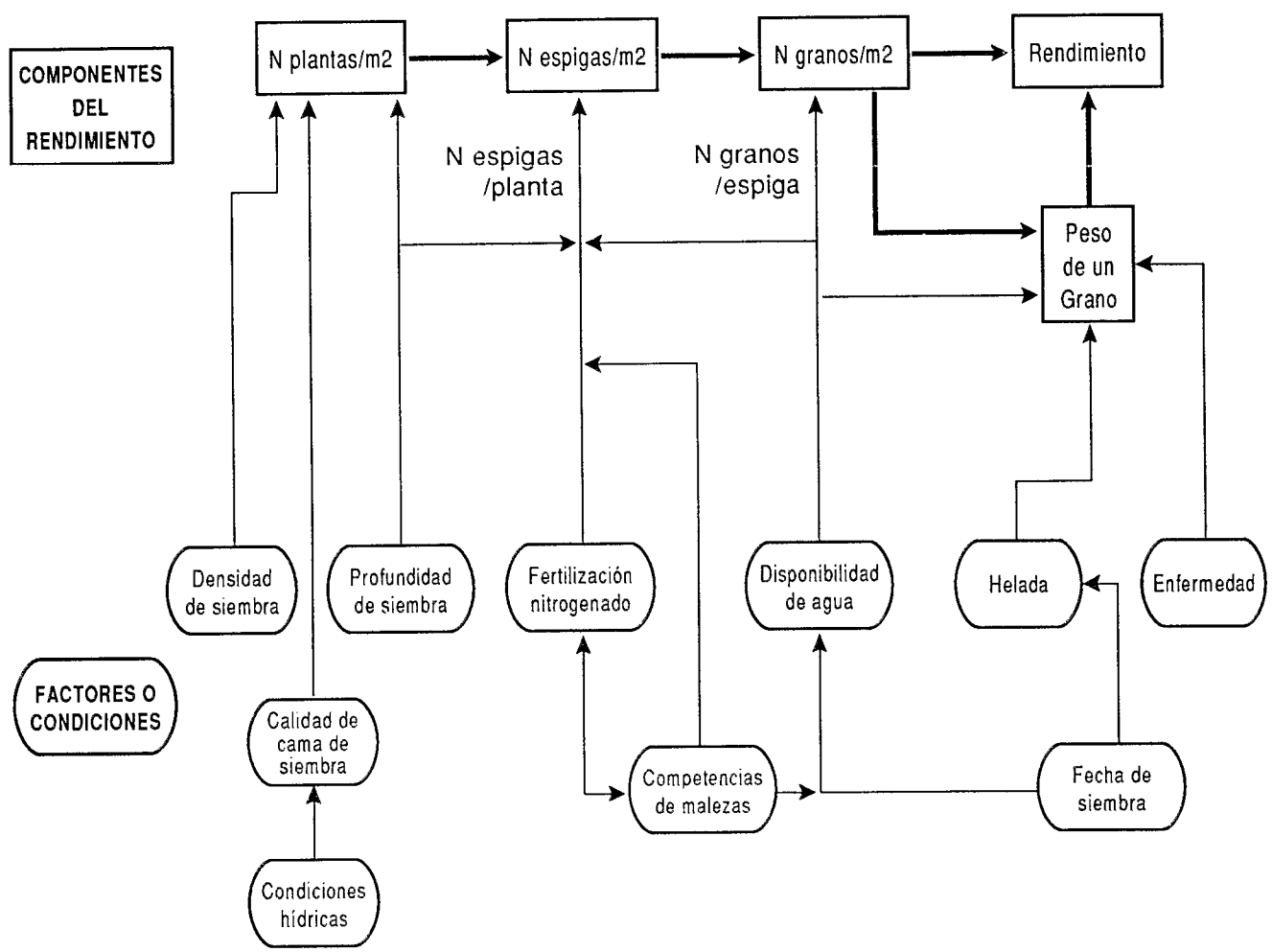
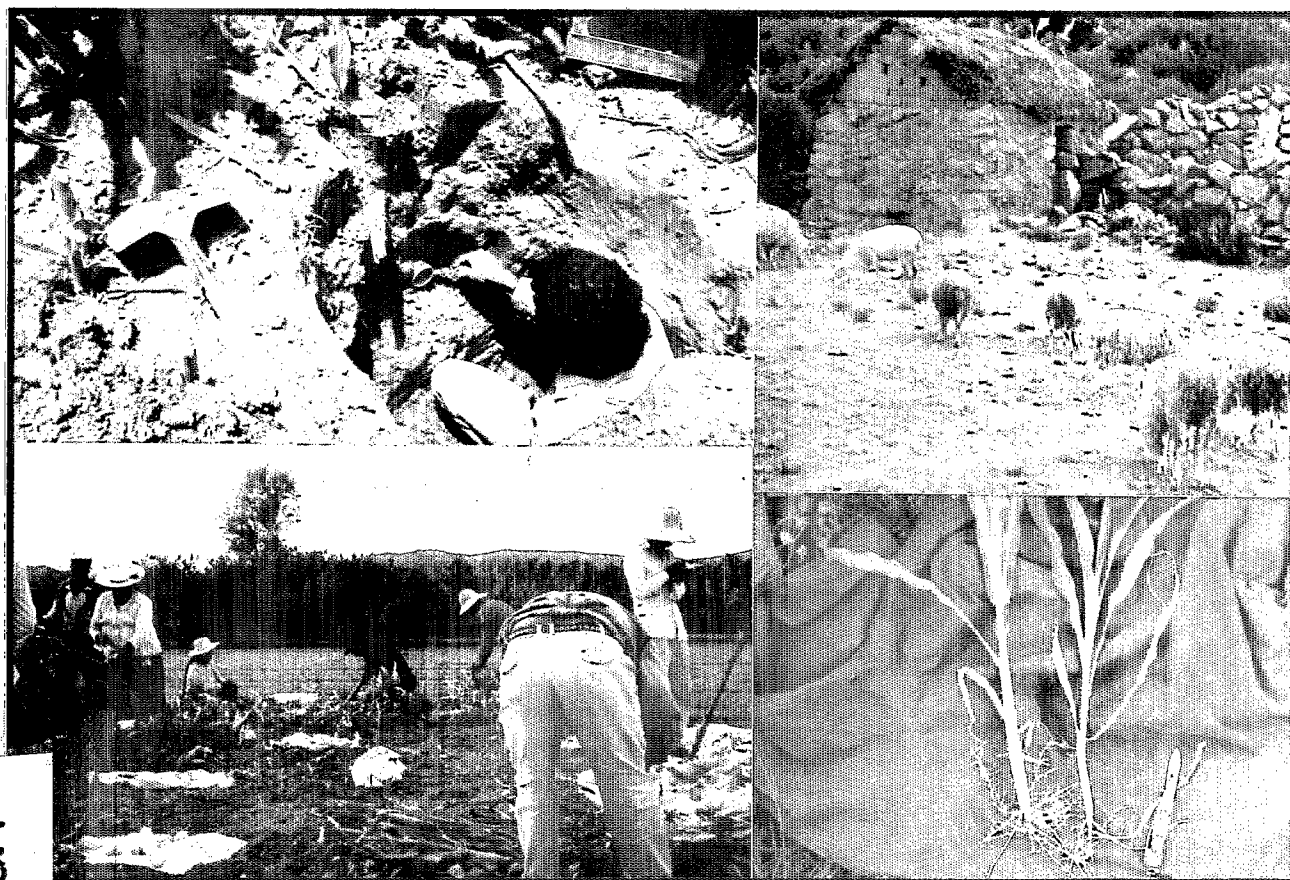


Figura 1: Esquema simplificado de la elaboración del rendimiento del trigo.

# REVISTA DE AGRICULTURA

ORSTOM

Convenio Sistemas de  
Cultivo en la región de Cochabamba



B 41822 - 41828 ex1



Facultad de Ciencias Agrícolas  
Pecuarias, Forestales y Veterinarias  
"Martín Cárdenas"  
Cochabamba - Bolivia

