

Molienda de laboratorio para predecir el comportamiento del trigo a nivel de planta

24 - 25 octubre Jerez de la Frontera (Cádiz)





Mapa de presentación



Presentación del LabMill



Precisión del LabMill



Simplificando la lectura de datos.



Comparación con molino industrial



Mezclando el trigo con el LabMill

LABMILL





Mapa de presentación



Presentación del LabMill



Precisión del LabMill



Simplificando la lectura de datos.



Comparación con molino industrial



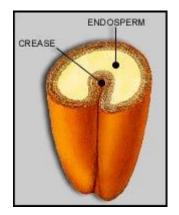
Mezclando el trigo con el LabMill

LABMILL



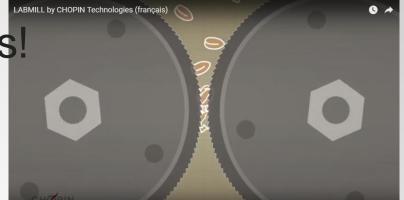


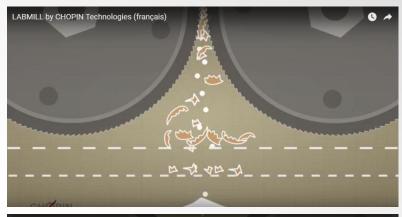
Molienda: una ciencia hecha de varios pasos!

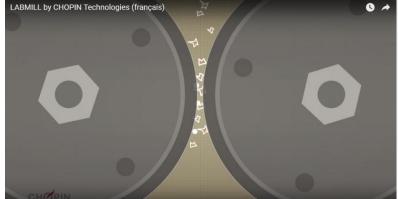


Grano de trigo

- - Para eliminar el salvado y obtener harina blanca, el molinero debe actuar progresivamente.
- - Rodillos ranurados / corrugados
- ✓ Segundo paso = reducción (evitando romper partículas de salvado)
 - Rodillos lisos
- No hay molinos en el mundo que no utilicen rodillos lisos (trigo Hard/soft común).









Economía de la molienda de trigo

¿Cuánto podría ahorrar?

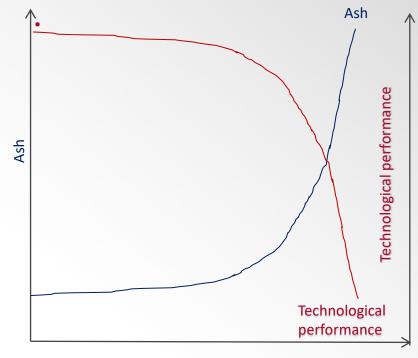
Molino 400 toneladas (trigo) / día

- Precio de la harina: 0,62 € / kg.
- Precio de salvado: 0,25 € / kg.
 - Rendimiento total: 98%.
- · Rendimiento medio de la harina: 78%.

1% extra de extracción de harina significa:

+1476 € / día

+500 000 € / año



Extraction rate



¿Cuál es el objetivo de un molino de laboratorio?







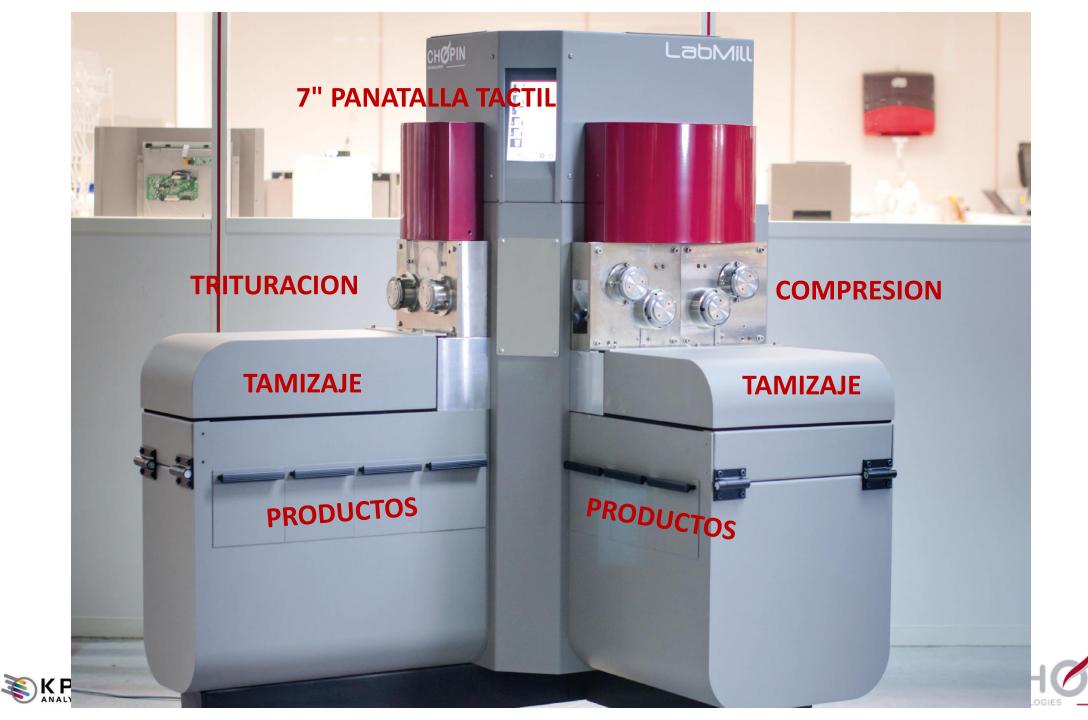
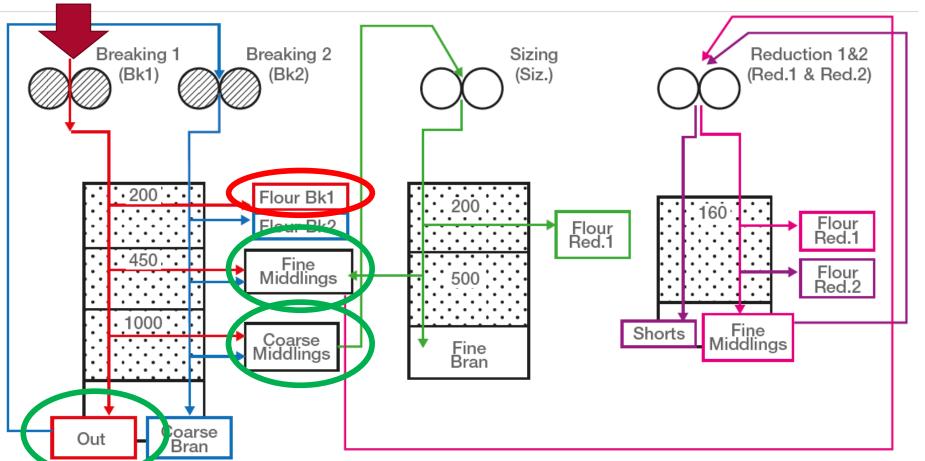


diagrama de Molienda patentado *

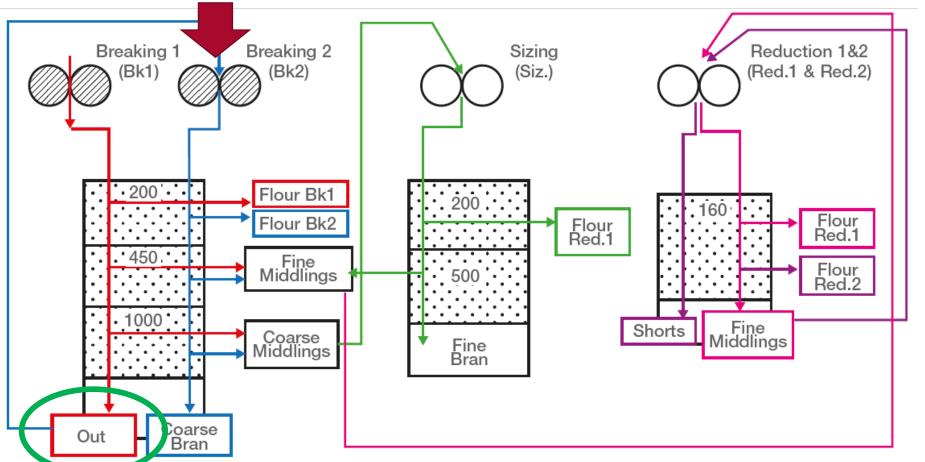


GB	ES
Flour	Harina
Fine Middlings	Semolina fina
Coarse Middlings	Semoina Gruesa
Coarse Bran	Salvado Grueso
Fine Bran	Salvado fino
Breaking	Trituracion
Sizing	Compresion
Reduction	Reduccion

*LabMill estuvo desarrollado dentro del Consortium (AFSA, Arvalis-institut du végétal, ANMF, Danone Vitapole, INRA, IRTAC, Ulice, CHOPIN Technologies).





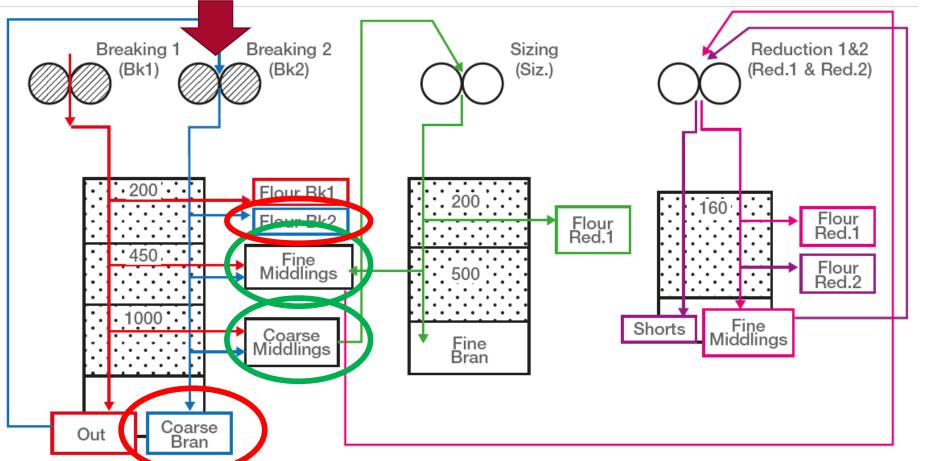


GB	ES				
Flour	Harina				
Fine Middlings	Semolina fina				
Coarse Middlings	Semoina Gruesa				
Coarse Bran	Salvado Grueso				
Fine Bran	Salvado fino				
Breaking	Trituracion				
Sizing	Compresion				
Reduction	Reduccion				

*LabMill was developed within the Milling perfromance Consortium (AFSA, Arvalis-institut du végétal, ANMF, Danone Vitapole, INRA, IRTAC, Ulice, CHOPIN Technologies).





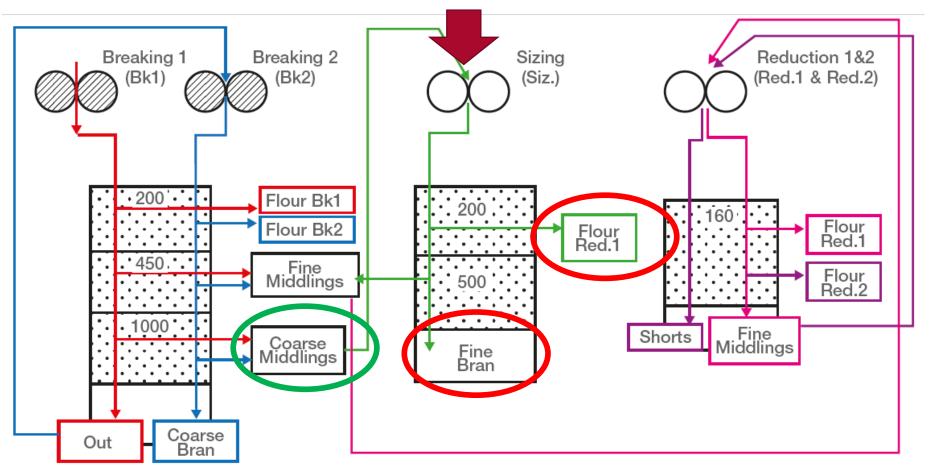


ES
Harina
Semolina fina
Semoina Gruesa
Salvado Grueso
Salvado fino
Trituracion
Compresion
Reduccion







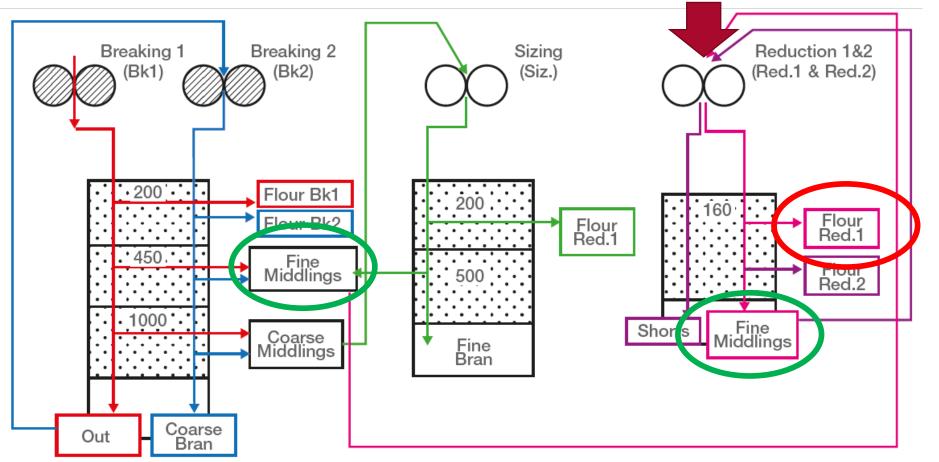


GB	ES
Flour	Harina
Fine Middlings	Semolina fina
Coarse Middlings	Semoina Gruesa
Coarse Bran	Salvado Grueso
Fine Bran	Salvado fino
Breaking	Trituracion
Sizing	Compresion
Reduction	Reduccion



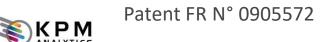






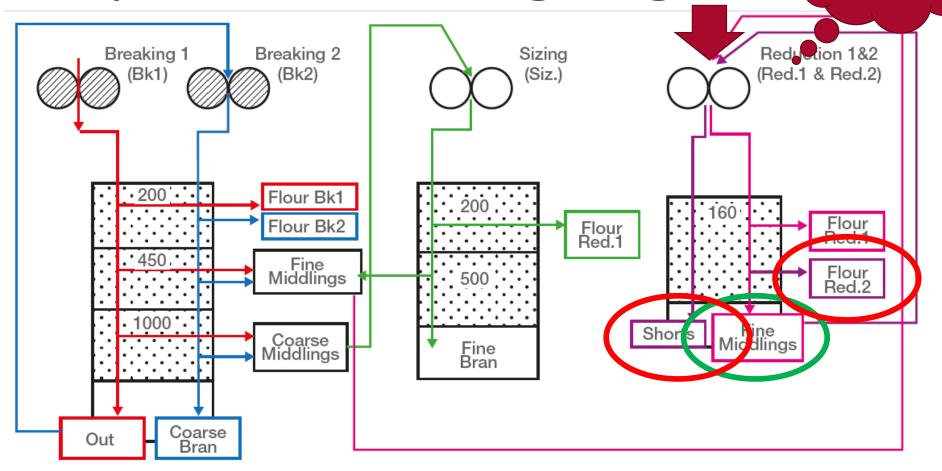
GB	ES
Flour	Harina
Fine Middlings	Semolina fina
Coarse Middlings	Semoina Gruesa
Coarse Bran	Salvado Grueso
Fine Bran	Salvado fino
Breaking	Trituracion
Sizing	Compresion
Reduction	Reduccion







3 reductions are better



GB	ES				
Flour	Harina				
Fine Middlings	Semolina fina				
Coarse Middlings	Semoina Gruesa				
Coarse Bran	Salvado Grueso				
Fine Bran	Salvado fino				
Breaking	Trituracion				
Sizing	Compresion				
Reduction	Reduccion				





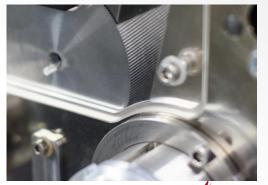


LabMill - Características clave

- - Tolvas de alimentación equipadas con una escala de precisión.
 - Proporciona un flujo constante de grano, adaptado a cada tipo de trigo.
- - Ajustar la configuración para imitar el fresado industrial.
- - Compacto, económico y fácil mantenimiento.
 - Tamices fácil de cambiar
 - Tiempo de tamizaje ajustable
- Molino no automático
 - Porque los molineros quieren ver los diferentes productos









LabMill proporciona altas tasas de extracción ...

Institut du végétal



Milling Quality Consortium – April 2012

- Rango: **66.2**% to **81.5**%
- Promedio hard wheat: 77%
- Promedio soft wheat: **75**%

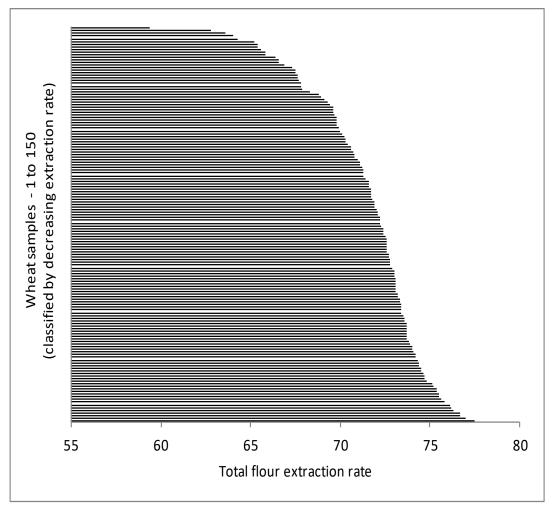
Nota: muestras preparadas a un contenido de humedad del 16,5% durante 24 horas.





LabMill muestra las grandes diferencias en el comportamiento del trigo durante la molienda

- 150 muestras de trigo, procedentes de 14 países distribuidos en los 5 continentes.
- LabMill con el mismo protocolo -> cambia el comportamiento y los resultados si ajustamos el LabMill
- La producción de harina es altamente variable de una muestra a otra.
- No solo la cantidad total de harina varía (59.4% a 77.5%)

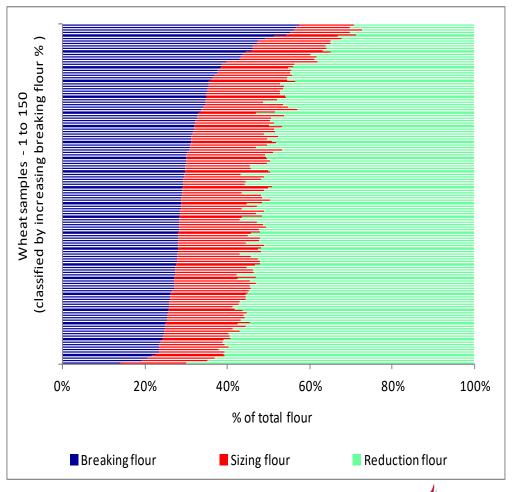






LabMill muestra las grandes diferencias en el comportamiento del trigo durante la molienda

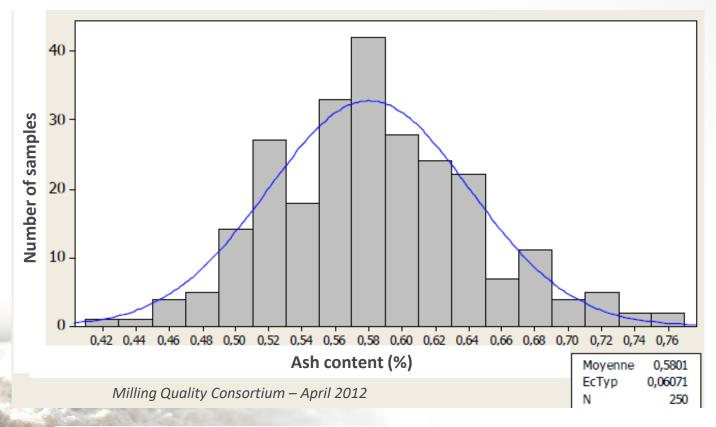
- Pero también la distribución entre los diferentes pasajes del diagrama:
- La Trituracion produce entre el 14% y el 58% de la harina total.
- Reducción de las semolas gruesas entre 13% y 23%.
- Reducción de las semolas finas entre el 27% y el 70%.







... y bajo contenidos de almidón de ceniza!



✓ Rango: 0.42% to 0.76%

ø promedio : 0.58%

Correspondiendo a:

Francia: Type 55

EE.UU.: All purpose & bread

Argentinia: "000"

Alemania: 550

Variedad	SOISSONS	PAKITO	APACHE	ARKEOS1	ARKEOS2	CAPHORN	CALCIO	CROUSTY	MATHEO
Cenizas (%)	0.57	0.55	0.56	0.45	0.5	0.62	0.59	0.51	0.66
Almidon danado (UCD)	16.63	15.38	13.53	6.77	10.03	20.28	15.52	7.75	14.8



Mapa de presentación



Presentación del LabMill



Precisión del LabMill



Simplificando la lectura de datos.



Comparación con molino industrial



Mezclando el trigo con el LabMill

LABMILL



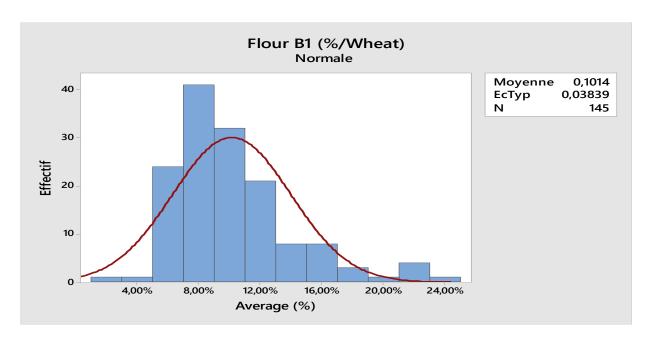


Configuración experimental

- 150 trigos de blando a duro originarios de 14 países.
- 2 LabMill (A y B)
- 3 analistas
- Período de observación 4 meses (abril-agosto 2016)
- Cada muestra (1700 g) se ha probado 5 veces en cada molino.
 - La **repetibilidad** se mide como la desviación estándar de las 5 submuestras analizadas en los 2 molinos ($[Sr]_LabmillA + [Sr]_LabmillB$) / 2
 - La reproducibilidad se mide como la desviación estándar de las 10 submuestras analizadas en los 2 molinos (A y B)

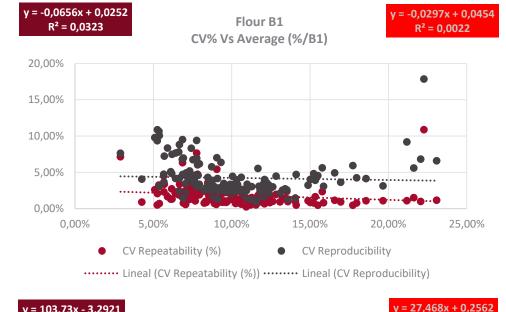


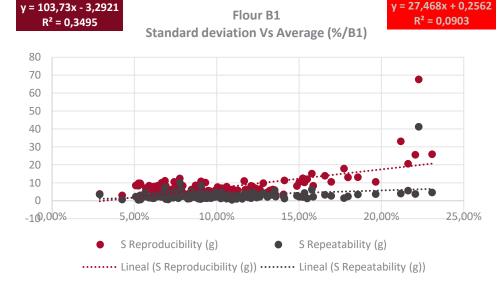
Ejemplo: Harina de 1ra Trituracion



Nuestras observaciones cubren una amplia gama de harina B1 [3% -25%) En este rango la repetibilidad y la reproducibilidad permanecen constantes.

	Average CVr(%)**	Average CVR(%)**
Tasa extraccion	1,9%	4,2%







Resumen

Parameter	Rango (%)	Promedio	Repetabilidad CV% Calculada en el peso de producto (in g)	Reproducibilidad CV% Calculada en el peso de producto (in g)							
Tasa de extraccion	56-76	70,3%	1,2%	1,7%							
1ra Rharina de Trituracion	3-25	10,1%	1,9%	4,2%							
2 ^{da} Harina de Trituracion	6-16	11,2%	1,4%	4,0%							
Harina de compresion	8,5-18,5	12,8%	2,3%	4,2%							
1ra Harina de Reduccion	8-35 24,5% 5-14 7,8%		4,7%	6,6%							
2 ^{da} Harina de Reduccion			5-14 3-7								7,8%
3da Harina de Reduction	3-7	3-7									3-7
Salvado Grueso	8-24	14,4%	3,3%	6,1%							
Salvado Fino	4-12	6,5%	2,7%	8,2%							
Remolajes	3-18	7,8%	6,3%	12,2%							





Conclusiones

- Este primer acercamiento muestra
 - Una muy buena repetibilidad, los CV más altos están relacionados con flujos de cantidades relativamente pequeñas de producto, luego una diferencia mínima en el peso tiene un mayor impacto en los CV.
 - La reproducibilidad también es importante para evaluar la amplia variabilidad de las condiciones de prueba.
 - Por último, pero no menos importante, el LabMill muestra que se desempeña exactamente igual en todos los tipos de trigo.





Mapa de presentación



Presentación del LabMill



Precisión del LabMill



Simplificando la lectura de datos.



Comparación con molino industrial



Mezclando el trigo con el LabMill

LABMILL





Origen de la idea

• 150 trigo, sometido a la misma molienda, ha mostrado comportamientos extremadamente diversos.

• Basándonos en estas observaciones, ¿podríamos desarrollar una manera de caracterizar fácilmente el comportamiento del trigo durante la molienda?

• ¿Cuál podría ser el beneficio de tal medida?



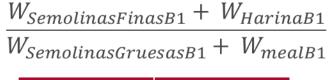
Índices de resistencia y disociación

Índice de

Resistencia

• Basándonos en estas observaciones, podemos caracterizar el comportamiento del trigo en base de sus índices de resistencia la trituración y disociación.

Resistante a la trituracion



B1 Index	B1 RCi
<16%	7
16,1-21%	6
21,1-26%	5
26,1-31%	4
31,1-36%	3
36,1-41%	2
>41%	1

From From B1 B1+B2



113,1-122% 122,1-131% 131,1-148% 148,1-157% >157%

Índice de disociación

Semolinas finas

B2 RCi

Semolinas Gruesas

B2 Index

<106%

106,1-113%

disociar

Difícil de

Fácil a disociar

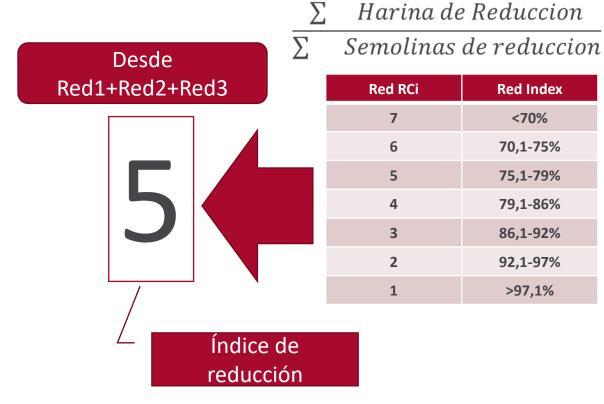


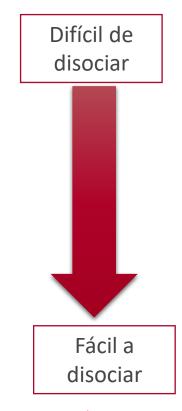
No resistente a

la trituracion



El índice de reducción









El índice de Performance Molinera (MPi) describe el comportamiento del trigo durante la molienda.

4 5 5

Índice de resistencia (facilidad para abrir el grano)

Índice de reducción

(Facilidad para extraer la harina de las semolinas finas).

Disociación índice

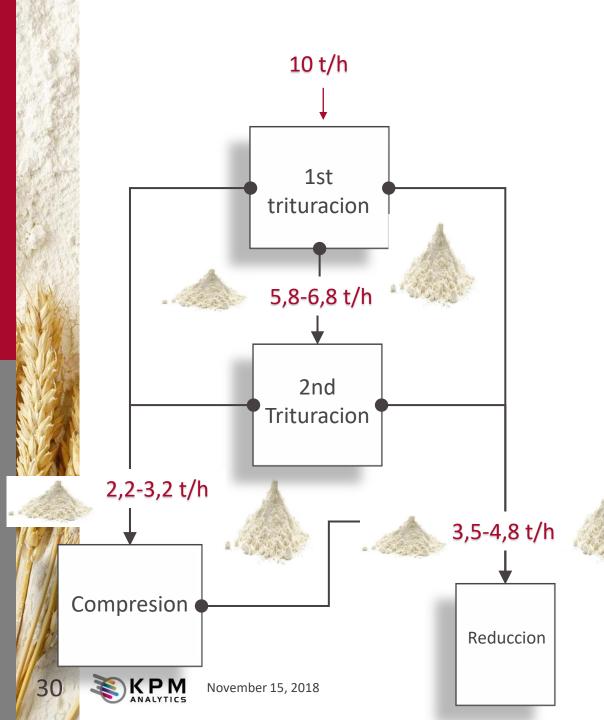
(facilidad para producir semolinas finas)





Ejemplo práctico 1: 5 muestras con la misma tasa de extracción y diferentes MPi

MPi	Extraction rate (%)	Meal/B1 (%)	Large Middlings B1 (%)	Fine Middlings B1 (%)	Flour B1 (%)	Coarse Bran (%)	Large Middlings/B2 (%)	Fine Middlings/B2 (%)	Flour B2 (%)	Fine Bran (%)	Fine Middlings/Sizing (%)	Flour Sizing (%)	Fine Middlings/Red1 (%)	Flour/Red1 (%)	Fine Middlings/Red2 (%)	Flour/Red2 (%)	Fine Middlings/Red3 (%)	Flour/Red3 (%)	Feed material → Sizing (%)	Feed Material → Reduction (%)
233	70,0	57,6	14,3	12,1	15,9	17,1	7,9	17,9	14,5	5,2	5,3	11,4	16,7	18,1	10,1	6,7	7,4	2,8	22,1	35,3
333	70,0	58,6	16,0	11,8	13,5	15,4	9,1	21,3	12,6	5,7	6,8	12,4	19,0	20,5	12,0	6,9	8,7	3,4	25,0	39,8
444	69,8	61,5	15,4	10,9	12,0	16,5	10,1	22,6	12,0	5,6	7,9	11,9	18,9	22,0	11,2	7,7	7,9	3,4	25,5	41,3
555	70,4	64,5	18,1	9,5	7,9	13,1	13,9	26,8	10,4	7,2	11,8	12,8	23,6	24,2	13,4	10,2	9,1	4,4	32,0	48,2
644	70,4	66,0	16,9	9,6	7,4	12,7	13,9	28,2	11,0	7,4	10,2	13,1	21,7	25,9	13,3	8,4	9,6	3,7	30,8	48



Ejemplo práctico 1: 5 muestras con la misma tasa de extracción y diferentes MPi

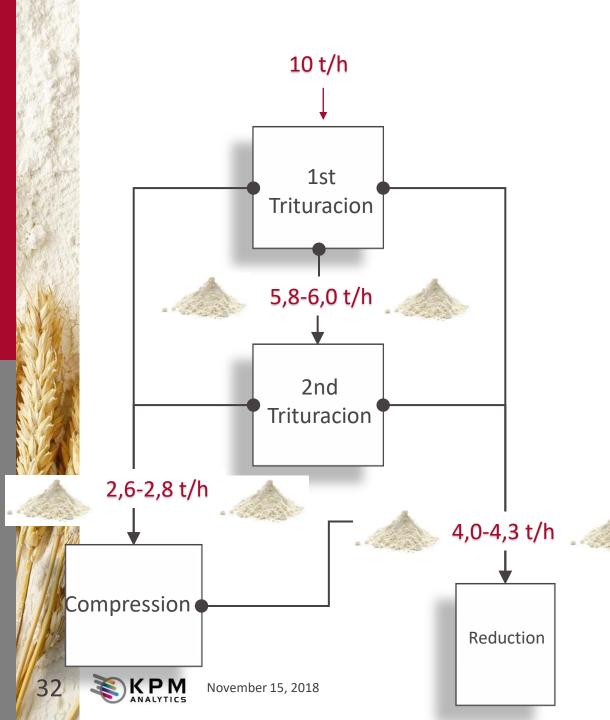
Mirando a	Promedio	Rango	Variacion
Alim 2nda trituración	6 t/h	1t/h	+/- 17 %
Alimentación compresión	2,5t/h	1t/h	+/- 40 %
Alimentación reducción	4,2 t/h	1,3 t/h	+/- 31 %

- Se puede obtener la misma extracción de harina con muestras que responden de manera muy diferente al proceso de molienda.
- En la industria, esto se puede hacer en diferentes etapas (rectificado, tamizado ...)



Ejemplo práctico 2 5 muestras con el mismo MPi y diferente tasa de extracción

	MPi	Extraction rate (%)	Meal/B1 (%)	Large Middlings B1 (%)	Fine Middlings B1 (%)	Flour B1 (%)	Coarse Bran (%)	Large Middlings/B2 (%)	Fine Middlings/B2 (%)	Flour B2 (%)	Fine Bran (%)	Fine Middlings/Sizing (%)	Flour Sizing (%)	Fine Middlings/Red1 (%)	Flour/Red1 (%)	Fine Middlings/Red2 (%)	Flour/Red2 (%)	Fine Middlings/Red3 (%)	Flour/Red3 (%)	Feed material → Sizing (%)	Feed Material → Reduction (%)
	344	70,4	59,9	16,1	11,4	12,4	15,7	9,8	22,2	11,9	5,8	7,7	12,3	19,5	21,3	11,5	8,0	8,2	3,4	25,9	41,3
	344	71,7	58,4	16,4	11,8	13,4	14,5	9,4	21,8	12,3	5,9	6,9	12,9	18,5	21,6	10,7	7,8	7,7	3,0	25,8	40,5
	344	72,9	59,6	16,2	11,0	12,8	15,4	9,9	21,8	12,2	5,1	7,2	13,5	16,0	23,8	9,0	7,0	6,3	2,7	26,0	40,1
707	344	73,8	57,3	17,4	12,0	13,2	14,2	8,9	21,5	12,5	5,8	6,8	13,6	15,7	24,2	8,5	7,2	5,9	2,6	26,3	40,2
	344	74,8	58,8	17,4	11,3	12,4	13,0	10,2	23,6	11,8	5,6	8,4	13,3	16,3	26,5	8,9	7,4	6,3	2,6	27,5	43,3



Ejemplo práctico 2 5 muestras con el mismo MPi y diferente tasa de extracción

Mirando a	Promedio	Rango	Variacion
Alim 2nda trituración	5,9 t/h	0,2 t/h	+/- 3 %
Alimentación compresión	2,7 t/h	0,2 t/h	+/- 7 %
Alimentación reducción	4,15 t/h	0,3 t/h	+/- 7 %

 Porque se basa en la observación del comportamiento del trigo durante la trituración.

Esto permite una nueva y útil forma de resultados de laboratorio.

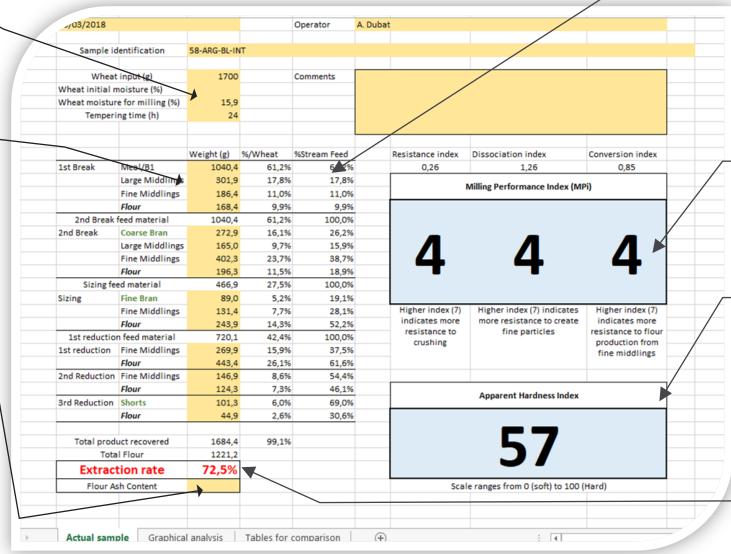


Comportamiento de la molienda de trigo de un vistazo: una hoja de cálculo de resumen exhaustiva

1 / Indicar las condiciones de ensayo.

2 / Introduce el peso de las diferentes fracciones.

3 / puedes añadir cenizas



Todas las fracciones se calculan automáticamente sobre la base del flujo del producto

Índice de Performancia molinera calculado automáticamente

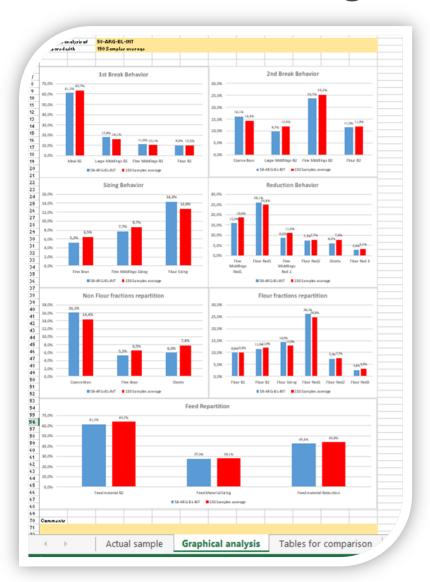
Dureza aparente calculada automáticamente

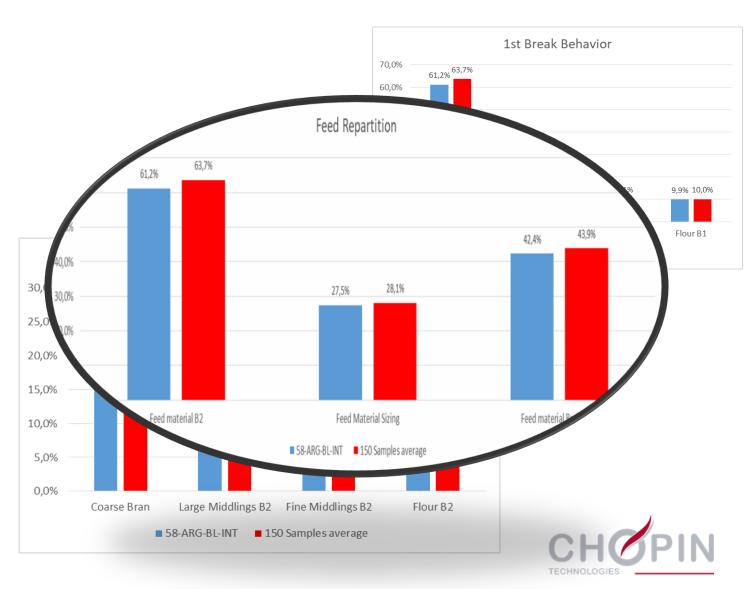
Tasa de extracción calculada automáticamente





El comportamiento del trigo de un vistazo: una visualización gráfica de los resultados





Empecemos REALMENTE analizando la molienda de trigo

 El índice de valor de molienda es un nuevo parámetro que ayuda a comprender el comportamiento del trigo durante la molienda.

 Una muestra de trigo puede tener un alto potencial de extracción pero no estar adecuada para ciertos diagramas de molinos.

• Selección de trigo según su potencial extracción.



Mapa de presentación



Presentación del LabMill



Precisión del LabMill



Simplificando la lectura de datos.



Comparación con molino industrial



Mezclando el trigo con el LabMill

LABMILL





Comparacion con un

Molino piloto (ENILIA-ENSMIC, Surgères)







introduccion

• El objetivo es comparar el comportamiento de la molienda con el CHOPIN LabMill.

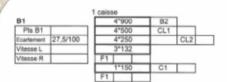
• El LabMill se usó de acuerdo con el protocolo de preparación clásico (ISO 27971) con 16% de humedad, 24H de tiempo de reposo. Solo se usaron 2 reducciones en lugar de 3. (Tests hechos por Arvalis-Institut du végétal)

• A nivel del molino piloto, 16% de humedad (excepto para 4 trigo templado al 16.5%). El tiempo de descanso fue de 48 horas. Pruebas realizadas por Enilia-Ensmic.





¿Qué estamos comparando?



B2		4*750	83
	Pas Détacheur	4*470	CL1
Ecartement	7,5/100	4*250	CL2
Vitesse L		3*132	C1
Viteree D		E4	

B3		3*610	B4
		3*118	
Ecartement	6,7/100	F1	
Vitesse L.		3*250	CL3
Vitesse R		C2	

	1	1/2 cal	sse	
B4	B4		3*400	Br1
			3*118	
Ecartement	6,7/100	F1		
Vitesse L.			2*250	CL4/C4
Vitesse R		C5		

0,75 mm son

CL1		2*800	CL3
Pls CL1		3*500	B3
Détacheur		1*132	
Ecartement	5/100	F1	
Vitesse L		3*132	F1
Vitesse R		F1	
		2*200	CL2
		C1	

CL2		3*250	CL3
Détacheur		2*118	
Ecartement	1,67/100	F1	
Vitesse		2*150	C1
Différentiel		F1	

CL3			2*1120	germes
Détacheur			3*425	B4
Ecartement	1,67/100		5*112	
Vitesse L.		F1		7
Vitesse R			3*250	CL4/C4
			C2	

		1/2 caisse		
CL4/C4		3*455		C5
Détacheur		2*112	2	
Ecartement	contact	1*100		C5
Vitesse		F1		
Différential				

Détacheur		4*13	2	٦.
Ecartement	1,67/100	1*13	2	C2
Vitesse		F1	$\overline{}$	
Différentiel				_

Détacheur		4*112	C3
Ecartement	contact	F1	
Vitesse			
Différentiel		1	

C3+filtre		3*132		CL4/C4
Détacheur		F1		
Ecartement	contact			
Vitesse				
Différentiel				

		1/2 c	aisse	_
C5			1*112	
Détacheur				1
Ecartement	contact	F1		7
Vitesse			3*132	Rem bis
Différentiel	Rem blanc			

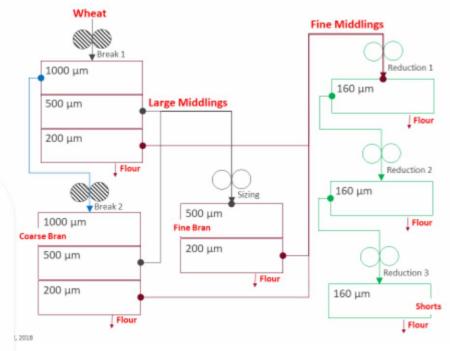


Diagram and products

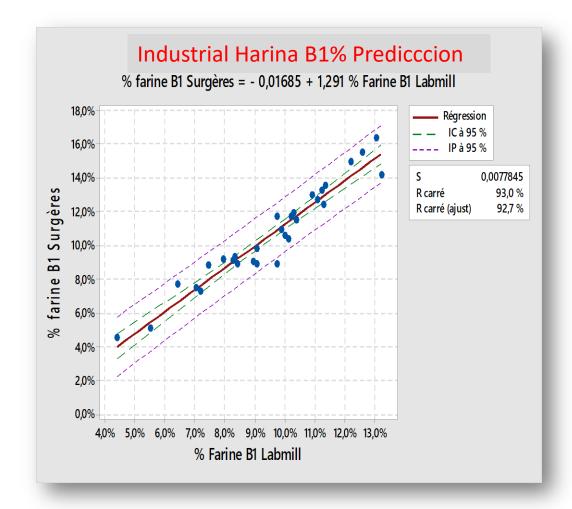




Una predicción directa de la harina B1!

Labmill Predictor harina B1 de la molienda industrial	Coef Correlacion (r)
% harina B1	0,964
% Semolinas totales	-0,910
% Semolinas finas B1	0,891
% Semolinas finas total	-0,889
% Semolinas finas B2	-0,878
% harina C2	-0,861
% Harina compression	-0,854

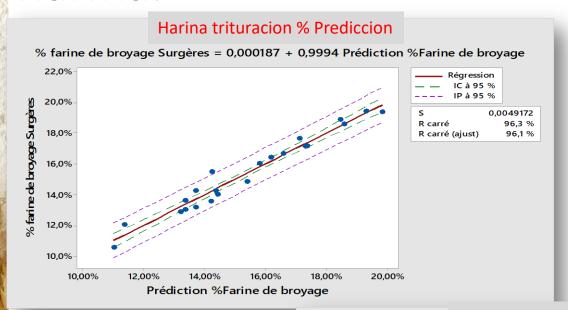
El comportamiento del trigo en B1, directamente relacionado con su resistencia al la trituración, confirma el fuerte potencial de predicción de LabMill. Este resultado es importante en la analogía entre laboratorio y molienda industrial.

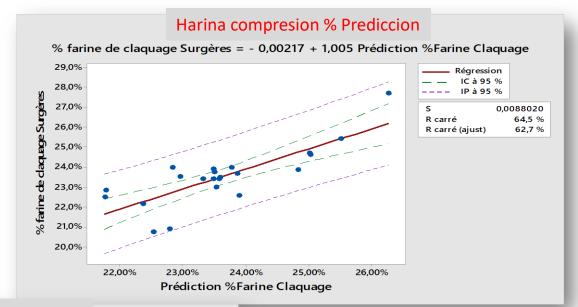


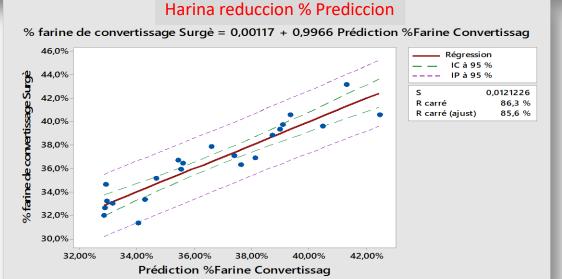




Predicción de las zonas principales de producción de harina.



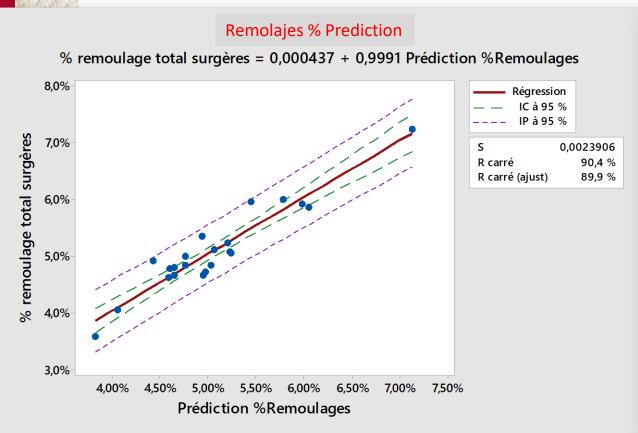


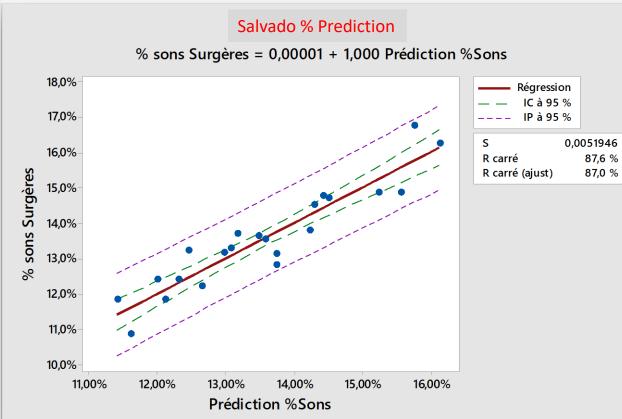






Predicción de salvado y remolajes

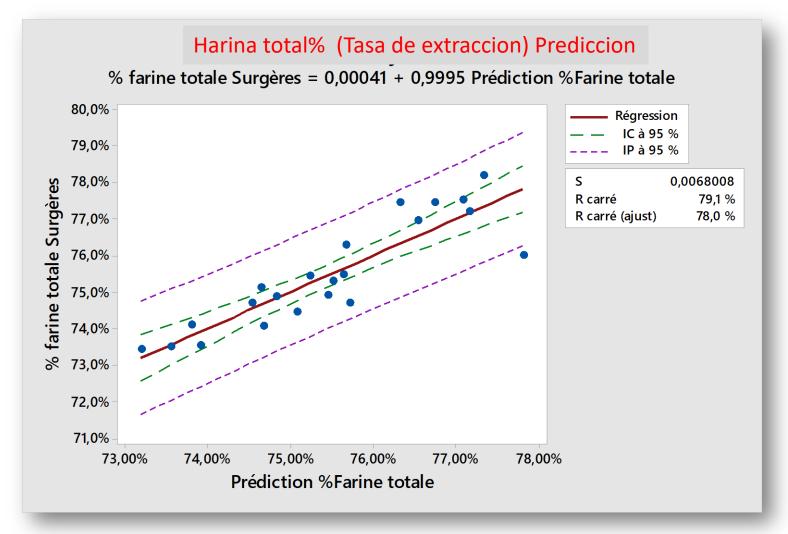








Predicción de la tasa de extracción







Conclusiones

- El análisis de resultados muestra un gran potencial del LabMill para predecir los resultados del molino piloto de Surgères
- En esta etapa, y teniendo en cuenta
 - 1 / Que los diagramas de laboratorio e industriales son muy diferentes.
 - 2 / La incertidumbre de medición normal en el laboratorio y en línea,

 Estos resultados son muy alentadores y muestran un gran potencial para crear una relación fuerte entre el laboratorio y la planta de producción.



Mapa de presentación



Presentación del LabMill



Precisión del LabMill



Simplificando la lectura de datos.



Comparación con molino industrial



Mezclando el trigo con el LabMill

LABMILL





¿Cómo medir la ley de mezclas?

Analyticamente

- 2 trigos : Hard and Soft
- Mezclas :
 - 100% Hard
 - 75% Hard + 25% Soft
 - 50% Hard + 50% Soft
 - 25% Hard +75% Soft
 - 100% Soft
- acondicionamiento 24h, 16% H2O
- · LabMill (Ajustes estandardes)
- Analisis
 - Alveograph HC
 - Spectralab (humedad, proteina, cenizas)
 - SDmatic (Almidon danado)
 - CHOPIN-SRC

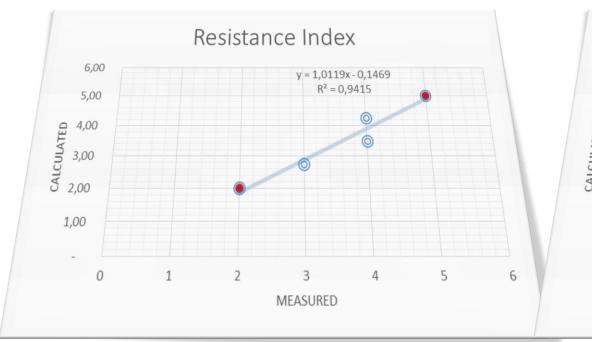
Estudio de datos

- Calcular los valores de mezcla según la mezcla de trigo (valores calculados)
 - Ejemplo 50/50
 - Valor calculado = 50% real Valor del trigo
 Hard + 50% real Valor del trigo Soft
- Comparar el valor calculado vs el valor real
- Evaluar correlación de coeficientes (r²)





Índices basados en MPI



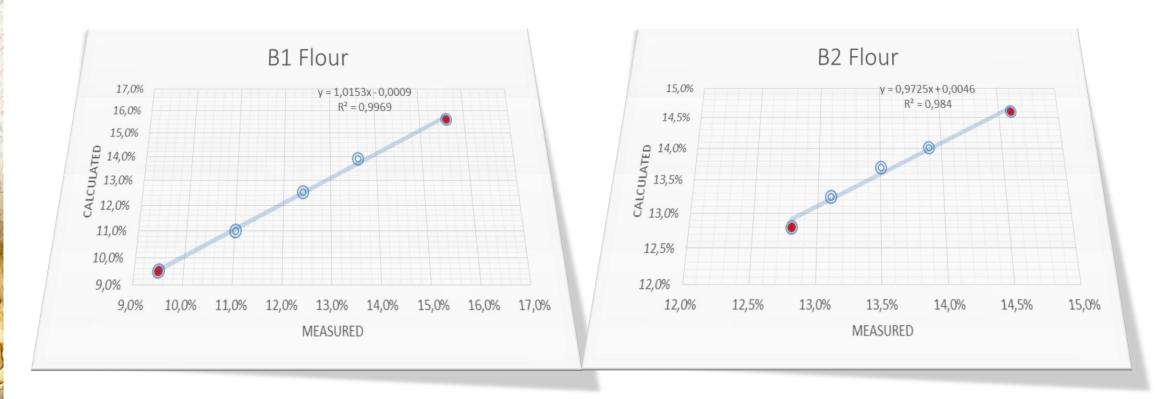


- Es posible mezclar los trigos en base a
 - Índice de resistencia (el más importante de los 3 índices) $(r^2 = 0.94)$
 - Índice de dureza aparente (r² = 0,99)





Harina de Trituracion

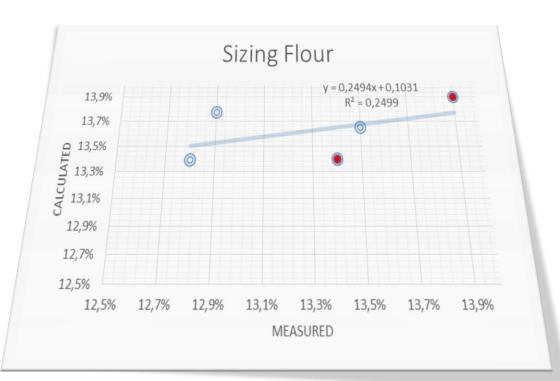


• Las harinas de 1ra y 2da Trituración responden perfectamente a la ley de mezcla ($r^2 = 0.99$ y 0.84 respectivamente)





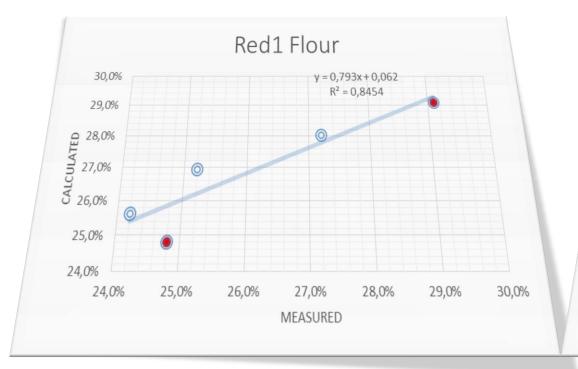
Harina de compresion

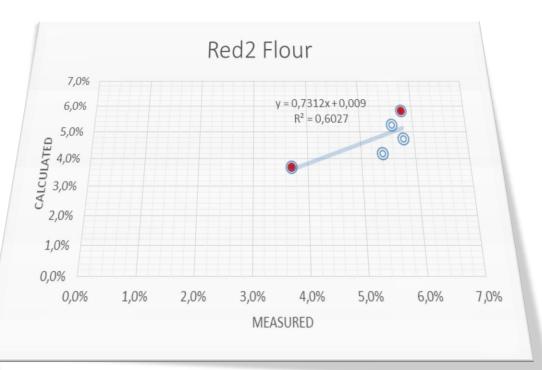


- La Harina de compresión no parece responder a la ley de mezcla.
- Esto está directamente relacionado con una variación muy pequeña en la producción de harina en esta etapa entre el trigo Soft y el Hard (0.5%)
- En este estudio, este valor es una constante.

	medido	Calculado
Promedio	13,3%	13,6%
Mini	12,8%	13,4%
Maxi	13,9%	13,9%

Harina de reduccion

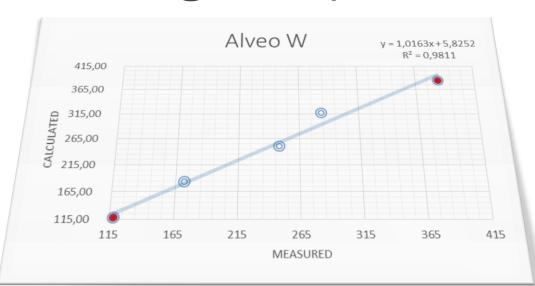




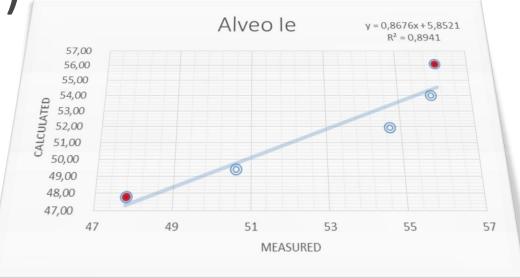
- Red1 responde a la ley de mezcla $(r^2 = 0.84)$
- Red2 responde menos ($r^2 = 0.60$) pero aquí, otra vez, la variación entre hard y soft es muy limitada (2%) (igual para Red3 -no se muestra aquí)



Alveografo (AlveoLAB)







- Los datos del alveógrafo responden muy bien a la ley de mezcla. (R² = 0.98 para W y P, 0.89 para le)
- Esto ya se conoce mezclando harina, se confirma en el LabMill



Conclusiones

- El uso de la ley de mezcla con LabMill funciona* para predecir:
 - Valores de MPI y dureza aparente.
 - Productos de diferentes corrientes.
 - Calidad de las harinas



- Predecir el resultado final y optimizar la mezcla de 2 trigos.
- Calcula el trigo "ideal" para corregir uno deficiente.
- Ejemplo: usted tiene un trigo con una dureza aparente 80, desea mezclar 50/50 con otra y tiene una dureza aparente final 85
- 85 = 0.5 * 80 + 0.5 *?; ? = (85 (0.5 * 80)) / 0.5 = 90







Conclusiones

- Moler en el laboratorio es más que moler trigo para obtener harina.
- Al analizar cómo se comporta el trigo en los molinos experimentales, esto da una buena imagen de cómo se comportará en la industria.
- En base a esto, permite la selección de trigos o mezclas.



• Informacion completa

+ comportamiento

Extraccion

Repeatbilidad Reproducibilidad

Herramienta precisa Resultados muy sencillos de interpretar

Indices MPI

Ley de mezclas

Permiter selectionar/ mezclar trigos

 Datos comparables a la industria

Estudio don molino piloto













