



PRÁCTICA DE DETERMINACIÓN ANALÍTICA II



EVALUACIÓN DE LA APTITUD INDUSTRIAL DEL TRIGO

REOLOGÍA

- **ALVEÓGRAFO DE CHOPIN:**

Este método se aplica para medir cualidades plásticas de las harinas.

El principio en que está fundada ésta determinación consiste en la deformación de una película de masa por medio de volúmenes de aire conocidos, hasta el momento en que el alvéolo producido por la película de masa no puede resistir más la deformación y se rompe por acción de la presión del aire.

Simula el comportamiento de la masa en la fermentación, imitando en gran escala la formación de los alvéolos originados en la masa por el CO₂ que producen levaduras.

Mide la resistencia a la deformación y extensibilidad insuflando aire sobre una lámina de masa que se hincha hasta su rotura, dando curvas llamadas alveogramas donde la superficie bajo la misma indica la FUERZA panadera (W), la ALTURA mide la tenacidad (P) y el largo de la curva la extensibilidad (L) o índice de hinchamiento (G). La relación P/L o P/G expresa el equilibrio de la masa. Los valores normales de W para trigos argentinos están entre 250 y 480.



ANÁLISIS:

Se pesan 250grs de harina, se añade agua destilada al 2.5% en cloruro de sodio (ClNa), la cantidad de agua es según la humedad de la harina (52% de absorción de agua del peso de la harina). Se coloca la harina en la amasadora y el agua en la bureta y se pone en marcha la amasadora, cuya temperatura debe estar en 240 (24° C durante todo el ensayo) (en verano hay que refrigerar, o sea enfriar la amasadora y la cámara de fermentación). Al primer minuto de agregarle el agua, detener la amasadora por espacio de un minuto, ahí se aprovecha para repasar las paredes de los restos de harina sin mezclar y se une con la masa, luego se vuelve a dar marcha por espacio de 6 minutos más- total 8 minutos con el descanso - al cabo de estos 8 minutos se invierte el sentido de la amasadora para extraer la masa, a medida que va saliendo se cortan 4 porciones de la medida reglamentaria o bandeja que se encuentra en el alveógrafo, y se ponen en una especie de sobadora o aplanadora a rodillo para regular la altura de la porción (se pasa 6 veces el rodillo en vaivén). Luego se corta con el corta-pasta en forma circular y se coloca en las bandejas que van a la cámara fermentadora a 25°C durante 20 minutos. Luego se retira una a una y se ubican en la platina para formar la burbuja, se abre el paso de aire oprimiendo la perilla de goma ahí comienza a formarse la burbuja que se registra en el tambor giratorio con una pluma quedando grabada la curva. La lectura se hace calculando la curva midiendo en el eje horizontal la extensibilidad (L), y en el eje vertical se mide la tenacidad (P), estas medidas se hacen con un planímetro que viene con el alveógrafo (como son cuatro porciones se saca el valor (L) promedio) y donde se quiebra la curva se marca la abscisa (hacer promedio de curva). Luego se hace el cálculo de la superficie de la curva usando el planímetro, y se va tomando la medida del rectángulo cada un centímetro y luego se suma y se multiplica por 6.54 (Julios).

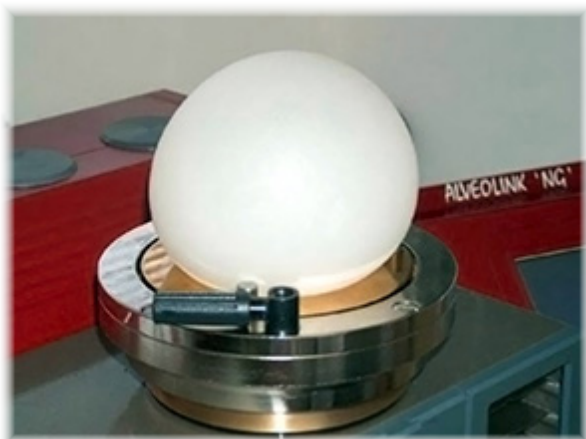
EJEMPLO: $\text{Sup. } 49.24 \times 6.54 = 322 \times 104 \text{ julios } 0.0322 \text{ julios o sea valor } W$

W de 250 para arriba es una buena harina, menor de W 250 es harina floja.

- **L** = Elasticidad de la masa.
- **P** = Tenacidad de la masa.
- **G** = Índice de hinchamiento.
- **W** = Fuerza panadera.

A mayor P mayor absorción de agua. P 120 excelente. P 40 muy bajo

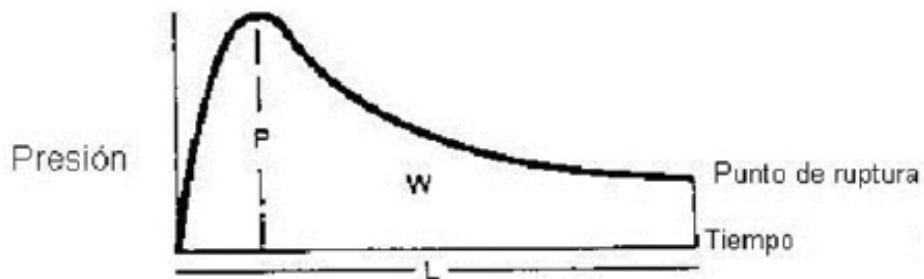
MEDICIÓN ALVEOGRAFICA:



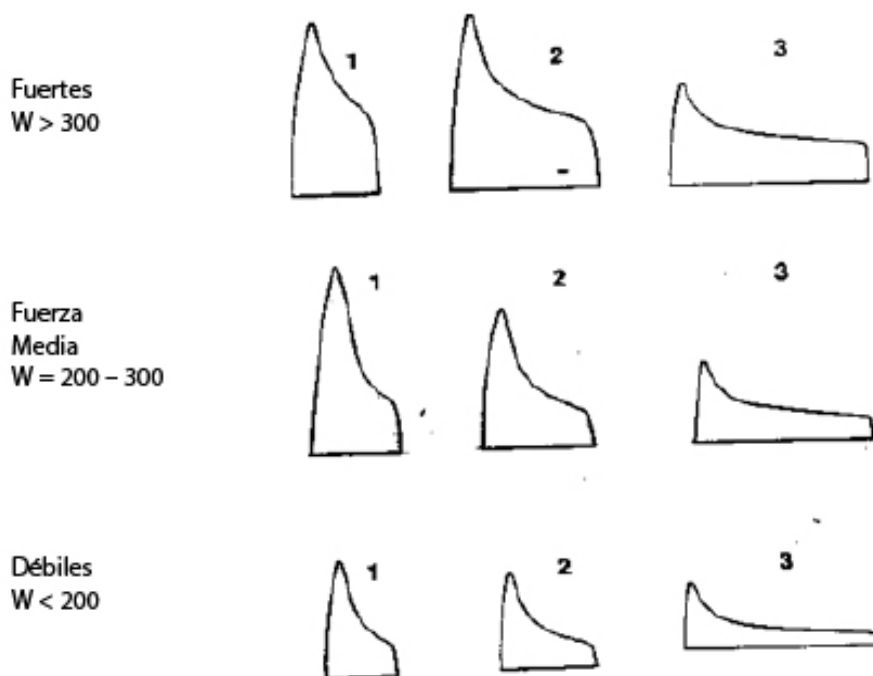
Alveógrafo de Chopin.



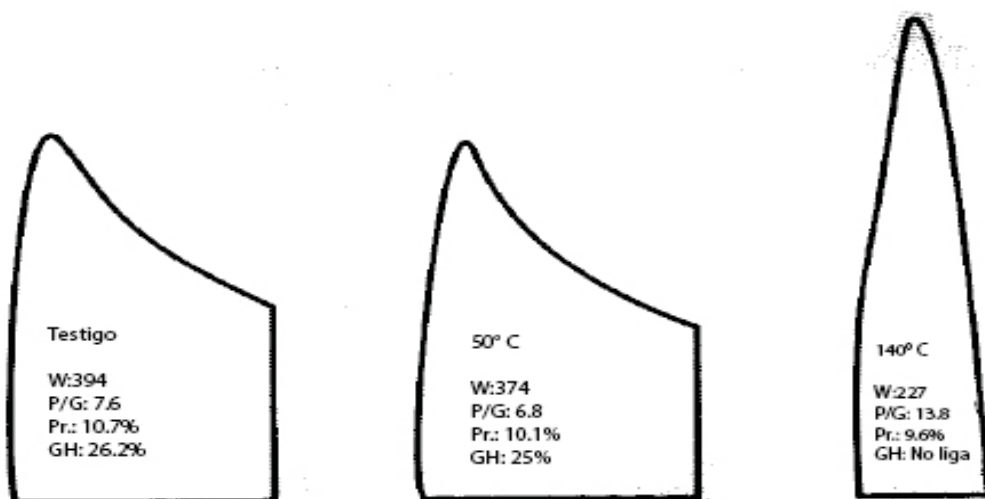
CURVA ALVEOGRÁFICA:



USOS COMUNES DE LA HARINA DE TRIGO EN PANIFICACION DE ACUERDO A CARACTERISTICAS ALVEOGRAFICAS:



VARIACIÓN DE LA CALIDAD DE TRIGOS DAÑADOS POR CALOR:





PANIFICACIÓN EXPERIMENTAL DE TRIGOS DAÑADOS POR SECADO A ALTAS TEMPERATURAS:



Secado sin daño

25% daño

50% daño

100% daño

Testigo sin secar

PANIFICACIÓN EXPERIMENTAL DE TRIGOS DAÑADOS EN ALMACENAJE:



• **FARINÓGRAFO DE BRABENDER**

Este método mide y registra la resistencia de una pasta al amasado.

Determina la cantidad de agua que debe absorber una harina de acuerdo a su resistencia al amasado, la estabilidad, y otras características de las pastas durante el mismo.

El Farinógrafo de Brabender registra en forma de banda ancha la fuerza que requiere para accionar las palas de un mezclador que giran a gran velocidad (constante) a través de una masa de consistencia inicial fija.

En el curso de ensayo, dicha fuerza varía según la naturaleza de la harina, produciéndose por consiguiente bandas o gráficas de distinta forma que reciben el nombre de farinogramas.

Procedimiento:

Se utilizan 300 grs. de harina (base 14% de humedad). En este caso cada intervalo entre líneas horizontales de papel farinográfico (20 UB) corresponde aproximadamente a 1.8 a 2.4 ml de agua (0.6 a 0.8% de absorción), dependiendo de la harina.



El valor de absorción se expresa al 0.1%. Por medio de la siguiente ecuación puede calcularse la absorción sobre base 14% de humedad para la amasadora grande.

$$\text{Absorción \% } (x + y - 300) / 3$$

- **X** = ml de agua necesarios para producir una curva cuya máxima consistencia esté centrada en la línea de 500 U.B.
- **Y** = gramos de harina usados, equivalentes a 300 grs. de harina con una humedad de 14%.

Interpretación de resultados:

- Tiempo de desarrollo de la masa: este intervalo con una aproximación de 0.5 minutos se mide a partir del primer agregado de agua, hasta el punto de máxima consistencia inmediatamente antes de la primera indicación de aflojamiento. Dicho tiempo varía con las distintas harinas, con las harinas de fuerza puede ser relativamente largo.

Es posible que un tiempo de desarrollo de masa prolongado esté relacionado con una buena calidad del gluten. Se mide desde donde se agrega agua hasta el punto de máximo desarrollo. Este valor se denomina pico o tiempo pico.

Para harinas cuya curva sufre un aplastamiento en pocos minutos, el pico puede ser determinado tomando la media entre el punto medio de la parte superior de la curva en la porción de achataamiento, y el punto más alto del arco inferior de la curva.

- Tiempo de aflojamiento.
- Este es el tiempo medido desde el comienzo del amasado hasta que se obtiene una disminución de 30 unidades a partir del pico. Dicho valor debe ser bajo.
- Índice de tolerancia.

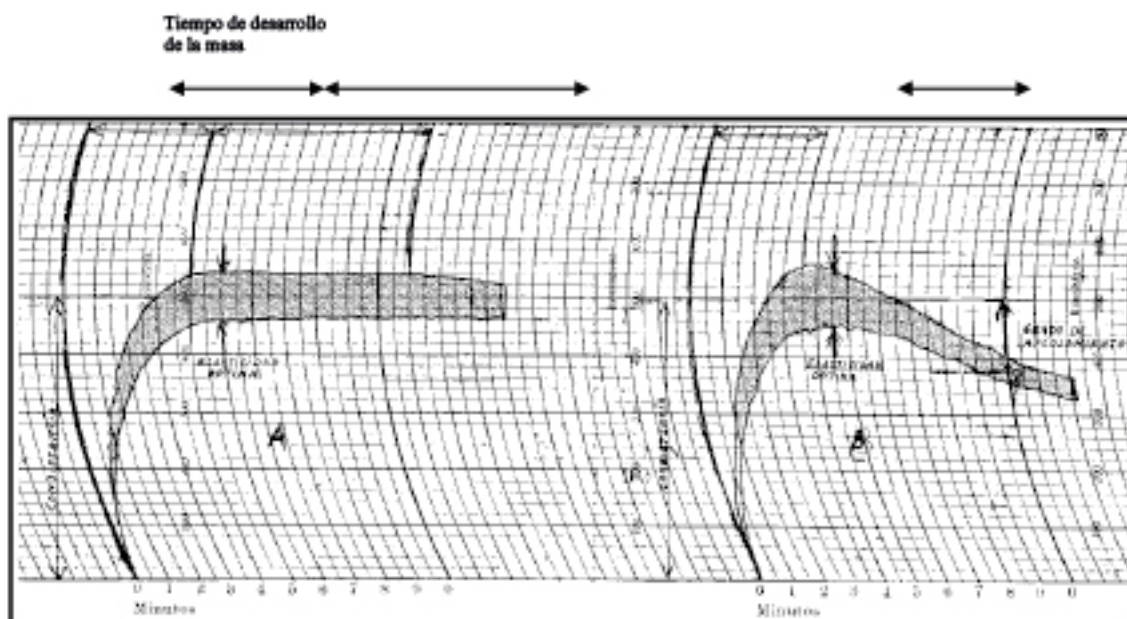
Este valor es la diferencia expresada en U.B desde la parte superior de la curva en el pico hasta la parte superior de la curva 5 minutos después de haberse alcanzado dicho pico Este valor debe ser bajo.



Farinógrafo de Brabender



ESQUEMA DE LA LECTURA DE LOS DIAGRAMAS DEL FARINÓGRAFO DE BRABENDER:



● **FALLING NUMBER:**

El método del Falling Number se apoya en el principio de la gelatinización rápida de una suspensión de harina y la medición subsiguiente de la licuefacción del almidón por acción de la alfa-amilasa. Este principio se corresponde con la acción química que ocurre en el momento de la panificación.

Procedimiento:

- Moler 300 grs. de trigo en el molino Falling Number. Tomar una muestra representativa.
- Pesar 7 grs. de la muestra y colocarla en el tubo viscosímetro.
- Añadir 25 ml. de agua destilada al tubo viscosímetro.
- Agitar el tubo hasta obtener una suspensión uniforme. Reintroducir las partículas que hayan podido quedarse adheridas a las paredes del tubo.
- El tubo viscosímetro junto con el viscosímetro agitador se colocan en el baño de agua hirviente y el motor comienza la agitación al cabo de cinco segundos.
- El viscosímetro agitador se libera automáticamente al cabo de 60 seg. Desde su posición superior, y se hunde libremente en la suspensión calentada de harina en agua.
- Cuando el viscosímetro ha recorrido en su caída la distancia establecida, el valor del Falling Number aparece en el marcador. El valor del Falling Number es una medición de la actividad alfa-amilásica y está dado en segundos.

Interpretación de resultados:

Uno de los más importantes factores de la calidad del grano en la fabricación del pan es conocer su índice de maltosa (actividad enzimática).



Mediante el Falling Number se determina la cantidad de alfa-amilasa de la muestra en función del tiempo de caída. Cuando se produce la gelificación de la harina por el agua comienza a trabajar la alfa-amilasa hidrolizando al almidón. Cuanto más pronto lo hidroliza hay más alfa-amilasa y el tiempo de caída es menor. Por lo tanto cuando la enzima alfa -amilasa está presente en una concentración demasiado elevada, el almidón será atacado por ella, resultando un pan de miga pegajosa; por el contrario cuando haya déficit enzimático, el pan resultará demasiado seco.

LA CALIDAD DE LOS TRIGOS BROTADOS

(Ing. Agron. Elena Molfese – Ing. Qca. María Laura Seghezzo – Chacra Experimental integrada Barrow – convenio MAA – INTA)

Introducción:

Por primera vez en muchos años en la zona de influencia de la chacra experimental integrada Barrow el brotado de trigo en la espiga causó pérdidas económicas y deterioro la calidad de la producción. Algunos de los factores mencionados como posibles desencadenantes de esta situación son:

- Climáticos: (alteración del desarrollo normal del cultivo por la prolongada sequía posterior arrebato del grano por efecto de altas temperaturas y, finalmente, lluvias de gran magnitud y condición de alta humedad y bajas temperaturas durante un largo periodo de tiempo).
- Varietales: (morfología de la espiga, requerimientos de olas de frío, tiempos de dormancia).
- Fisiológicos: (remoción o ausencia de inhibidores de la germinación ubicados en el pericarpio, mayor producción de ácido giberélico por la sequía).

Cuando el grano de Trigo germina ocurren numerosos cambios bioquímicos de los cuales el más importante es el aumento en el nivel de la enzima alfa amilasa. Si este proceso se inicia en la espiga el grano que se cosecha tiene un valor de actividad de esa enzima superior a los de campañas normales.

La hormona ácido giberélico induce la síntesis de la enzima alfa – amilasa en las células de la capa de aleuronas de los granos de cereales durante la germinación la hormona se moviliza desde que el embrión hacia la capa de aleuronas y a través del endosperma hacia el punto más distante del grano.

El grado de brotado se determina visualmente; pero para conocer si el proceso de la germinación ya ha comenzado y todavía no es perceptible, hace falta recurrir a otros análisis.

La alfa amilasa actúa en la hidrolización de las cadenas de almidón, convirtiéndolas en unidades de azúcares más simples. Estos acortamientos de las cadenas largas se manifiestan en la disminución de la viscosidad de la solución que es medida a través del test del Número de Caída o Número de Hagberg o Falling Number. El método consiste en la inmersión en agua hirviente de un tubo con una solución de trigo molido (o harina) y agua. La solución se agita durante 55 segundos. De acuerdo con la actividad de las amilasas el almidón gelatinizado se licua con mayor o menor rapidez. El número total de segundos desde el inicio hasta que el agitador del aparato cae una distancia fija, es el llamado Falling Number.



A medida que el porcentaje de brotado aumenta el Falling Number disminuye. La lectura más baja que se puede obtener de una muestra es 60 segundos.

Los valores habituales son superiores a los 400 segundos, por lo que los molineros deben agregar malta a las harinas como fuente de alfa amilasa para llevarlas a un valor adecuados de 200 – 250 segundos.

Las conclusiones preliminares que se lograron luego del análisis de algunos ensayos conducidos en la Chacra Experimental Integrada Barrow, demuestran que diferentes técnicas de manejo parecen influir de distinta manera sobre el porcentaje de brotado de los granos.

Los ensayos realizados bajo riego tuvieron un porcentaje de granos brotados notablemente menor que los realizados en secano debido a un retraso en la maduración.

La fertilización con Fósforo al producir un acortamiento del ciclo del cultivo (anticipación en la espigazón y madurez), aumentó la incidencia del brotado.

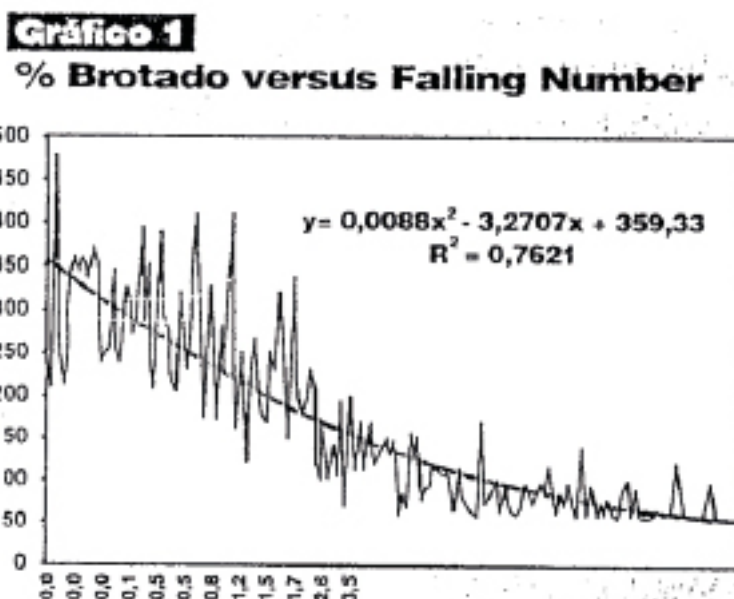
Los trigos sembrados con una densidad 60% superior a la normal se brotaron más.

La aplicación de reguladores de crecimiento en diferentes variedades aumentó el % de brotado.

Se observaron algunas variedades con menor susceptibilidad. Esas diferencias parecieron estar asociadas con el momento del cultivo en que se produjo el brotado y con la genética del trigo.

El laboratorio de la CHEI Barrow ha analizado 160 muestras de trigo pan y 40 muestras de trigo candeal provenientes de su zona de influencia.

Los datos de % Brotado y Falling Number obtenidos para esas 200 muestras se relacionan a través de la curva representada en el gráfico 1.





Si clasificamos las muestras por el porcentaje de brotado, tenemos los resultados que observamos en el Cuadro 1.

Clasificación de las muestras por % Brotados		
% Grano Brotado	% Muestras Afectado	% Muestras Afectado
	Trigo Pan	Trigo Candeal
< 3 %	47.60	27.0
3 – 10	26.5	8.1
10 – 30	23.80	18.9
30 – 50	1.4	29.7
< 50	0.7	16.2

Algunas de las muestras de trigo pan provenientes de productores y plantas de acopio fueron seleccionadas de acuerdo al % de proteína y de granos brotados para su panificación.

Los resultados obtenidos se resumen en el Cuadro 2, en el que las muestras fueron ordenadas según el porcentaje de brotado. A continuación se describen las observaciones más relevantes:

Con altos porcentajes de brotados los glútenes fueron más extensibles y pegajosos.

Los alveogramas dieron curvas desequilibradas, de baja tenacidad y alta extensibilidad, aún en variedades de buena calidad conocida.

Los trigos que registraron hasta un 10% de grano brotado panificaron con normalidad, obteniéndose volúmenes de pan aceptables con las diferencias habituales de acuerdo a la calidad y cantidad de gluten de cada muestra.

Nº de	%	F.N.	%	%	PAN				
Muestra	Brotado		PROTEINA	GH	ABS	T. Fer	VOL.	V.E.	MIGA
8	0.8	170	15.4		57.1	140	675	5.1	Normal
2	1.0	167	13.2	35.3	57.1	126	590	4.4	Normal
13	1.0	223	12.2		56.6	133	650	4.9	Normal
5	1.5	169	10.9	24.5	56.6	136	560	4.1	Normal
12	3.0	103	11.8		56.6	134	635	4.9	Pegajosa
9	7.2	130	12.7		57.1	136	700	5.3	Normal
7	8.0	78	10.6	24.0	56.6	127	570	4.2	Pegajosa - Inelástica
10	11.0	62	11.8		56.6	130	675	5.1	Húmeda
3	12.0	67	12.7	30.5	57.6	141	685	5.1	Normal
4	13.0	97	12.4	32.6	57.1	123	530	3.9	Normal
11	23.0	100	13.3		56.6	126	575	4.3	Pegajosa, arrastra el cortar
1	26.0	60	14.9	39.5	56.6	131	670	5.1	Pegajosa
6	36.0	62	10.8	24.0	57.1	128	555	4.2	Muy pegajosa cruda



Se observó en todos los casos una menor absorción de agua con la consecuente reducción en el rendimiento de pan.

Trigos con más de 10% de granos brotados tendieron a dar migas pegajosas, húmedas, difíciles de cortar en algunos casos. Las cortezas fueron oscuras debido a la mayor cantidad de azúcares presentes en la harina.

En los casos en que los bajos valores de Falling Number se asociaron con bajos porcentajes de proteína los volúmenes de pan fueron interiores.

También algunas pocas muestras de trigo candeal fueron evaluadas por su calidad industrial. En el cuadro 3 consignamos los datos obtenidos.

Muestra	%	F.N.	%	%	COLOR		Visco		VCB
	Brotado		GH	Prot.	a	b	T + 1	T + 6	
4	9	65	44	15.1	3.7	24.8	6.7	4.6	72.3
1	31.5	68	38.1	12.2	3.5	22.3	8.3	4	77.5
2	58	60	32.5	12.8	2.3	31.5	16.6	13.1	77.6
3	58	60	32.5	12.8	0	27.3	4.4	3.5	85.4

Como características más importantes se señalan:

No hubo deterioro en el color de las sémolas.

Los glútenes fueron extensibles y pegajosos en los Trigos con alto % de brotado.

Los fideos fueron evaluados en su viscoelasticidad (VISCO), pegajosidad (VCB) y color. Se establecieron estas conclusiones:

Los fideos elaborados en este laboratorio y secados a baja temperatura (30°C) con un brotado de 58% y FN mínimo (muestra 3), mostraron baja viscoelasticidad y fueron muy pegajosos. Los casos con menos de 10% de trigo brotado produjeron fideos normales.

Los fabricados industrialmente (muestra 2), a partir del mismo trigo, resistieron la sobrecocción y no dejaron sedimento en el agua, aunque el color resultó más oscuro.

Las modernas tecnologías de secado a temperaturas superiores a los 7° C, logran un aceptable producto final al producir la disminución de la actividad enzimática y una mejora en el estado superficial del fideo, por lo que el grano brotado parece afectar menos la calidad industrial del trigo candeal que la del pan, cuya elaboración es, todavía, en muchos casos, artesanal.

Si bien algunos parámetros indicadores de la calidad del trigo se vieron alterados, una cantidad importante de muestras cuyo porcentaje de brotado estaba entre 3-10% resultó de una calidad de molienda y panificación aceptable, por lo menos en nuestras condiciones experimentales, lo que no asegura un comportamiento idéntico a nivel industrial.



VALORES ANALITICOS DE UN BUEN TRIGO			
		Normal	Mejor
1.	Peso hectolitrico (trigo limpio).....Kg	78 A 80	mayor
2.	Peso de mil granos.....g	31 A 34	mayor
3.	Hº.....%	11 A 14	...
4.	C/E, Dañados, Quebrados.....%	LIBRE	...
5.	Proteína base 13.5% de Hº.....%	11 A 13	...
6.	Gluten Hº base 13.5% de Hº.....%	27 A 32	mayor
7.	Cenizas sobre sustancia seca.....%	1.7 A 2.1	menor
8.	Alveografo		
	Tenacidad (P)	100 A 130	...
	Extensibilidad (G)	18 A 23	mayor
	Fuerza (W)	300 A 460	...
	Relación de equilibrio (P/G)	5 A 7	...
	(P/L)	1	...
9.	Farinografo		
	Absorción de agua.....%	63 A 66	mayor
	Aflojamiento.....FU	20 A 30	mayor
	Valorimetro.....	70 A 90	mayor
	Tiempo de desarrollo.....minutos	10 A 15	mayor
	Estabilidad.....minutos	20 A 30	mayor
	Indice de tolerancia.....FU	5 A 15	menor
10.	Zeleni test.....	40 A 50	mayor
11.	Falling number.....seg	400 A 500	...
12.	Panificación		
	Volumen especifico.....	6 A 5	...