

"EVALUACION DE LA CALIDAD DE TRITICALE (X. tritico-secale Witmack)
COMPLETO Y SUBSTITUIDOS DE DIFERENTE GRADO DE DUREZA EN GRANO"

T E S I S

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

RODRIGO RASCON GAMEZ

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo con
especialidad en Irrigación

Noviembre 1987

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo
Particular y aprobada y aceptada como requisito parcial para la
obtención del grado de:

I N G E N I E R O A G R O N O M O E N :

I R R I G A C I O N

CONSEJO PARTICULAR:

Asesor: Agustín Romo

Consejero: Francisco Ramírez

Consejero: Avila Miramontes

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo especialmente al Dr. Arnoldo Amaya, Dr. Javier Peña así como al Ing. Ricardo Rodríguez Ramos, por su desinteresada ayuda y facilidades para la realización de este trabajo.

Al Ing. Agustín Romo por su dirección y revisión de este trabajo, a los Ingenieros Francisco Ramírez y Avila Miramontes por su valiosa cooperación en la revisión de este escrito.

Por su paciente apoyo y gran amistad a mis compañeros, Adolfo, Jaime, José y Francisco.

A Ma. Dolores Mir, quien gentilmente colaboró en la elaboración del manuscrito.

DEDICATORIA

A mis Padres: Por su comprensión y estímulo con mi
más profunda admiración

A mis Hermanos: Alberto, Raymundo, Gloria, Lupita,
Ernesto y Hector por su gran cariño
hacia mi.

Para Lupita: Con amor

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	
LISTA DE FIGURAS	
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	3
III. REVISION DE LITERATURA	5
3.1. Historia, clasificación y orígenes del Triticale	5
3.1.1. Breve historia del Triticale	5
3.1.2. Origen y progenitores	8
3.1.3. Clasificación botánica	9
3.2. Proceso de formación del Triticale	9
3.2.1. Tipos de Triticale	11
3.3. Usos del Triticale	11
3.4. Mejoramiento de la calidad del Triticale	12
3.5. Características de grano duro	14
3.6. Parámetros de calidad	15
3.6.1. Rendimiento harinero	15
3.6.2. Peso hectolítrico	15
3.6.3. Índice de dureza	16
3.6.4. Proteína	18
3.6.5. Tiempo de caída	19
3.6.6. Volumen de Pan	20
3.6.7. Sedimentación	21
3.6.8. Gluten	22
IV. MATERIALES Y METODOS	23
4.1. Fisiografía	23
4.1.1. Localización	23
4.1.2. Clima	23
4.1.3. Hidrología	23
4.2. Descripción del material	25
4.3. Análisis estadístico	27
4.4. Desarrollo del experimento	27
4.4.1. Campo	27
4.4.1.1. Siembra	27
4.4.1.2. Densidad	27
4.4.1.3. Fertilización	27

	Página
4.4.2. Laboratorio	27
4.4.2.1. Humedad del grano	27
4.4.2.2. Índice de dureza	28
4.4.2.3. Peso hectolítrico	28
4.4.2.4. Rendimiento harinero	28
4.4.2.5. Proteína	28
4.4.2.6. Tiempo de caída	28
4.4.2.7. Sedimentación	29
4.4.2.8. Gluten	29
4.4.2.9. Volumen de Pan	29
V. RESULTADOS	35
VI. DISCUSION	37
VII. CONCLUSIONES.....	41
VIII. BIBLIOGRAFIA	43
IX. APENDICE	45

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		Página
1.	Material Genético	25
2.	Resultados de Pruebas de Calidad	30
3.	Análisis de Varianza	31
4.	Prueba de Rango Múltiple de Duncan	32
5.	Correlaciones entre Triticale Completos y Substituidos con Diferentes Parámetros de Calidad	33
6.	Correlaciones entre Triticale de Grano Duro y Suave con Diferentes Parámetros de Calidad	34
FIGURA		
1.	Correlaciones entre Índice de Dureza y Peso Hectolítrico Valores Significativos (*) y Altamente Significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente	46
2.	Correlaciones entre Sedimentación y Volumen de Pan. Valores Significativos (*) y Altamente Significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente	46
3.	Correlaciones entre Proteína y Sedimentación..... Valores Significativos (*) y Altamente Significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente	47
4.	Correlaciones entre Índice de Dureza y Proteína Valores Significativos (*) y Altamente Significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente	47
5.	Correlaciones entre Proteína y Gluten Seco. Valores.. Significativos (*) y Altamente Significativos (**) al 0.05% y 0.01 respectivamente	48
6.	Correlaciones entre Índice de Sedimentación y Volumen de Pan. Valores Significativos (*) y Altamente Significativos (**) 0.05% y 0.01 respectivamente	48
7.	Correlación entre Proteína y Gluten Seco. Valores Significativos (*) y Altamente Significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente	49

	Página
8. Correlación entre Índice de Dureza y Proteína..... Valores Significativos (*) y Altamente Significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente	49
9. Correlaciones entre Sedimentación y Volumen de Pan... Valores Significativos (*) y Altamente Significativos (**) 0.05% y 0.01 respectivamente	50
10. Correlación entre Proteína y Sedimentación..... Valores Significativos (*) y Altamente Significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente	50
11. Correlación entre Sedimentación y Volumen de Pan..... Valores Significativos (*) y Altamente Significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente	51
12. Proceso para la Formación del Triticale Hexaploide .. y Octaploide; y su Doblamiento con Colchicina	52
13. Cromosomas Univalentes del Triticale Hexaploide antes de su Aplicación de Colchicina para su Doblamiento	53
14. Cromosomas Univalentes del Triticale Octaploide antes de su Aplicación de Colchicina para su Doblamiento	54

I. RESUMEN

La dureza de grano en triticales es relativamente nueva, anteriormente los triticales se caracterizaban por tener un grano arrugado y suave, recientemente se encontraron triticales con un grado de dureza y vitrocidad mucho mejor que las variedades existentes. Debido a esta diferencia en dureza de grano se realizó este trabajo que consiste principalmente en examinar las asociaciones entre las diferentes características de calidad de los triticales de grano duro y suave en sus dos diferentes tipos de triticales: Completo y Substituido.

En este trabajo se evaluaron 22 líneas de triticales, 14 de ellos eran triticales substituidos y 8 triticales completos, dentro de estos tuvimos 11 triticales con tipo de grano suave y 11 con tipo de grano duro. La siembra se llevo acabo en el Valle del Yaqui donde se cosechó y la semilla se analizó en el Laboratorio de Calidad de Trigo de CIMMYT. Los parámetros de Calidad que fueron analizados son los siguientes: índice de dureza, tiempo de caída en grano, peso hectolítrico, porcentaje de proteína en harina, rendimiento harinero, volumen de pan, gluten seco y sedimentación.

De los análisis e interpretación de los datos podemos definir los siguientes conceptos:

- a) Que en triticales con grano duro tendremos un mayor contenido de proteína.
- b) Se observó una alta calidad en triticales substituidos en relación a los triticales completos
- c) Como el tiempo de caída nos da una idea del índice de germinación de grano en la espiga, podemos definir que el tiempo de caída no va asociado con la dureza de grano

Debido a lo anterior podemos utilizar el triticales en una forma más amplia, como introducirlo a una zona con insumos suficientes ya que es una promisorio alternativa para reforzar la producción de granos alimenticios.

II. INTRODUCCION

Los cereales representan una de las principales fuentes de alimentación del mundo. En la actualidad la creciente demanda de granos se ha convertido en un serio problema, obligando así a buscar variedades con mayor potencial mediante el mejoramiento genético y a utilizar adecuadamente los recursos existentes.

En 1987 la U.S. Wheat Associates informó que se produjeron 499 millones de toneladas de trigo y que había una demanda de 487.3 millones de toneladas en el mundo. También se informó que para 1988 se producirían 505.7 millones de toneladas con una demanda de 506.5 millones de toneladas. En la actualidad se siembran 1'225,800 hectáreas de triticales en 32 países del mundo. En México se sembraron 8000 has. principalmente en los Estados de Michoacán, Tlaxcala, Coahuila, Jalisco y Sonora. Varughese*.

El Triticale (X. tritico-secale Witmack) es un anfiploide resultante de la duplicación de cromosomas del híbrido intergenérico, producido al cruzar el trigo (Triticum aestivum L.) con centeno (Secale sp.). Actualmente el triticale ha dejado de ser una curiosidad biológica y se ha convertido en un cultivo que se está mejorando genéticamente para contribuir a satisfacer la demanda de grano.

En 1875 en Escocia A.S. Wilson hizo la primera cruce de trigo con centeno obteniendo una planta estéril. Anónimo 1976. A través de los años se siguieron haciendo este tipo de cruces tratando de mejorar la fertilidad de la planta y no fue hasta 1937 que P. Givaudon desarrollo

* G. Varughese, Jefe, Programa de Triticale del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

la técnica de la colchicina para doblar los cromosomas de los híbridos estériles solventando así en gran parte el problema de la esterilidad de la planta. Anónimo (1976).

Los mejoradores han hecho una selección intensiva para diferenciar características en el mejoramiento de triticales, como resistencia a diferentes enfermedades, calidad y llenado de grano, etc. El triticales se presenta así como una buena alternativa para aumentar la producción de granos debido a sus características genéticas que lo hacen adaptarse mejor que el trigo a condiciones adversas, como son las de baja precipitación y suelos de fertilidad pobre. Además, posee resistencia a algunas enfermedades como Helminthosporium sp. Royas, Septoria sp., Carbón Parcial etc.

En comparación con sus progenitores el triticales presenta un crecimiento más lento, por lo menos en las primeras etapas de su desarrollo, las hojas son más grandes, mayor amacollamiento, las anteras de mayor tamaño, mayor número de espiguillas por espiga con lo que en general se puede decir que las plantas presentan un mayor vigor.

El mejoramiento de la calidad del grano de triticales es muy importante debido a que la harina con la que se fabrican los diferentes productos de consumo humano deben de llenar ciertos requisitos de calidad; la harina del triticales se puede utilizar para hacer galletas, biscochos, waffles, fideos y tortilla de harina.

El presente trabajo trata de examinar las diferentes características de calidad de los triticales de grano duro, y suave, en los dos "tipos" de triticales, completos (todos los cromosomas de centenos presentes presentes) y substituidos (los cromosomas de centenos substituidos por cromosomas homoeologos de trigo) con respecto a su fenotipo.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Historia, clasificación y orígenes del triticales.

3.1.1. Breve historia del triticales.

En este punto se trata de hacer una historia cronológica de los acontecimientos más importantes que involucran al triticales recopilada por lo descrito en CIMMYT 1976 y El Triticales 1987.

- | | | |
|------|----------|--|
| 1875 | ESCOCIA | A.S. Wilson informó a la Sociedad Botánica de Edimburgo acerca de una planta estéril, resultante de el primer cruzamiento entre trigo y centeno. |
| 1884 | ? | El rural New Yorker reporta una repetición del experimento de A.S. Wilson por parte de un investigador de apellido Carmen, publicó la primera ilustración del híbrido que tenía un cierto parecido a sus progenitores. |
| 1888 | ALEMANIA | W. Rimpau logra el primer híbrido fértil de trigo por centeno; Rimpau encontró una espiga que tenía 15 granos de las cuales 12 produjeron plantas de un fenotipo uniforme. |
| 1910 | U.R.S.S. | En la estación agrícola de Saratov, miles de híbridos de trigo por centeno aparecen. Las plantas F1 producen semillas de las que derivan híbridos mejorados fértiles y fenotípicamente intermedios. |
| 1935 | ALEMANIA | El nombre de "Triticales" aparece en la literatura científica como un género nuevo. |
| 1936 | SUECIA | A. Muntzing descubrió el mecanismo de la fertilidad espontánea en híbridos de trigo por centeno. |

- 1937 FRANCIA P. Givaudon desarrolla la técnica de la colchicina, para doblar cromosomas de los híbridos estériles, haciendo posible la producción de triticales fértiles.
- 1940 Se desarrolla la técnica de cultivo de embriones, para desarrollar embriones híbridos a partir de la semilla con endospermo mal formado.
- 1954 CANADA La Universidad de Manitoba, inició los primeros estudios tendientes a desarrollar como cultivo comercial; este mismo año, Shebeski, Jenkins y Evans, reunieron una colección mundial de triticales primario.
- 1964 MEXICO El proyecto internacional de mejoramiento de trigo de la fundación Rockefeller hace un acuerdo informal con la Universidad de Manitoba para extender el trabajo en triticales.
- 1965 CANADA La fundación Rockefeller establece un convenio en la Universidad de Manitoba por 3 años, para financiar la investigación sobre el triticales en colaboración con el proyecto internacional de mejoramiento de trigo.
- 1966 MEXICO Se funda CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) y se inician los trabajos en coordinación con el INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) en la introducción, selección e hibridación de líneas con resultados prometedores. La investigación cooperativa con la Universidad de

- Manitoba continúa.
- 1968 MEXICO La línea Armadillo, con casi fertilidad completa, un gen de enanismo, y superior tipo agronómico aparece espontáneamente en las parcelas de CIMMYT en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO). Armadillo se convierte en progenitor de numerosos triticales en el mundo.
- 1969 HUNGRIA Fueron calificados para su lanzamiento y producción comercial, dos triticales hexaploides secundarios desarrollados por KISS en 1965.
- 1969 ESPAÑA La variedad hexaploide Cachirulo desarrollada por Sánchez-Monge se libera para producción comercial.
- 1970 CANADA La variedad Rosner desarrollada por la Universidad de Manitoba y utilizada por las destilerías, se convierte en el primer triticales comercial de Norte América para el uso general.
- 1971 MEXICO Se distribuye la línea Cinnamon, el primer híbrido con 2 genes de enanismo para corregir el frecuente acamado en los triticales.
- 1972 MEXICO CIMMYT comienza una selección intensiva y mejoramiento para llenado de grano, asociado con alta fertilidad y comienzan esfuerzos para ampliar la base genética del triticales.
- 1974 MEXICO El 25% de las líneas probadas en el Noroeste de México rinde 7 ton/ha; los 5 triticales más rendidores en 47 localidades alrededor del mundo rinden 15% más que el mejor trigo harinero incluido como testigo en los ensayos.

- 1975 MEXICO Se libera el primer triticales: Yoreme.
- 1975 MEXICO Se identifica la primera familia estable con alto peso hectolítrico: Panda.
- 1976 MEXICO BEAGLE y DRIRA, 2 triticales completos muestran alto rendimiento y adaptación similar a la de la cruza Maya 2/Armadillo.
- 1979 MEXICO Se liberan 2 nuevas variedades: CANANEA 79 y CABORCA 79.
- 1980 FRANCIA Libera su primera variedad con el nombre de CLERCAL.
- 1981 Se reportan 42 variedades liberadas en 12 países entre los cuales se encuentran Australia, Portugal, U.S.A., Canadá, Ecuador, India y España.
- 1982 POLONIA LASKO, el triticales más ampliamente cultivado en el mundo, fue aprobado para su liberación en Polonia.
- 1985 BRASIL Brasil, el país que posee la mayor área potencial para cultivo de triticales, aprueba oficialmente el cultivo de triticales y libera 2 variedades.
- 1986 El triticales sobrepasa el millón de hectáreas sembradas alrededor del mundo.

3.1.2. Origen y progenitores.

El triticales data de 1875, cuando el científico Wilson, hizo la primera cruza de trigo con centeno, resultando una planta estéril Anónimo, (1976). Fue hasta 1888 que se obtuvo el primer híbrido fértil y la realizó Rimpau, quien de los 15 granos que obtuvo de una espiga de triticales, 12 de ellos produjeron plantas de un fenotipo uniforme. Anónimo, (1976).

En la actualidad existen varios tipos de triticales que son hexaploides y octoploides. El hexaploide se forma con la cruce de trigo duro (Triticum durum var.) que es un tetraploide con 14 pares de cromosomas $2n=2x=28$ y tiene los genomas AABB con centeno (Secale sp.) que es un diploide con 7 pares de cromosomas $2n=2x=14$ con genomas RR y el híbrido octoploide con la cruce de centeno y el trigo hexaploide (Triticum aestivum L.) que tiene 21 pares de cromosomas $2n=2x=42$ y genomas AABBDD.

Las especies de trigos duros que frecuentemente son utilizados son: T. durum var.; T. turgidum L.; T. polonicum L.; T. earthlicum Nevsky; T. dicoccum Schrank; T. dicoccoides Körn; T. timopheeve Zhuk y T. persicum. En centenos se utilizan Secale cereale, Secale montanum.

La especie de trigo hexaploide utilizada es (Triticum aestivum L.).

3.1.3. Clasificación botánica.

Clase:	Monocotildoneae
Orden:	Glumiflorae
Familia:	Gramineae
Tribu:	Triticeae=Hordeae
Sub-Tribu:	Triticineae

3.2. Proceso de formación del Triticale.

El primer descubrimiento en la producción de triticales fértiles, fue en 1937 con el descubrimiento de la Colchicina, un alcaloide venenoso, derivado de los cormos de semilla de croco de otoño (Colchicum autumnale). Varughese, et al (1987).

Un triticales primario hexaploide se crea al fecundar una planta de trigo con polen de centeno, después de 3 o 4 semanas antes de que el

embrión sea abortado por su endospermo anormal, se extirpa en condiciones asépticas y se transplanta a un medio de cultivo donde crece hasta plántula (esta técnica es crítica en la producción de un triticales hexaploide debido al alto grado de incompatibilidad), la plántula se coloca en una maceta con tierra y en la etapa de amacollamiento se le aplica a varios talluelos una solución de colchicina a fin de duplicar el número cromosómico del anfiploide, la extirpación del embrión de la semilla es necesario, ya que el endospermo de ésta es incapaz de sustentar la germinación y el crecimiento de las plantas.

Los cromosomas de las plantas deben duplicarse para permitir la meiosis y la mitosis en los órganos reproductores a fin de que se efectúe una autofecundación normal y en consecuencia para que la progenie resultante pueda ser fértil CIMMYT (1986). En el triticales octaploide la F1 intergenérica de híbridos de triticales es baja como también lo es la recuperación de las plantas derivadas de la cruce de duros por centeno (triticales hexaploides) los tratamientos de colchicina no siempre doblan los cromosomas y a menudo matan a la planta. Con tratamientos continuados la recuperación de semillas dobladas es normalmente menos del 40%.

Las cruces de trigo harinero (Triticum aestivum L.) por centeno (Secale SP) pueden ser plantadas directamente sin extirpar el embrión y después se tratan con colchicina. En la formación de triticales hexaploide y triticales octoploides son necesarias numerosas cruces para producir anfiploides fértiles, ya que la producción de semillas es generalmente pobre (2-3 semillas haploides por espiga). Varughese, et al (1987).

Los triticales primarios ordinariamente se cruzan entre ellos para

producir triticales secundarios, o bien se pueden cruzar con triticales secundarios para producir otros triticales con mejor fenotipo que los primarios. Casi todas las líneas avanzadas de triticales son ahora hexaploides secundarios y han sido cruzadas en alguna de sus etapas con un triticales octoploide, de esa forma las mejores características de los trigos harineros han sido incorporados a los triticales hexaploides. CIMMYT, (1976).

En CIMMYT se producen un 60% más de triticales hexaploides en relación a los triticales octoploides; y ésto es debido a la mejor adaptación y mayor potencial que tiene el triticales hexaploide sobre el octoploide (T. Barker, Comunicación Personal)*.

→ 3.2.1. Tipos de triticales.

Existen 2 tipos de triticales: hexaploides y octoploides, dentro de estos tipos pueden existir el completo y el substituído. El completo tiene todos los cromosomas de trigo y centeno. La substitución de cualquier cromosoma del genomio D de los trigos aestivum reemplazando a los cromosomas homeologos de centeno, se le llama triticales substituído.

Fenotípicamente los triticales completos presentan una espiga con mayor número de espiguillas. En cambio, el triticales substituído tiene mayor número de flores por espiga y más granos por espiguilla.

3.3. Usos del triticales.

La harina de triticales se puede usar para hacer galletas, biscochos, waffles, fideos y tortillas de harina.

El triticales tiene más alto contenido de lisina, mayor digestibilidad de proteína y un balance mineral mejor que el trigo, haciéndolo un

* Dr. T. Barker, Programa de Triticales del CIMMYT.

substituto o suplemento de otros cereales de grano en el consumo humano y animal. Varughese, et al (1987).

Skovmand (1984), observó en su trabajo que el triticales 6TA2-D4 cultivado en una localidad durante ciertos años produjo consistentemente pan de calidad igual que la de trigo.

Amaya, (1982) demostró que mezclando harina de triticales con trigo cultivado en condiciones de alta precipitación mejoraron la calidad de los productos producidos, la mezcla de harina de triticales con trigo en diferentes proporciones producen alimentos similares a los que nos proporcionan los trigos harineros; en proporciones de 75% de harina de triticales de alta calidad y 25% de trigo no había diferencia significativa en los productos producidos al utilizar harina de trigo.

Se ha comprobado que el triticales es mejor que el trigo cuando se utiliza para forraje y ensilado. Bishnoi, et al (1978) citados por Skovmand, et al, (1984) mostraron que forraje y ensilados de 2 cultivos eran significativamente mejores que los de trigo, centeno, avena o cebada, el contenido de proteína del forraje de triticales era de 22.4 a 24.1% mayor que el resto, excepto en la avena.

En comparación con trigo y centeno en un ensayo de pasto anual se observó la ventaja en peso diario de 0.72 kg por animal pastoreado con triticales, comparado con 0.69 kg y 0.59 kg, respectivamente. Varughese, et al (1987).

3.4. Mejoramiento de la calidad del triticales.

Se está mejorando el triticales haciendo cruza entre triticales primarios con primarios, secundarios y trigo.

La cruza de triticales hexaploide por trigo hexaploide es muy importante debido a las posibles substituciones de cromosomas. El

triticale tiene AABBRD en la meiosis, la constitución cromosómica será 14 bivalentes que corresponden a cromosomas de los genomios A y B y 14 univalentes de cromosomas de 7R y 7D durante la meiosis, algunas de las univalentes son eliminadas y las otras son transmitidas a la siguiente generación junto con todos los cromosomas A y B, dado que las plantas son predominantemente auto-polinizable, el resultado último, después de varias generaciones, podría ser teóricamente gran cantidad de plantas con distinta composición de cromosomas que irían desde triticales hexaploides puros, hasta trigos harineros con fórmulas de genomas, AABBRR y AABBDD respectivamente y podrían darse un gran número de productos intermedios con mezclas favorables con pares de cromosomas R y D. Wheat Training, (1986).

Un triticale "substituído" es en el cual uno o dos cromosomas del genomio D de trigo reemplazan a los cromosomas homeólogos de centeno, de este modo puede ser posible el mejoramiento de la fuerza de la masa y la calidad debido a la contribución del cromosoma del genomio D a las propiedades viscoelásticas necesarias para la producción de pan aceptable. CIMMYT, (1984).

En cruzamientos de triticale por trigo se ha podido transferir enanismo, precocidad, barba corta y tallo sólido y se ha cambiado la estructura de la molienda y panificación, características que son de suma importancia para el mejor aprovechamiento del grano de triticale. Ricardo Rodríguez* .

* (Comunicación Personal) R. Rodríguez, Jefe del Programa de Desarrollo de Germoplasma Básico CIMMYT 1987.

3.5. Características de grano duro.

La dureza del grano es una característica que es usada frecuentemente en la clasificación de los trigos, se conoce que los granos duros producen una mayor extracción de harina y un alto contenido de proteína en relación a los trigos de grano blando.

Green y Hinton, citado por Tremolada, (1986), observaron que si se corta el grano de un trigo duro y la superficie de corte se humedece ligera y uniformemente y luego se deja secar aparecen fisuras que siguen los contornos del endospermo, lo que no sucede con los trigos blandos, ya que no existe una relación con la estructura celular del endospermo.

Zeleny, (1971), estudiando la calidad del trigo, informó que la harina panadera está normalmente fabricada con trigos duros con alto contenido de proteínas y calidades de gluten deseables.

Los trigos de grano duro necesitan un diferente acondicionamiento que los trigos de grano suave. Se necesita agregar agua 48 hs. aproximadamente y 24 hs. respectivamente antes de la molienda, ésto es con la finalidad de hacer más flexible la cáscara de trigo y facilitar la separación del salvado e impidiendo que éste se rompa en pequeñas partículas y poder obtener una mayor extracción de harina.

Pomeranz, et al (1984), subrayaron que los trigos de granos duros al molerlos tienen un alto porcentaje de almidón dañado y ésto implicaba una mayor absorción de agua así como de niveles adecuados de azúcar fermentable para subir el potencial de volumen de pan de las harinas. Sin embargo, este potencial no puede ser realizado en harinas de trigos blandos, que tienen un porcentaje limitado de almidón dañado.

Amaya et al, (1986), definieron que el triticales de grano duro con un valor de índice de perlado de 13.0 o más tuvieron un menor

rendimiento de harina y un mayor contenido de cenizas que los granos suaves y semisuaves y que ésto se debía a sus dificultades para moler endospermo duro.

3.6. Parámetros de calidad.

3.6.1. Rendimiento harinero.

Rendimiento harinero, es deseable que las variedades de trigo tengan un alto rendimiento de harina que es el producto industrial más remunerado. Se conoce que los trigos duros producen una mayor extracción de harina y además un alto contenido de proteína en relación con los trigos de grano blando.

3.6.2. Peso hectolítrico.

Es un factor de comercialización y esta relacionado con el buen llenado y la diversidad del grano. El peso específico o peso hectolítrico es el peso por unidad de volumen en kgs/hl.

Este peso está influenciado por los siguientes factores:

- Tamaño del grano
- Forma del grano
- Uniformidad
- Densidad
- Humedad

Para trigos de endospermo duro el peso hectolítrico aceptable es de 80 kg/hl.

Para trigos de endospermo suave el peso hectolítrico aceptable es de 78 kg/hl.

En triticales el peso varia entre 65-80 kg/hl.

El peso hectolítrico bajo y el chupado del grano maduro se debe a un desarrollo pobre del endospermo. El crecimiento lento del endospermo puede ocasionar que el pericarpio se arrugue y quede suelto mientras que el colapso celular parcial trae como resultado huecos en el endospermo que reduce la capacidad de almacenamiento de los carbohidratos. Training, (1986).

Anteriormente se tenían bastantes problemas en triticales con un peso hectolítrico muy bajo, debido al arrugamiento del grano. Actualmente se ha avanzado en este aspecto, ahora se tienen líneas de triticales con un peso hectolítrico de 78.8 kg/ha. Esto indica un avance muy cercano a las variedades de trigo harinero (82 kg/hl). Varughese, (1984).

3.6.3. Índice de dureza.

Existen bastantes formas de definir el índice de dureza, a menudo estos métodos están basados en diferentes principios para medir la dureza del grano.

La dureza de semillas individuales puede medirse con penetrómetros, índice de perlado, índice del tamaño de las partículas, almidón dañado y tiempo de molienda. Obuchowski, et al (1980).

El índice de dureza se realiza en una perladora en la cual se somete al grano a un pulido durante un determinado tiempo, la pérdida del grano indicará la dureza. La dureza se expresa (Seg.), en porciento de dureza; cuando el grano es muy suave el porcentaje de dureza será alto. Con este dato podemos calcular que cantidad de agua debemos agregar al grano para su "acondicionamiento" antes de la molienda.

Amaya, et al (1986), en un estudio que realizaron con triticales de grano duro, semiduro y suave encontraron que el rendimiento de harina y

contenido de cenizas en harina fueron altos y bajos respectivamente cuando la humedad del grano fue ajustada a un nivel de acuerdo a la dureza del grano. También en este estudio se encontró que la dureza del grano estaba asociada a un alto contenido en proteína y una alta proteína de gluten.

Stenvert, citado por Santana, (1977), en su trabajo para evaluar los efectos de dureza del grano sobre características de molienda, encontró que los trigos duros dan más rendimiento harinero que los trigos blandos, pero esto estaba influenciado por la capacidad de tolerar un porcentaje de humedad más alto que los trigos blandos en el acondicionamiento y así dar un rendimiento óptimo de harina, además menciona que el endospermo de los trigos duros se fractura a lo largo de la pared celular, permitiendo una separación amplia entre endospermo y salvado, lo que no ocurre con los trigos suaves donde el endospermo tiende a romperse a través de la pared celular y hace la separación del salvado más difícil.

Kosmolak, (1978), informó que el tiempo de molienda puede ser usado para medir la dureza del grano en líneas de trigo en generaciones tempranas, basándose en esta técnica, Miller, (1981), evaluando el tiempo que se requería para moler una muestra de trigo encontró que el método era rápido y necesitaba una pequeña muestra de grano (5-6 gr) para evaluar la dureza, y definió que el ensayo puede detectar diferencias relacionadas con propiedades de molienda de los trigos duros, así como durezas entre algunas clases de trigo y entre algunas variedades que representan una única clase de trigo. Los resultados pueden también ser usados para evaluar dureza en muestras de mejoradores ya que selecciones con dureza o blanduras extremas pueden ser

descartadas y nos ayudan a distinguir entre trigos duros y blandos en canales comerciales.

Kosmalak, (1978), subrayó que el tiempo de molienda es una prueba selectiva para la dureza del grano y que estas duraciones de molienda pueda ser de utilidad para clasificar el trigo según su dureza.

3.6.4. Proteína.

La cantidad y la calidad de proteína se consideran factores primordiales en la medición del potencial de una harina en relación a su uso final. La cantidad de proteína cruda está relacionada con el nitrógeno orgánico total en la harina, mientras que evaluaciones de calidad se relacionan a las características físico-químicas de los componentes formadores de gluten. La cantidad de proteína es medida por el método clásico de Kjeldahl para el análisis de nitrógeno. Otra forma para la medición de ésta es el método Udy el cual se basa en la habilidad de los aminoácidos básicos para reaccionar con un colorante ácido y también es usado el espectro-fotómetro, éste nos da en pocos segundos el valor de proteína y se basa en la absorbancia de aminoácidos aromáticos.

Miller, (1981), menciona que existen más de 20 aminoácidos que se combinan de diferente manera para formar las proteínas que se encuentran en la harina; en los trigos duros de primavera la proteína asciende de 11 al 16% y en la de trigo duro de invierno es de 9 al 16%.

Swaminathan, (1986), menciona que para aumentar el contenido de proteína debe de haber más N para la absorción de la planta. Al proporcionar una disponibilidad estable de N, el rendimiento proteico puede aumentar por medio de una mejor absorción del suelo (eficiencia de absorción), o por una mayor movilización del N desde órganos vegetativos a los granos (eficiencia de utilización). Un rendimiento de grano de 4

t/ha. con un contenido proteico de 12.5% requiere que el cultivo tome 100 kg N/ha. (suponiendo un índice de cosecha de N 75%), teniendo cuidado de no aumentar el índice de cosecha a 95% porque tendría una descomposición rápida de las proteínas de las hojas y un aumento de la tasa de senescencia foliar, reduciendo así el rendimiento de granos. Otra forma sería la introducción de genes para obtener un mayor contenido proteico en líneas convenientes mediante la selección tradicional o la ingeniería genética.

Payne, citado por Arnold, (1986) observó que las técnicas electroforéticas permiten ahora identificar las diversas subunidades proteicas en una muestra de endospermo tomado de tan solo una tercera parte del grano. Pueden identificarse aquellas que muestran la presencia de subunidades de gluten con alto peso molecular y, ya que el embrión queda intacto puede sembrarse el grano para producir la siguiente generación de plantas.

3.6.5. Tiempo de Caída.

La germinación antes de la cosecha es actualmente un factor limitante sólo en la producción comercial del triticale; este problema es heredado del centeno, ya que éste es muy susceptible a la germinación antes de la cosecha.

Tiempo de Caída, este método se apoya en el principio de la gelatinización rápida de una suspensión de harina y la medición subsiguiente de la licuefacción del almidón por la acción de la alfa-amilasa.

Cuando encontramos una cantidad excesiva de alfa-amilasa, ésta licua demasiado el almidón, lo que nos produce cifras de descenso bajas, por lo tanto una mayor actividad enzimática.

Cuando obtenemos valores de Tiempo de Caída bajos tendremos una

mayor actividad enzimática y por consiguiente un mayor índice de brotamiento en la espiga, por el contrario si el valor de Tiempo de Caída es alto, el problema de germinación disminuye.

Rodríguez, (Comunicación Personal), menciona las cruces triticales por trigo obteniendo líneas fenotípicamente triticales en donde se habían transferido algunas características de trigo como enanismo, precocidad, llenado de grano y además tenían valores de Tiempo de Caída de altos.

Al evaluar diferentes líneas de triticales con diferente índice de dureza Amaya, et al (1986), encontraron que el peso hectolítrico y el Tiempo de Caída variaron entre los cultivares estudiados y se observó que ni la variación en el peso hectolítrico y en el Tiempo de Caída pudieron ser asociados con la dureza del grano entre los cultivares estudiados.

El fenómeno de germinación en las espigas es un proceso complejo que implica una serie de etapas. Muchas de éstas se ven afectadas por el medio. Dos grupos principales de izosimas dependen de controles genéticos diferentes. Swaminathan (1986). También en este estudio Swaminathan, (1986), indica que hay mucha variabilidad genética con respecto a la sensibilidad de germinación y que una selección completa nos daría mucha información acerca de genes útiles para la germinación.

3.6.6. Volumen de pan.

Esta prueba mide la aptitud panadera de los trigos y triticales; se expresa en centímetros cúbicos y esta prueba nos proporciona características de la masa, absorción de agua, características de la miga (textura y color), volumen de pan.

La harina de triticales resulta aceptable para producir sin

modificaciones en las técnicas de panificación muchos productos de pan sin levadura, aunque se ha informado que las mezclas de harina de triticales y de trigos harineros son superiores a la harina del triticales sólo para la producción de ciertos productos. Training, (1986).

La actividad de la alfa-amilasa que por lo general caracteriza a la harina de triticales afecta en forma negativa la calidad panificadora de la masa porque la enzima hidroliza excesivamente el almidón durante el proceso de panificación. Anónimo, (1971). Este efecto negativo puede disminuir significativamente si se reduce el tiempo de fermentación durante la elaboración de pan. CIMMYT, (1986).

La posibilidad de mejorar la calidad de panificación de los triticales es haciendo cruza de triticales por trigo con buena panificación; ya que en el genomio D del trigo se localizan genes que dan elasticidad al gluten. CIMMYT, (1986).

3.6.7. Sedimentación.

La sedimentación de una suspensión de harina en un medio ligeramente ligeramente ácido, está influenciada por la cantidad y calidad del gluten, esta prueba se basa en la capacidad de hidratación que tiene la harina en un medio ácido débil (5.2 PH) con un alto valor de sedimentación, se espera una buena calidad de panificación. La sedimentación de una harina está influenciada por la cantidad y calidad de gluten. Se utiliza gluten fuerte para panificación, y para galleta la harina del gluten débil. Tremolada, (1986).

Finney y Fryer citado por Santana, (1987), mostraron que temperaturas excesivamente altas y humedades relativas baja durante el período en que el trigo está madurando, puede tener un efecto de deterioro sobre la calidad del gluten.

3.6.8. Gluten.

El gluten (proteína insoluble en la harina del trigo) es reconocido como un factor básico de la calidad del trigo. La información de cantidad de gluten nos permite clasificar tanto el trigo como su harina. Anónimo, (1986).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Fisiografía

4.1.1. Localización

El Valle del Yaqui es una área agrícola que posee una superficie de 220,000 has cultivables. Ubicado en la planicie costera del sur de Sonora, entre las coordenadas 27°00' y 27°40' latitud norte y 109°30' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Montes B. citado por Moreno, (13).

4.1.2. Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, adaptada a la República Mexicana por García (1964), el clima es representado por BW(H') X(e'), el cual quiere decir que es muy desértico o desértico. Cálido con temperatura media anual mayor de 22°C y la del más frío es de 18°C, con un régimen de lluvia de verano muy extremoso, oscilación mayor de 14°C. Detenal (1970).

Las heladas que generalmente se registran entre diciembre y febrero son moderadas y de corta duración.

La precipitación media anual registrada en un período de observación de 28 años es de 266 mm.

4.1.3. Hidrología

El río Yaqui es de las corrientes más importantes de Sonora. Drena una área de 69,590 km², la cuenca consta de 72,575 km² hasta su desembocadura en el Golfo de California. El volumen medio anual aportado es de 2600 millones de m³ (SARH, 17), captando 3 presas: "La Angostura" (921 millones m³), presa "Plutarco Elías Calles" (3,020 millones m³) y presa

"Alvaro Obregón" (Oviachic) (3,227 millones m³). Los distritos de riego # 41 y 18 son irrigados por la presa Alvaro Obregón con una capacidad del vertedor de 11,1000 m³/seg.

4.2. Descripción del Material

Cuadro. 1. Material Genético.

No. Variedad o Cruza y Pedigree	Forma	Tipo	Flor. días	Mad. días	P. rec.	Substituciones	Translocaciones
1. CMH80.1157 CM80.1157-5Y-1B-3Y-4B-1Y-0B	Substituido	Duro	88	132	0		
2. CM72A.576/FS477//GD/3/CM77A.1165 CM81.1167-5B-5Y-1B-2Y-0B	Substituido	Duro	76	125	0	6A,6D y 2R,2D	
3. CMH77A.1165 CMH77A.1165-1B-2Y-1B-5Y-0Y	Substituido	Duro	71	127	0	6A,6D y 2R,2D	
4. CMH80.1157 CMH80.1157-5Y-1B-3Y-4B-2Y-1B-0Y	Substituido	Duro	88	138	0	6A,6D y 2R,2D	4B/5BL,5BS/?
5. CMH80.1212 CMH80.1212-3Y-1B-2Y-3B-1Y-0B-4B-0Y-3B-0Y	Substituido	Duro	83	137	0		
6. PND6/CMH77.1135//PND6 CMH80A.1196-7B-6Y-3B-1Y-2B-0Y-6B-0Y	Substituido	Duro	83	130	5MR		
7. TONC/H507.71A//TONC CMH79.1292-1Y-1B-3Y-10B-0Y-3Y-1B-0Y-3B-0Y	Completo	Duro	98	148	TMR	7 cromosomas de centeno	
8. Yogui "S" B-2734	Completo	Duro	85	132	5MR	7 cromosomas de centeno	
10. Hippo "S" X-62468-B-2M-2Y-4M-4Y-0Y	Completo	Duro	87	129	TMR	7 cromosomas de centeno	
11. RHINO "S" CIT-1367-1Y-5Y-3M-0Y	Completo	Duro	88	129	TMR		
12. CMH76.1330//M2A/SAR "S" CMH79.1398-7Y-1B-1Y-3B-2Y-2B-1Y-1B-0Y	Substituido	Suave	85	127	TMR	1D,1R	5RS/DL en 5B
13. PND6/CMH77.1135//PND6 CMH80A.11967B-6Y-3B-1Y-2B-1Y-0B	Substituido	Suave	83	128	0		
14. CMH77.1135/PND6 CMH81.1220-1Y-1B-1Y-2B-2Y-0B	Substituido	Suave	88	130	0		
15. CMH77.1135/2*CMH77A.1165 CMH81A.1239-2B-8Y-1B-0Y	Substituido	Suave	85	127	TMR	1D,1R	5RS/DL en 5B

Cuadro 1. (continuación).

No.	Variedad o Cruza y Pedigree	Forma	Tipo	Flor. días	Mad. días	P. rec.	Substituciones Translocaciones
16.	CMH72A.576/FS477//GD/3/CMH77A.1165 CMH81A.1161-5B-7Y-5B-0Y	Substituido	Suave	60	125	TMR	
17.	TOC/H507.71A//TOMC/3/CMH78.1131 CMH82A.1115-1B-3Y-6B-0Y-3B-0Y	Completo	Suave	79	128	TR	7 cromosomas de centeno
18.	ELK54 B507	Completo	Duro	86	127	TR	
21.	CMH72A.576/FS477//GD/3/CMH77A.1165 CMH81A.1161-5B-7Y-2B-3Y-2B-0Y	Substituido	Suave	67	127	TMR	6A,6D y 2R,2D
22.	ALAMOS	Substituido	Suave	85	130	0	2R,2D
23.	LECHON"S"/PRL"S" Cit-1751-1M-1Y-1M-1Y-1M-0Y	Substituido	Suave	84	118	TMR	2R,2D
24.	SISKIYOU	Completo	Suave	93	144	S	
25.	TETAL 1 Cit-1017-3Y-3M-3Y-1M-1Y-500M	Completo	Suave	89	131	TR	

4.3. Análisis estadístico.

Las características de calidad fueron probadas por un análisis de varianza para determinar si había mejor calidad en los diferentes triticales de grano duro y suave. La significancia de los resultados arrajados por el análisis fue determinado por la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan. Las relaciones entre los Parámetros de Calidad y los diferentes tipos y formas de los triticales fueron calculados por coeficientes de correlación lineal.

$$r^2 = \frac{[(X-\bar{X})(Y-\bar{Y})]^2}{(X-\bar{X})^2 (Y-\bar{Y})^2}$$

X= Variable Independiente
Y= Variable Dependiente

4.4. Desarrollo del experimento.

4.4.1. Campo.

4.4.1.1. Siembra.

Se sembró el 26 de noviembre, 1 surco doble de 5 mts.

4.4.1.2. Densidad.

120 kgs/ha.

4.4.1.3. Fertilización.

150-40-0; aplicando la mitad del nitrógeno en la siembra junto con todo el fósforo y la complementación en el primer riego de auxilio.

4.4.2. Laboratorio.

4.4.2.1. Humedad del grano.

En este análisis se utilizó el Método conductimétrico en el Aparato Steinlite de acuerdo con el Método 44-10 de la American Association of Cereal Chemistry, (AACC) (1979).

4.4.2.2. Índice de dureza.

Se realiza en una perladora. Se colocan 20 gr. de la muestra en la perladora, se perla durante un minuto, luego se cierne la muestra perlada y se pesa la harina cernida.

$$\text{Fórmula: } \frac{PF}{P_i} \times 100 = \% \text{ dureza}$$

P_i

en donde: P_i = peso inicial de la muestra.

P_f = peso final de la harina.

4.4.2.3. Peso hectolítrico.

Se determinó por medio de la balanza standard Ohaus que mide el peso específico por unidad de volumen en kg/hl. Método usado se describe en 84-10 de la Asociación Americana de Químicos Cerealistas (AACC), (1979).

4.4.2.4. Rendimiento harinero.

Se utilizó el molino automático Buhler. Este molino tiene 3 pasajes de trituración y 3 de reducción, los cuales nos dan un total de 6 fracciones de harina que se mezclan para obtener la muestra de harina a analizar.

4.4.2.5. Proteína.

Se utilizó el Método de Kjeldahl (46-12) descrito por la AACC. El factor de conversión nitrógeno - proteína fue 5.7. AACC (1979).

4.4.2.6. Tiempo de Caída.

El método de Tiempo de Caída es el más rápido para determinar la actividad de alfa-amilasa y también nos puede indicar el inicio de germinación del grano.

El aparato para determinar Tiempo de Caída utiliza el principio de la rápida gelatización de la suspensión de harina con la subsecuente medida de la licuefacción del almidón ocasionada por la actividad enzimática de la alfa-amilasa, ésto es similar a los cambios que ocurren durante el proceso de panificación. Anónimo, (1986). El procedimiento está descrito en el Manual de AACC, (1979).

4.4.2.7. Sedimentación.

Se determina con 3.2 gr de harina y está basada en la capacidad de hidratación de la harina en un ácido débil. El Método utilizado fue de Dick y Quick (1983).

4.4.2.8. Gluten.

Se coloca en el aparato Glutomatic de la Compañía, FN. AB. la muestra, se agregan 4.9 ml de solución salina al 2%, una vez separado el gluten de la harina se pone entre 2 planchas teflonadas para su secado, una vez hecho ésto se determina directamente el peso del gluten seco.

4.4.2.9. Volumen de Pan.

Método utilizado fue el de AACC, (1979).

Cuadro 2. Resultados de pruebas de calidad

OBS	VAR	REP	FORMA	TIPO	RENHAR	VOLPAN	PROT	T.C.G.	SEDIM	IDUREZ	GSECO	P.H
1	1	1	S	D	54.7	525	13.1	169	13.0	33	9.7	74.6
2	1	2	S	D	56.4	.	13.3	202	12.0	.	9.6	.
3	2	1	S	D	60.4	470	12.8	371	11.8	33	9.1	75.2
4	2	2	S	D	60.7	.	12.6	377	11.0	.	9.2	.
5	3	1	S	D	64.4	430	13.1	402	9.4	33	9.7	74.0
6	3	2	S	D	62.1	.	13.1	445	8.5	.	9.9	.
7	4	1	S	D	61.9	540	13.2	195	11.5	33	9.4	76.0
8	4	2	S	D	62.3	.	13.4	192	11.0	.	9.3	.
9	5	1	S	D	68.9	475	12.4	307	8.5	36	7.6	74.0
10	5	2	S	D	68.9	.	12.2	272	10.0	.	7.6	.
11	6	1	S	D	67.5	605	12.0	578	15.5	36	8.7	70.8
12	6	2	S	D	66.0	.	11.8	559	11.0	.	8.6	.
13	7	1	S	D	72.2	510	10.3	298	13.0	42	5.8	70.8
14	7	2	S	D	72.8	.	10.1	300	14.0	.	5.7	.
15	8	1	S	D	74.0	460	10.0	336	8.0	39	6.4	77.2
16	8	2	S	D	76.5	.	10.2	378	8.0	.	6.2	.
17	10	1	S	D	62.2	650	10.4	109	12.0	39	6.2	76.8
18	10	2	S	D	61.7	.	10.1	115	11.0	.	6.7	.
19	11	1	S	D	71.6	425	8.6	105	6.5	42	5.4	77.6
20	11	2	S	D	68.5	.	9.1	116	6.5	.	5.2	.
21	12	1	S	S	68.5	665	12.4	775	13.5	63	9.3	75.2
22	12	2	S	S	68.5	.	12.7	775	13.0	.	9.5	.
23	13	1	S	S	60.8	610	11.1	162	15.0	54	7.4	74.2
24	13	2	S	S	60.0	.	11.2	168	15.0	.	7.5	.
25	14	1	S	S	64.4	475	11.1	313	10.0	48	6.8	72.2
26	14	2	S	S	65.8	.	11.0	291	9.0	.	7.0	.
27	15	1	S	S	70.1	615	11.0	100	12.5	54	6.8	72.0
28	15	2	S	S	70.1	.	10.5	114	11.0	.	7.0	.
29	16	1	S	S	63.5	445	10.2	295	7.0	54	7.0	75.8
30	16	2	S	S	63.5	.	10.8	303	7.6	.	7.1	.
31	17	1	S	S	73.3	595	9.7	252	14.0	54	5.0	70.6
32	17	2	S	S	72.3	.	10.0	259	13.0	.	5.2	.
33	18	1	S	D	74.3	575	9.8	220	12.0	45	5.8	72.2
34	18	2	S	D	75.4	.	9.4	290	11.5	.	5.8	.
35	21	1	S	S	67.7	545	10.9	154	10.0	57	6.9	74.0
36	21	2	S	S	67.5	.	10.1	164	11.0	.	7.3	.
37	22	1	S	S	68.8	550	10.5	135	10.0	57	6.1	72.6
38	22	2	S	S	67.0	.	10.2	177	11.0	.	6.0	.
39	23	1	S	S	61.6	770	8.8	230	12.0	61	.	75.5
40	23	2	S	S	61.9	.	8.7	225	12.0	.	.	.
41	24	1	S	S	61.4	460	8.1	182	5.0	56	6.5	67.5
42	24	2	S	S	61.3	.	10.1	109	5.5	56	6.5	71.9
43	25	1	S	S	67.4	455	7.2	118	4.5	56	5.5	.
44	25	2	S	S	57.9	.	8.5	337	6.0	.	5.4	.

OBS = Observaciones

VAR = Variedades

REP = Representación

RENHAR = Rendimiento Harinero

PROT = Proteína

SEDIM = Sedimentación

IDUREZ = Índice de Dureza

GSECO = Gluten Seco

P.H = Peso Hectolitrico

Cuadro 3. Análisis de varianza

Variable dependiente: Prot.							
FUENTE	GL	S.M.	C.M.	F.Obs.	PR. F	R-Cuadrada	C.V.
Modelo	2	15.73	7.86	3.57	0.037	0.148	13.73
Error	41	90.46	2.20	-	-	-	-
TOTAL	43	106.19					

FUENTE	GL	S.S.	F.Obs.	PR. F
Rep.	1	0.130	0.06	0.80
Tipo	1	15.60	7.07	0.01

Cuadro 4. Prueba de rango multiple de Duncan.

ALPHA= .05 DF=41 MSE=2.20634

RANGO CRITICO = 0.9045

MEDIA SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES

GRUPO	MEDIA	N	TIPO
A	11.40	22	D
B	10.21	22	S

Cuadro 5. Correlaciones entre TCL completos y substituidos con los diferentes parámetros de calidad.

	P.H.	G.Seco	I.D.	Sed.	T.C.G.	Prot.	V.Pan	R.Hari.
Substituidos	P.H.		-0.775	-0.007	-0.164	0.308	0.003	0.211
	G.Seco	0.398		-0.124	-0.167	0.330	0.150	-0.403
	I.D.	0.026	-0.638		-0.315	-0.537	-0.178	-0.420
	Sed.	-0.262	0.256	0.0003		0.682	0.801	0.431
	T.C.G.	-0.014	0.508	-0.039	0.211		-0.009	0.451
	Prot.	0.076	0.917	-0.777	0.077	0.363		0.273
	V.Pan	-0.005	-0.031	0.580	0.620	0.084	-0.479	
	R.Hari.	-0.512	-0.499	0.382	-0.137	0.186	-0.254	0.104
								Completos

Cuadro 6. Correlaciones entre TCL de grano duro y suave con los diferentes parámetros de calidad.

	P.H.	G.Seco	I.D.	Sed.	T.C.G.	Prot.	V.Pan	R.Hari
Suaves	P.H.	-0.054	-0.137	-0.670	-0.577	-0.170	-0.285	-0.189
	G.Seco	0.565	-0.951	0.269	0.354	0.959	-0.019	-0.811
	I.D.	0.345	0.465	-0.152	-0.310	-0.920	0.157	0.793
	Sed.	0.369	0.344	0.114	0.344	0.2664	0.729	-0.269
	T.C.G.	0.363	0.663	0.421	0.229	0.319	-0.059	0.1139
	Prot.	0.465	0.763	-0.006	0.561	0.518	-0.023	-0.747
	V.Pan	0.432	0.443	0.596	0.753	0.266	0.287	-0.173
	R.Hari	-0.150	-0.079	0.016	0.331	0.096	0.272	0.069

Duros

V. RESULTADOS

Análisis de varianza para triticales duros y suaves.

Una vez obtenido los datos en el laboratorio se procedió a realizar el análisis estadísticos, el cual se expone en los Cuadros 3 y 4. La prueba del Rango Multiple de Duncan nos indica que había diferencias altamente significativas en el tipo de grano, mostrándonos en esta prueba que los triticales de grano duro tienen un mayor contenido de proteína.

Correlaciones entre forma:

Triticales completos:

Estos resultados los podemos observar en el Cuadro 5 en este cuadro observamos correlaciones positivas entre el valor de proteína y sedimentación, además también existe esta asociación positiva entre el valor de volumen de pan y sedimentación.

En el Cuadro 5 observamos una correlación negativa entre el valor de índice de dureza y el de peso hectolítrico, y es que en la escala de medida del índice de dureza los valores más bajos corresponden a triticales de grano más duro. Es por ésto que podemos definir que a mayor dureza podemos tener una compactación mayor del grano y un llenado mayor y por lo tanto, un mayor peso hectolítrico.

Triticales substituidos:

En el Cuadro 5 observamos una asociación altamente positiva entre el valor de proteína y gluten seco, también existe una correlación entre los valores de volumen de pan y sedimentación.

En este mismo nos indica una asociación negativa entre el valor de proteína y el índice de dureza.

Triticales de grano duro

Los resultados obtenidos en el Cuadro 6 nos indica las siguientes correlaciones: proteína y gluten seco, volumen de pan y sedimentación, rendimiento harinero e índice de dureza, rendimiento harinero y gluten seco, proteína y rendimiento harinero, índice de dureza contra gluten seco y proteína respectivamente.

Triticales de grano suave

La correlación que nos indica el Cuadro 6 es entre proteína y tiempo de caída, además de la asociación entre el valor de sedimentación y gluten seco.

VI. DISCUSION

Análisis de varianza para duros y suaves.

En los Análisis de Varianza se observó que no había diferencias significativas entre el tipo de grano y los siguientes parámetros de calidad, tiempo de caída, sedimentación, gluten, rendimiento harinero, volumen de pan, peso hectolítrico, mientras que en proteína se observó que sí había diferencias significativas entre el tipo de grano, mostrándonos en este análisis y en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan, que los triticales de grano duro tienen un mayor contenido de proteína.

Correlaciones entre forma.

TRITICALES COMPLETOS.

Índice de Dureza. (I.D.). Los valores de correlación reportados en el Cuadro 5 nos indica una asociación negativa entre los valores de índice de dureza y peso hectolítrico. Conviene recordar que en la escala de Medida de Índice Dureza los valores más bajos corresponden a triticales de grano más duro y los valores altos corresponden a triticales de grano suave, por lo tanto, en los triticales completos de grano duro, habrá un peso hectolítrico más alto.

Proteína (Prot.). Pomeranz citado por Santana, (1971), encontró que el contenido de proteína es un factor que afecta fuertemente al volumen de pan y sedimentación. En el Cuadro 5 observamos que existe esta misma situación, ya que existe una correlación positiva alta entre el valor de proteína y el de sedimentación.

Volumen de Pan (Vol. Pan.). Para una mejor calidad de panificación son necesarios un alto contenido de proteína y valores altos de sedimentación. Observamos que en triticales completos hay una correlación significativa entre el valor de volumen de pan y el de sedimentación, estos valores son necesarios desde el punto de vista molinero y panadero, ya que son más convenientes para panificación valores con alto grado de proteína y sedimentación, y valores medios a bajos para galletería.

TRITICALES SUBSTITUIDOS

Proteína (Prot.) Esta característica está correlacionada alta y positivamente con el valor de gluten seco y a la vez esta misma característica tiene una asociación negativa con el valor de índice de dureza, esto nos indica que debemos de seleccionar triticales substituidos con valores bajos en índice de dureza para obtener mejor calidad en las líneas.

Volumen de Pan (Vol. Pan). Los resultados del Cuadro 5 nos muestran la asociación positiva entre volumen de pan y el valor de sedimentación. Por lo anterior, se requiere que para panificación se necesitan triticales con valores altos en sedimentación, mientras que valores bajos a medios de esta característica son buenos para galletería.

Índice de Dureza (I.D.). Barker, (1971), citado por Santana (1977), encontró que había una fuerte relación positiva entre la dureza del grano y el contenido de proteína. En el Cuadro 5 se observa esta misma situación, ya que hay una asociación entre índice de dureza y las características de calidad panadera (proteína, volumen de pan, gluten seco). De acuerdo con ésto los triticales substituidos con mayor dureza tendrán una mejor calidad que los Triticales de grano suave.

TRITICALES DE GRANO DURO

Proteína (Prot.) Amaya, et al (1986), encontraron que en triticales de grano duro existía más proteína de gluten que en los triticales de grano blando y que ésto era en parte el reflejo del mayor contenido de proteína que existía en el triticales de grano duro, en el Cuadro 6 se puede observar esta misma situación, ya que existe una correlación alta y positiva entre el valor de proteína y gluten seco, además una asociación negativa alta entre proteína e índice de dureza, ésto puede llevarnos a que en el Triticale Substituído de grano duro podemos obtener mayores valores de proteína y sedimentación.

Volumen de Pan (Vol. Pan). Observamos en el Cuadro 2 que hay una correlación positiva entre el valor de volumen pan y el valor de sedimentación.

Rendimiento Harinero (Rend. Hari.). En el Cuadro 6 encontramos que el valor de Rendimiento Harinero está correlacionada en forma alta y negativa con los valores de gluten seco y proteína, además en forma positiva y alta con el valor de índice de dureza, ésto nos puede llevar a utilizar material de grano duro para mejor calidad.

Índice de Dureza (Ind. Dureza). En Triticales Substituídos de grano duro llevamos una mejor calidad en relación a los Triticales Completos y ésto se puede observar en las correlaciones altas negativas entre índice de dureza contra gluten seco y proteína, respectivamente.

Rendimiento Harinero (Rend. Hari.). Las variedades suaves se caracterizan por tener un índice de dureza alto y rendimiento de harina bajo, Stenvert citado por Santana (1977). En el Cuadro 6 observamos esta

misma situación, ya que existe una correlación negativa entre las características de índice de dureza y rendimiento harinero, ésto nos indica que a medida que seleccionamos triticales con mayor dureza de grano obtendremos un rendimiento de harina mayor.

TRITICALES DE GRANO SUAVE

Proteína (Prot.). Los resultados del Cuadro 6 nos indican que para calidad de panificación, son necesarios altos contenidos de proteína, gluten fuerte y ésto lo manifiestan los valores de correlación entre los valores de proteína y sedimentación, gluten seco respectivamente; además que en valores altos de proteína existe una menor actividad de alfa-amilasa y por lo tanto un menor índice de germinación de grano en la espiga, ésto nos lo indica la correlación de proteína contra tiempo de caída.

Volumen de Pan (Vol. Pan). La asociación en valores de sedimentación y gluten seco nos comprueba una vez más que para panificación se necesitan valores de sedimentación altos (Cuadro 6).

VI. CONCLUSIONES

1. Observamos que la dureza del grano va asociado con el contenido de proteína y que es más alto en triticales substituídos y ésto se puede deber a las substituciones del genomio D por R, ya que el gen D lleva consigo las propiedades de calidad de los trigos harineros.
2. Se puede definir que la calidad puede mejorarse en los triticales y puede utilizarse para producir productos de buena calidad para el consumo humano, y en base a ésto introducir este cultivo a zonas con insumos suficientes y tener una mejor diversidad de cultivos.
3. Se puede concluir que el valor de tiempo de caída no depende del grado de dureza del grano, ya que no hubo ninguna relación en los triticales de grano duro y triticales de grano suave.
4. Los resultados no son de ninguna forma concluyentes, pero se observa que en los triticales substituídos cambia la calidad. Es necesario hacer más investigaciones con respecto a las substituciones para saber cuál es el tipo que nos mejora la calidad y poder obtener mayor contundencia en los resultados.

VIII. RECOMENDACIONES

En este trabajo hemos podido confirmar que la calidad de los triticales puede mejorarse, y que puede utilizarse los productos del triticales para consumo humano. También, que el triticales tiene un gran potencial como cultivo no solamente en zonas marginales sino que también en zonas donde existen insumos suficientes para su desarrollo óptimo.

En el Cuadro 1 se encuentran datos donde nos indican las substituciones que hay entre los cromosomas de trigo y centeno. Con estos datos se podría hacer un estudio más detallado de cuál posible substitución es la que lleva asociada una mejor calidad y así poder auxiliarnos mejor en el mejoramiento de la calidad de los triticales.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Amaya, A. 1982. CIMMYT Annual Report on Wheat Improvement. International Maize and Wheat Improvement Center. El Batán, México.
2. Amaya, A., Peña, R.J. and Varughese, G. 1986. Influence of Grain Hardness on the Milling and Baking Properties of Recently Developed Triticales. CIMMYT. México, D.F.
3. ----- . 1986. Wheat training manual. CIMMYT. México, D.F.
4. ----- . 1976. Trigo por centeno = triticales. Ed. CIMMYT Hoy. Folleto de Investigación No. 5.
5. ----- . 1971. De la harina al pan. Wheat Flour Institute. Great Plains Wheat. Washington. 80 pp.
6. Arnold, M.H. 1986. El papel de la ciencia y la tecnología en la producción del maíz y trigo. CIMMYT. El Batán, México. 110pp.
7. American Association of Cereal Chemists (AACC). 1979. Methods of Analysis of AACC. The Association, St. Paul, Minn.
8. CIMMYT 1986. CIMMYT Research Highlights. 1985. CIMMYT. México, D.F. P.81-82;116pp.
9. CIMMYT 1984. Research Highlights. 1985. CIMMYT. México, D.F. P.59-65; 103 pp.
10. Dick, J.W. and Quick, J.S. 1983. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines. Cereal Chem. Vol. 60, 315 pp.
11. Kosmolak, F.G. 1978. Grinding time-screening test for kernel hardness in wheat. Can. J. Plant Sci. Vol.58,41 pp.
12. Miller, S.B., Afework A.S., Hughtes, W.J. and Pomeranz, Y. 1981. Wheat Hardness: time required to grain wheat with the Brabender Automatic Micro-hardness tester. Vol. 46; 1865 pp
13. Moreno, S.B. 1985. La resistencia monogénica para la formación de variedades multilíneas en trigo. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal. 56 pp. (Tesis)
14. Obuchowsky, W. and Bushuk, W. 1980. Wheat hardness: comparison of methods of its evaluation. Cereal Chem. 57 (6): 421-425.
15. Pomeranz, Y., Bolling H. and Zwingelberg H. 1984. Wheat hardness and baking properties of wheat flours. Journal of cereal science Vol. 2,137-143 pp.

16. Skovmand, B., Fox, P.N. and Villarreal R. 1984. Triticale in commercial agriculture: progress and promise. CIMMYT. El Batán, México. D.F. P.3-41; 45pp.
17. Swaminathan, M.S. 1986. Revolución verde. CIMMYT. El Batán, México. D.F.
18. Santana. 1977. Relaciones y parámetros de estabilidad en rendimiento y calidad de trigo. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados. 81pp. (Tesis M.C.)
19. SARH, Hidrología de Sonora. 1985. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Boletín. Hermosillo, Sonora, México. 150 pp.
20. Tremolada, Martha. 1986. Reporte de entrenamiento. CIMMYT. El Batán, México, D.F. 57 pp.
21. Varughese, G., T. Barker and E. Saari. 1987. Triticale, CIMMYT. El Batán, México, D.F. 32 pp.
22. Varughese, G. 1984. Annual Report on Wheat Improvement International Maize and Wheat Improvement Center. El Batán, México. pp
23. Zeleny, L. 1971. Criteria of wheat quality. On wheat chemistry and technology. Ed. Y. Pomeranz Am Ass Cereal Chem. p. 19-25.

A P E N D I C E

COMPLETOS SOLO

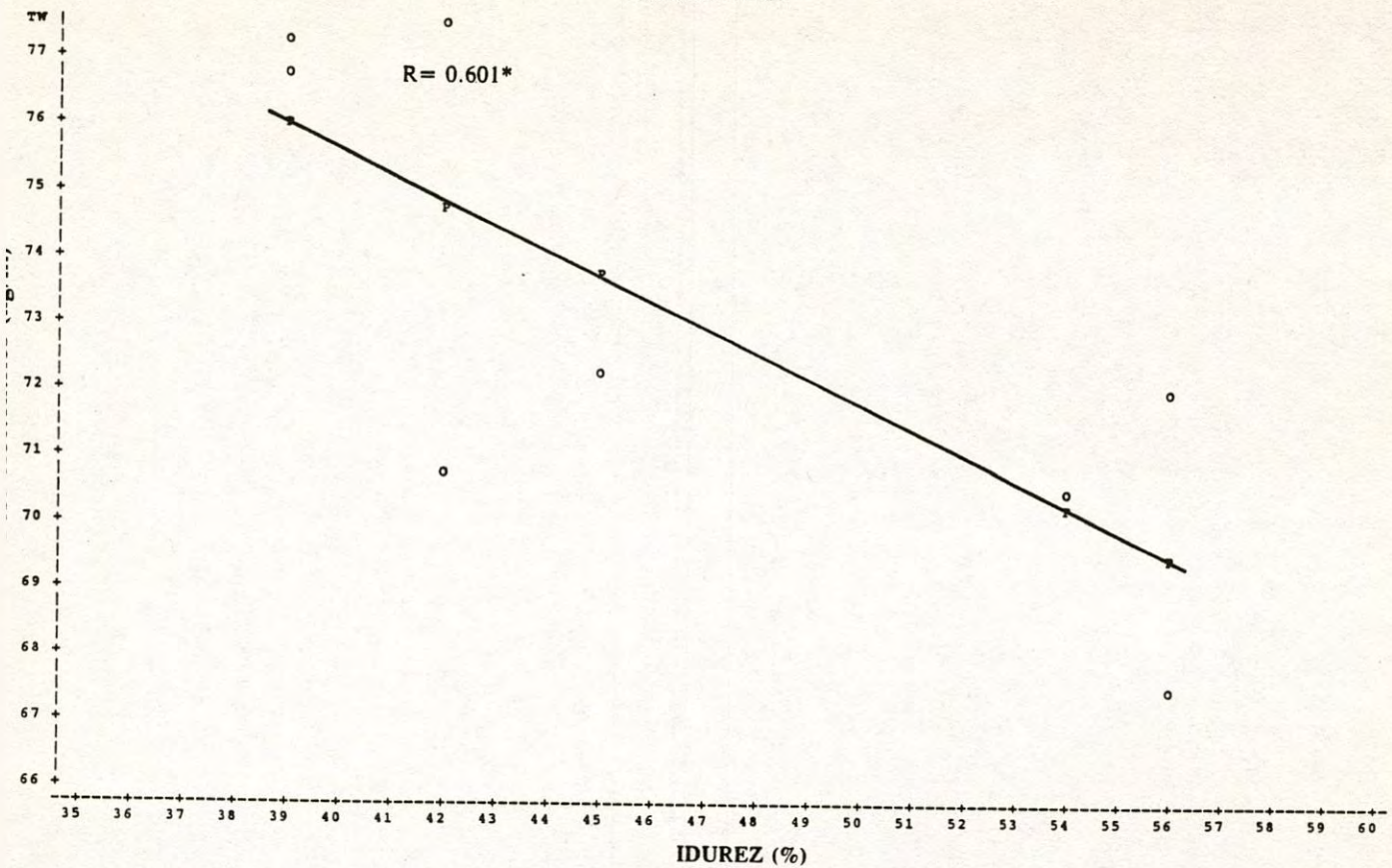


Figura 1. Correlaciones entre Ind. Dureza y P.H valores significativos (*) y altamente significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente.

COMPLETOS SOLO

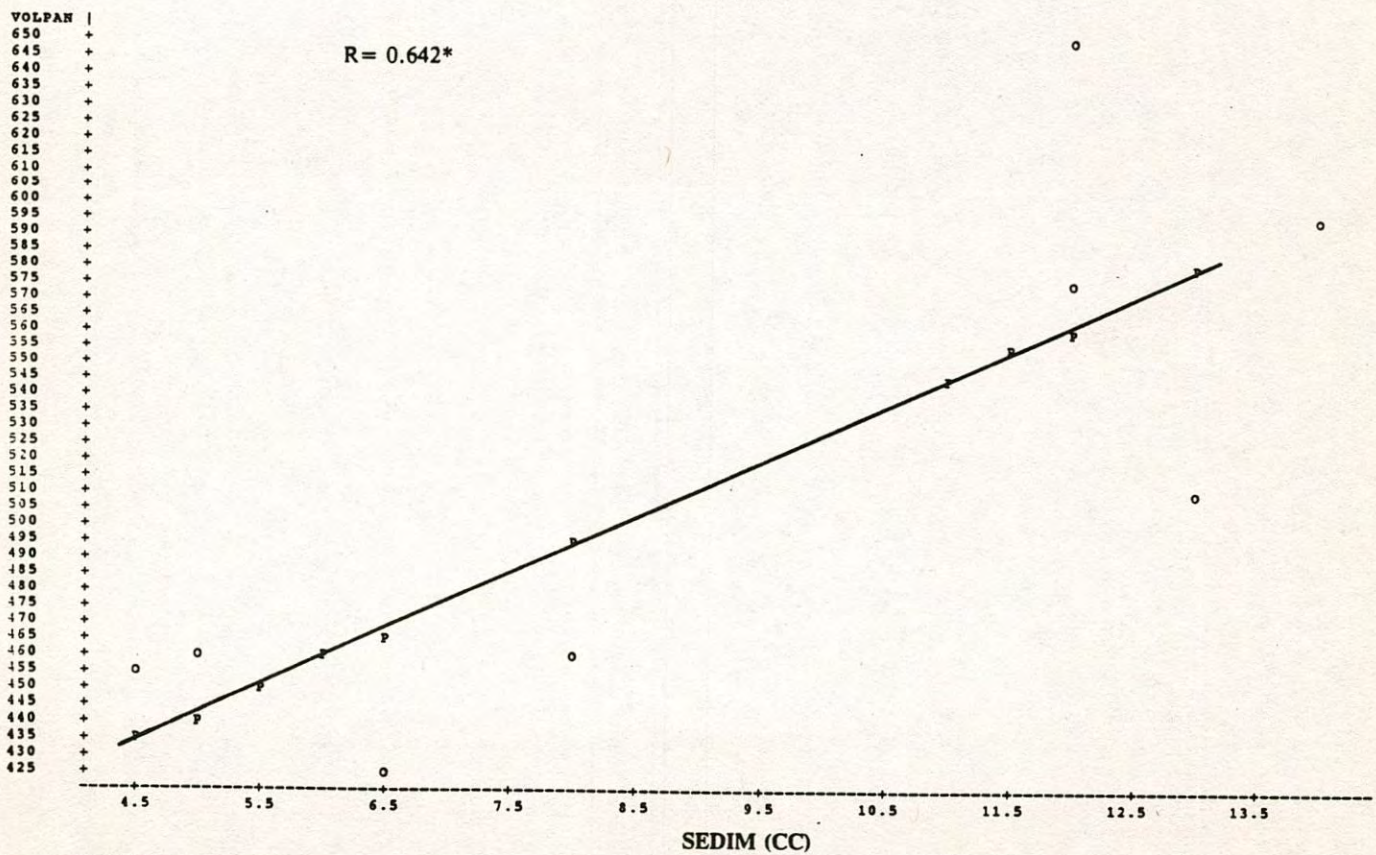


Figura 2. Correlaciones entre sedimentación y volumen de pan. Valores significativos (*) y altamente significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente.

COMPLETOS SOLO

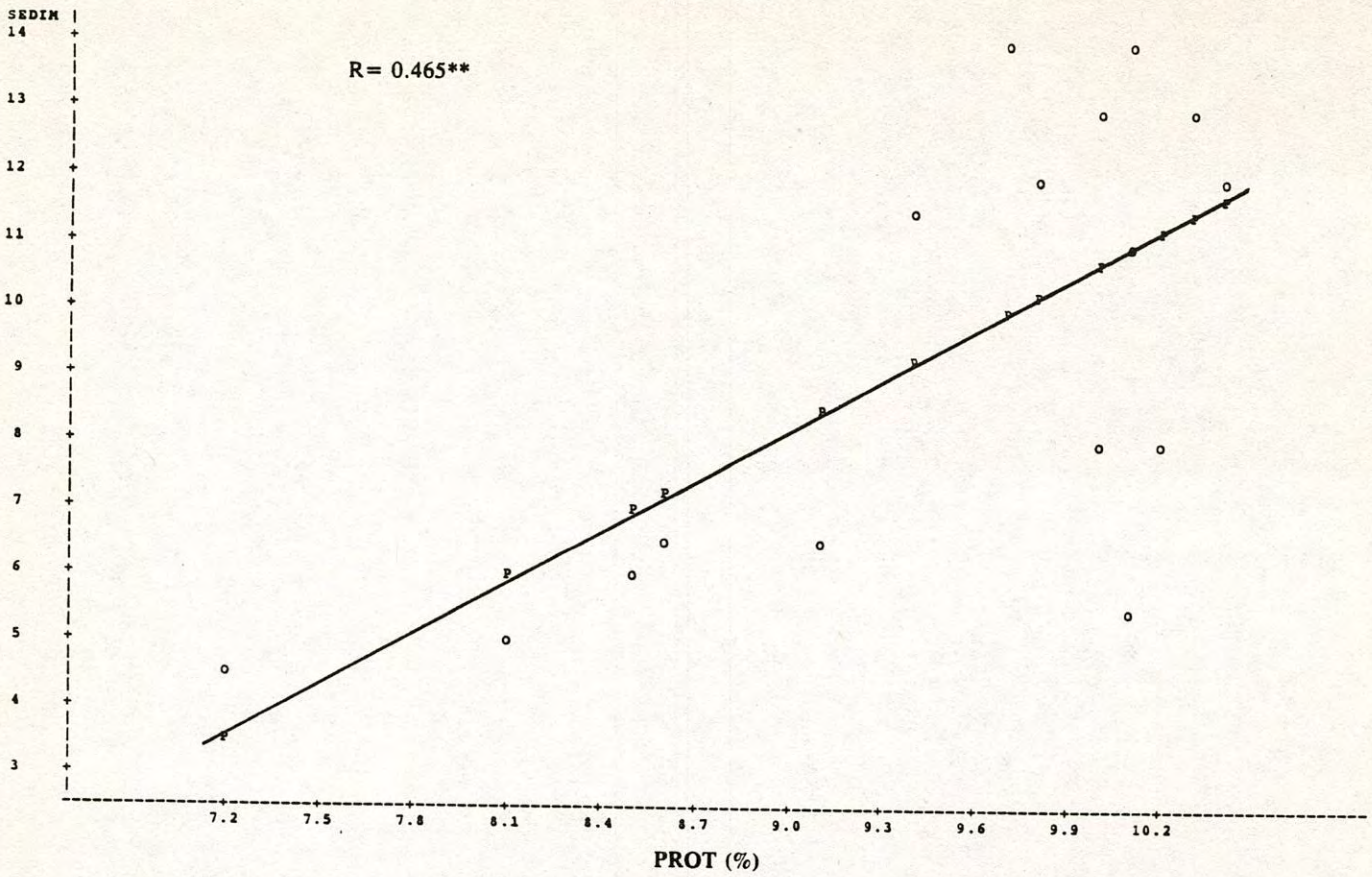


Figura 3. Correlaciones entre proteína y sedimentación valores significativos (*) y altamente significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente.

SUBSTITUIDOS SOLO

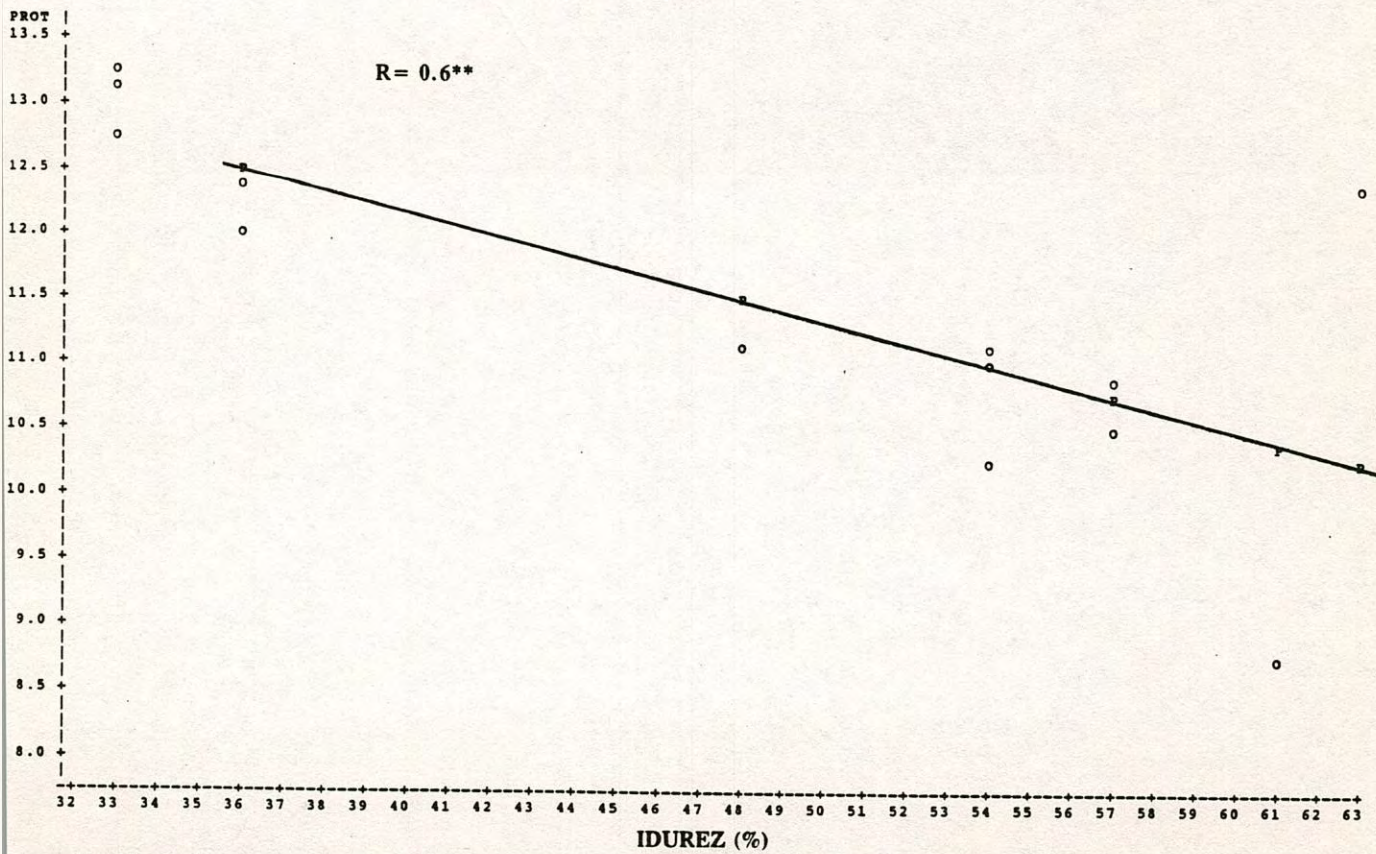


Figura 4. Correlaciones entre I. dureza y proteína valores significativos (*) y altamente significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente.

SUBSTITUIDOS SOLO

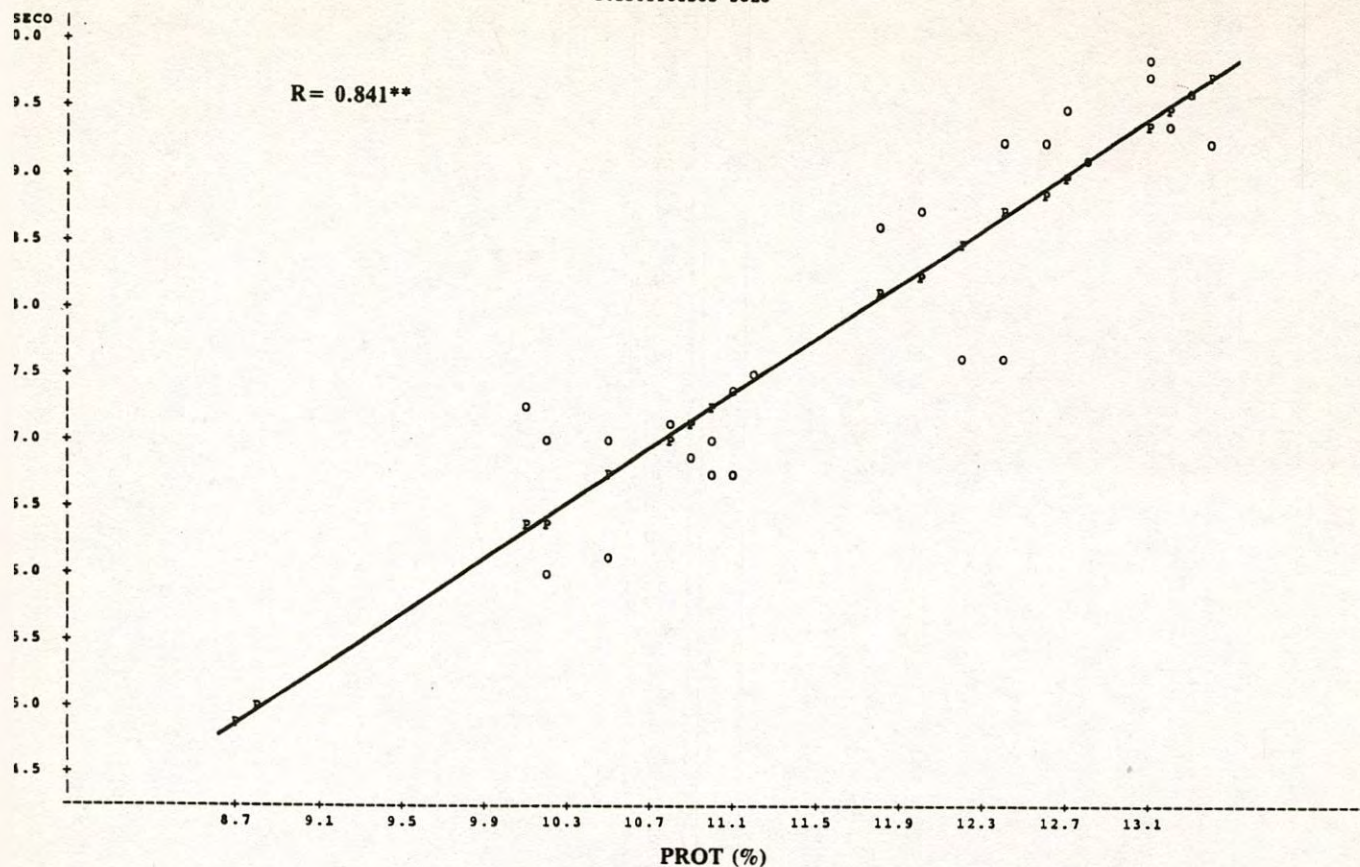


Figura 5. Correlaciones entre proteína y gluten seco valores significativos (*) y altamente significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente.

SUBSTITUIDOS SOLO

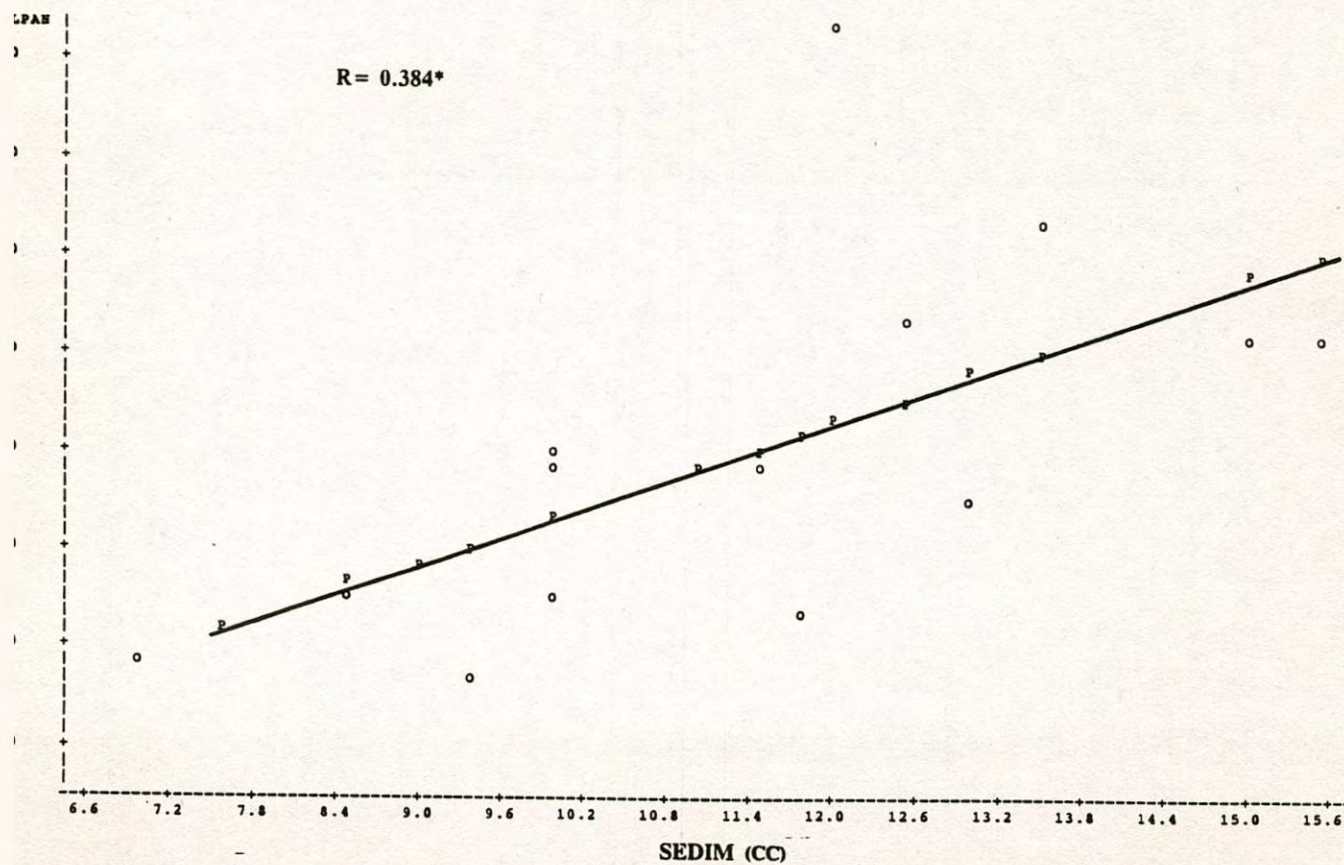
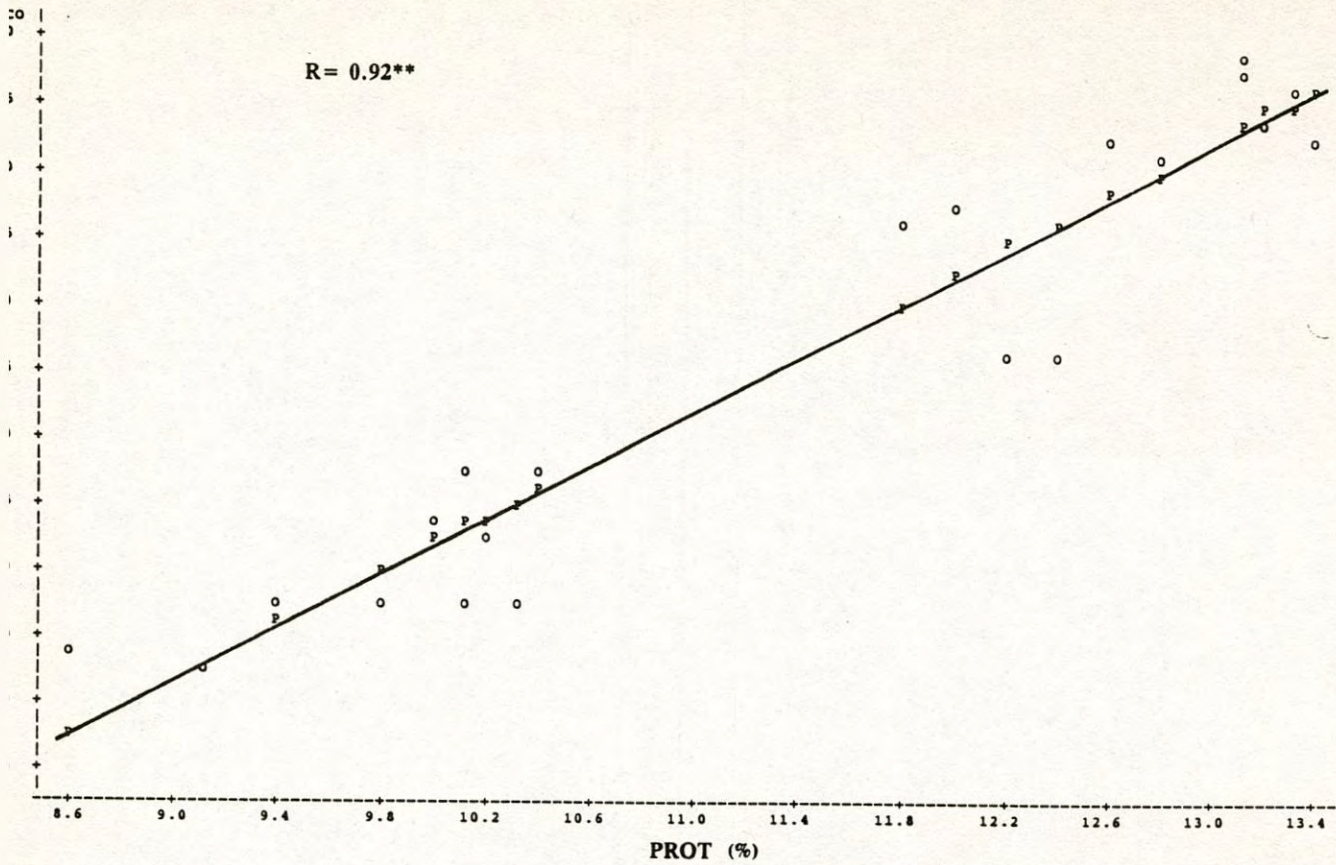


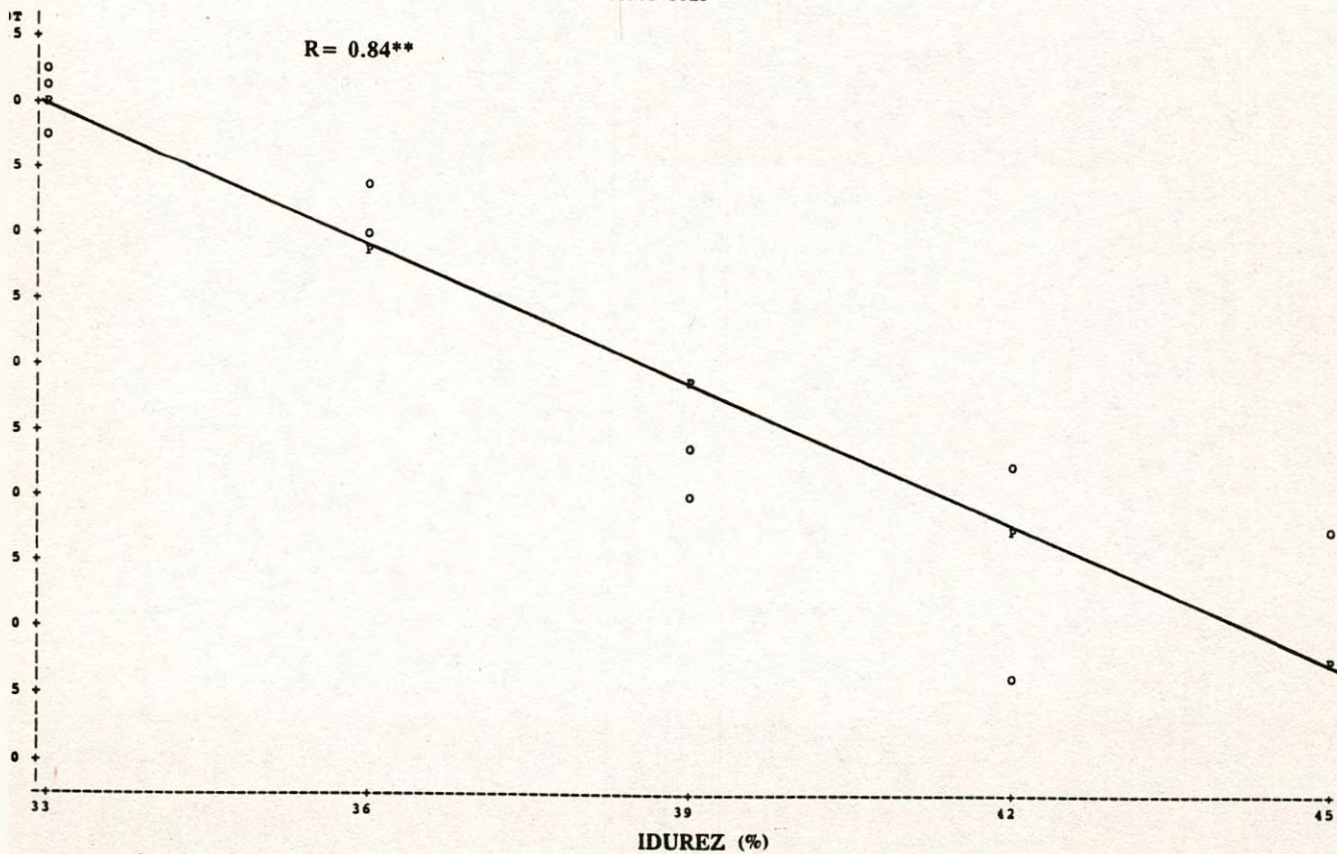
Figura 6. Correlacion entre indice de sedimentación y volumen de pan valores significativos (*) y altamente significativos (**) 0.05% y 0.01% respectivamente.

DUROS SOLO



gura 7. Correlación entre proteína y gluten seco valores significativos (*) y altamente significativo (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente.

DUROS SOLO



gura 8. Correlación entre índice de dureza y proteína valores significativos (*) y altamente significativos (**) 0.05% y 0.01% respectivamente.

DUROS SOLO

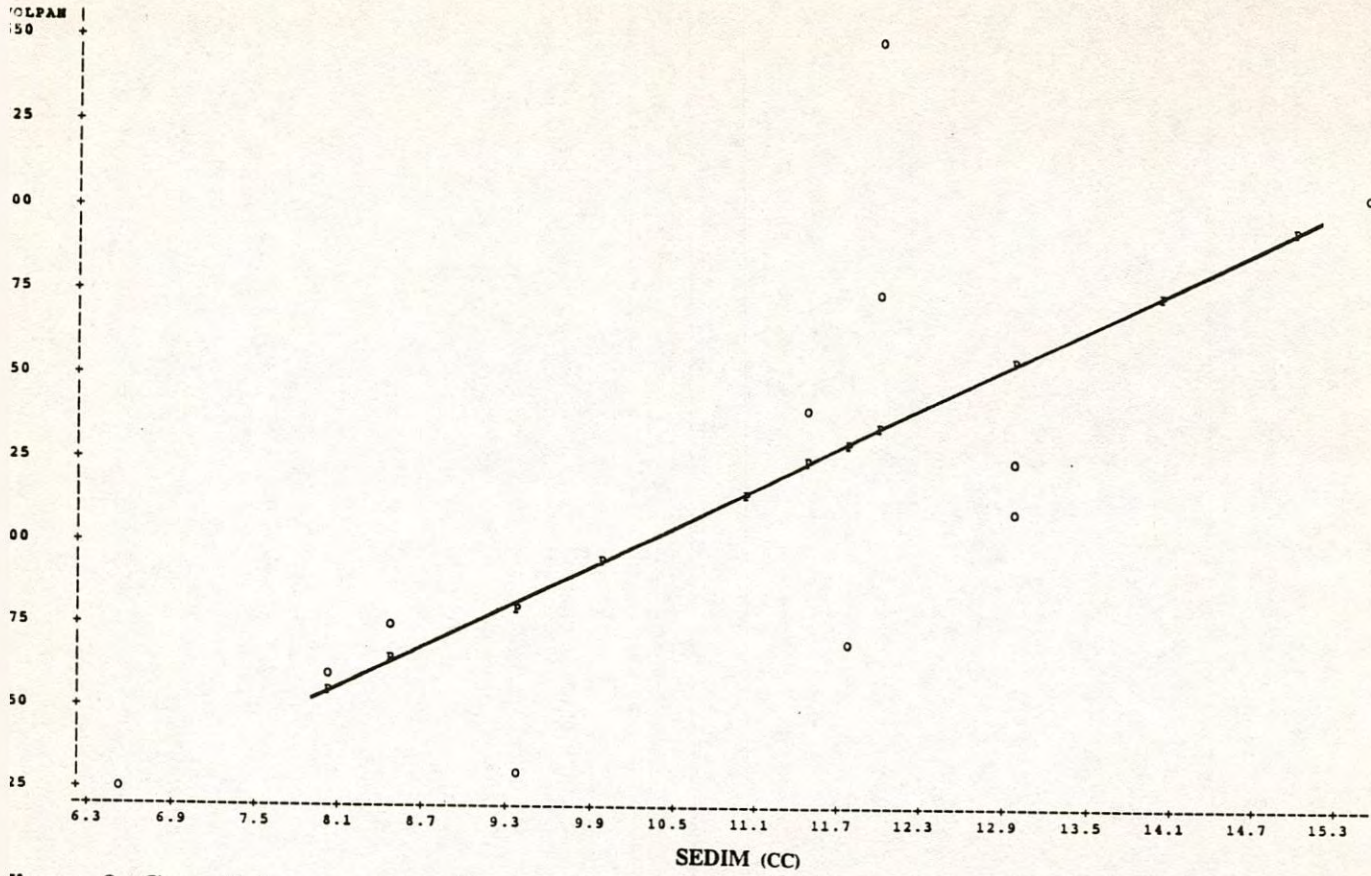


Figura 9. Correlaciones entre sedimentación y volumen de pan valores significativos (*) y altamente significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente.

SUAVES SOLO

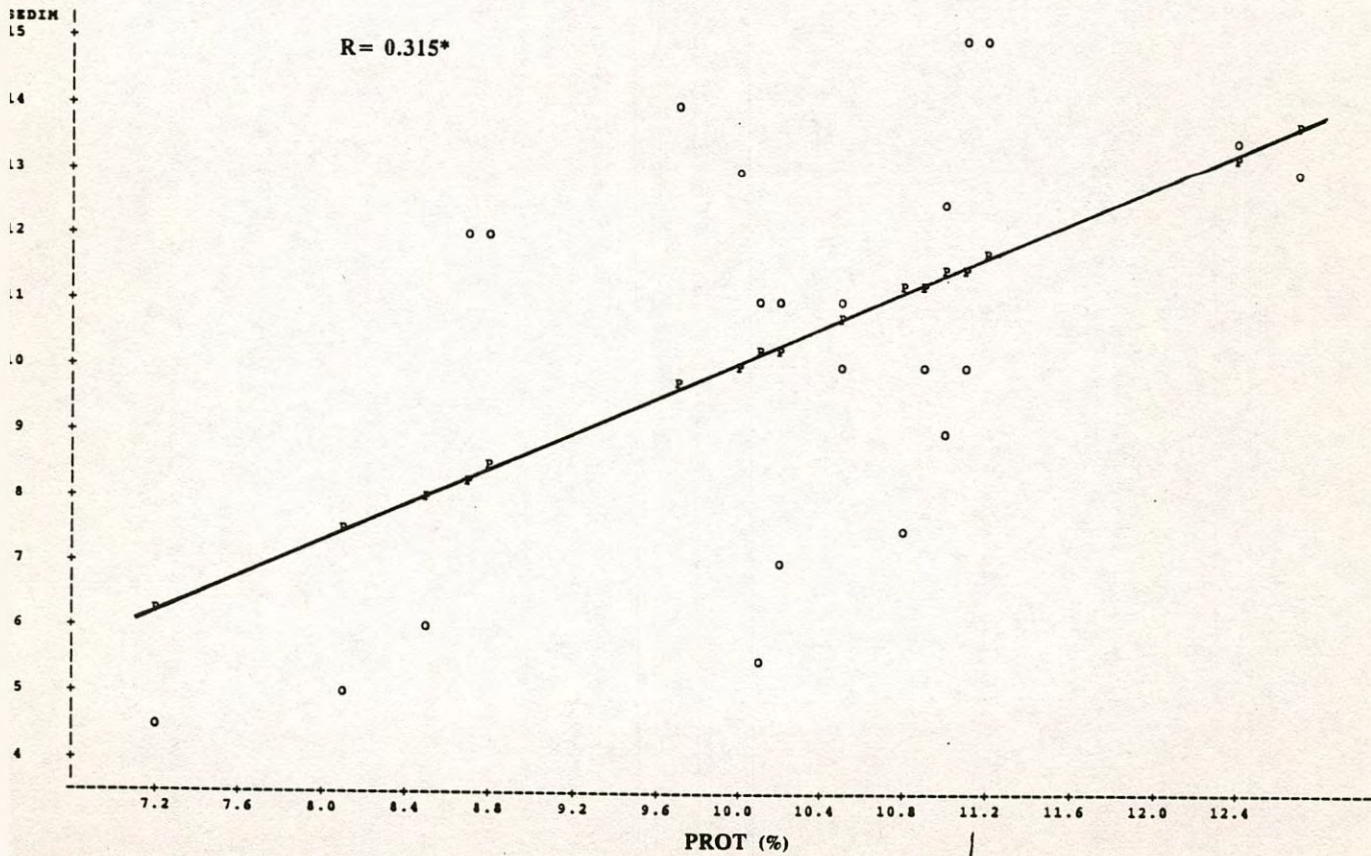


Figura 10. Correlaciones entre proteína y sedimentación valores significativos (*) y altamente significativos (**) al 0.05% y 0.01% respectivamente.

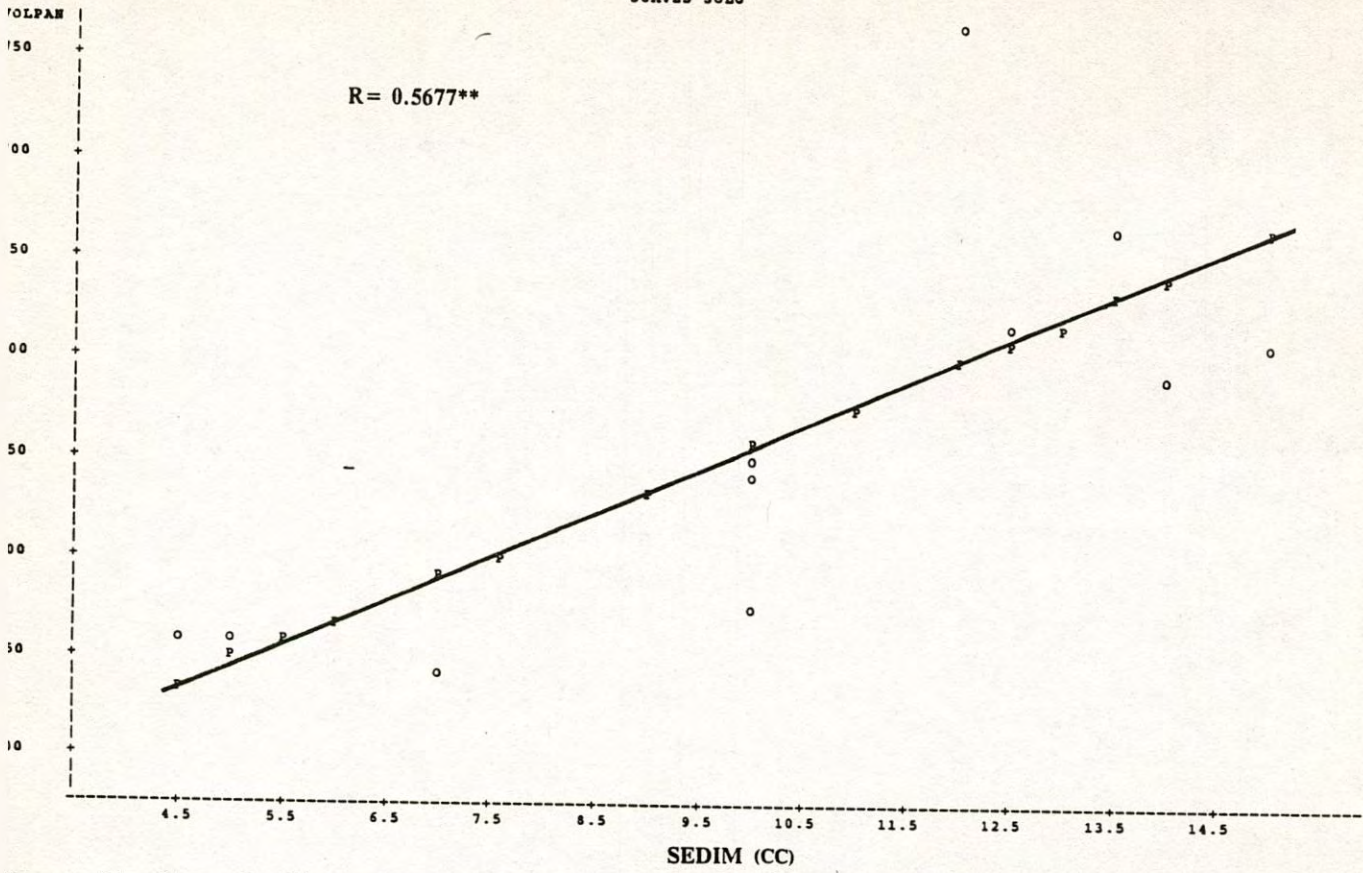


Figura 11. Correlación entre sedimentación y volumen de pan valores significativos (*) y altamente significativos (**) 0.05% y 0.01% respectivamente.

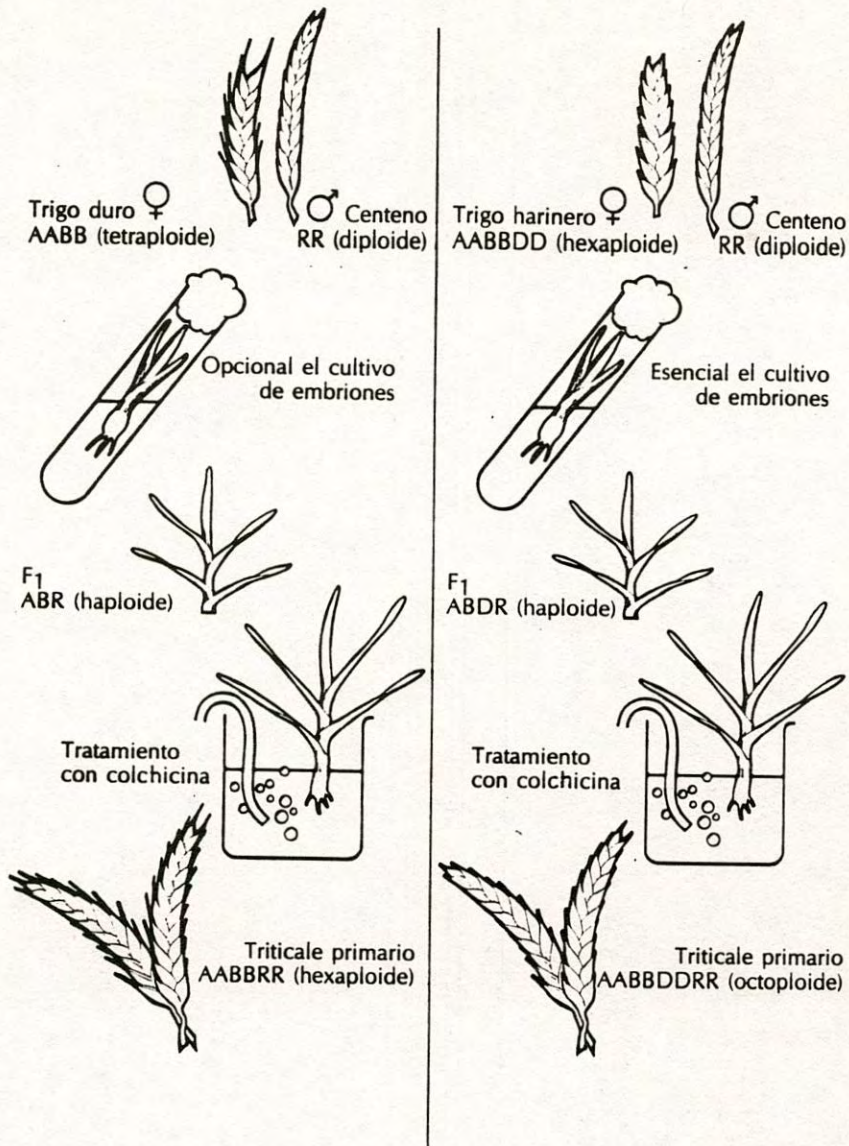


Figure 12. El cruzamiento entre trigo duro y centeno produce triticale hexaploide; la cruza entre trigo harinero y centeno produce triticale octoploide. La progenie F_1 de ambos cruzamientos es haploide y, por tanto, no tiene la capacidad de reproducirse sexualmente. El tratamiento con colchicina duplica el número de cromosomas y hace que la planta sea autofértil.

FIG. 13. Cromosomas univalentes del triticale hexaploide antes de la aplicación de colchicina para su doblamiento.



FIG. 14. Cromosomas univalentes del triticales octoploide antes de la aplicación de colchicina para su doblamiento.

