



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

COMPETENCIA INTER - INTRAPOBLACIONAL EN
CEBADA CERVECERA. CALIDAD MALTERA.

por :

Mauricio Hugo GAYOL ALVAREZ.

Andrés Luis MARTIN FELIX.

TESIS presentada como uno de los requisitos
para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola - Lechera).

Montevideo
URUGUAY
1997

Tesis aprobada por :

Director :

DOMINGO WIZZI

Nombre completo y firma

LUIS DIEGA

Nombre completo y firma

ESTEBAN HOFFMAN

Nombre completo y firma

Fecha :

Autores :

Mauricio Hugo GAYOL ALVAREZ

Nombre completo y firma

Andrés Luis MARTIN FELIX

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

- A los Ingenieros Agrónomos Armén Kemanian, Domingo Luizzi, Alex Hughes, Luis Viega y Esteban Hoffman por su valioso asesoramiento y colaboración en la planificación, desarrollo y procesamiento estadístico de los resultados para la realización de este trabajo.

- A los Técnicos Malteros Carlos Pinazzo, Jorge Ramallo y Martín Uhlig por su apoyo en el trabajo de laboratorio e interpretación de los resultados obtenidos.

- A todo el personal de M.U.S.A. por su colaboración, especialmente a los Srs. Alvaro Medina y Hugo Romero ; y a los laboratoristas Elena Vico y Enzo Guerra.

- Al personal de biblioteca de Facultad de Agronomía.

- A la dirección de M.U.S.A. por la posibilidad de realizar el siguiente trabajo.

- Y a todos aquellos que de una u otra manera colaboraron con el presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
I - INTRODUCCION.....	1
II - REVISION BIBLIOGRAFICA.....	2
A - INTRODUCCION.....	2
B - POBLACION Y GENOTIPO COMO VARIABLES DETERMINANTES DE CALIDAD Y RENDIMIENTO...	2
C - ACUMULACION DE MATERIA SECA Y NITROGENO EN EL GRANO.....	4
C.1 - DEPOSICION DE MATERIA SECA EN EL GRANO.....	5
C.2 - DEPOSICION DE NITROGENO EN EL GRANO.....	6
C.2.a - Fuentes de nitrógeno en el grano.....	7
D - PARAMETROS DE CALIDAD.....	8
D.1 - PARAMETROS DE CALIDAD DEL GRANO DE CEBADA.....	9
D.2 - PARAMETROS DE CALIDAD DE MALTA.....	10

III - MATERIALES Y METODOS.....	14
A - LOCALIZACION.....	14
B - LABOREOS Y FERTILIZACION.....	14
C - VARIEDADES, SIEMBRA Y MANEJO.....	15
D - EXPERIMENTOS.....	16
D.1 - EXPERIMENTO 1.....	16
D.2 - EXPERIMENTO 2.....	16
D.3 - EXPERIMENTO 3.....	16
E - METODOLOGIA DE TRABAJO.....	17
F - ANALISIS ESTADISTICO.....	18
IV - RESULTADOS Y DISCUSION.....	19
A - RESPUESTA DEL PORCENTAJE DE PROTEINA A LA POBLACION.....	19
A.1 - DISTRIBUCION DE LA PROTEINA EN LOS DIFERENTES TALLOS.....	24
A.2 - EVOLUCION DE LA MATERIA SECA EN TP Y T2.....	28
A.3 - EVOLUCION DEL PORCENTAJE DE PROTEINA.....	33
B - PROTEINA EN LA POBLACION. APORTE DE CADA TALLO.....	41
C - ESTRUCTURA DE LA PROTEINA, SU EFECTO SOBRE LA MALTA.....	47

C.1 - ANALISIS DESCRIPTIVO.....	48
C.2 - POBLACION Y ESTRUCTURA DE LOS TALLOS CON RESPECTO A LA CALIDAD DE MALTA.....	50
V - CONCLUSIONES.....	51
VI - RESUMEN.....	53
VII- BIBLIOGRAFIA.....	54
VIII- APENDICES.....	57

I - INTRODUCCION

En el Uruguay el noventa por ciento de la cebada cervecera se destina a la exportación (como cebada cruda o malteada), el país produce volúmenes pequeños en relación al mercado mundial; por lo tanto una alta calidad es la mejor garantía que el país, la industria, y los agricultores pueden tener para el mantenimiento y expansión de las actuales exportaciones.

Existe a nivel nacional una gran demanda por información referente a los factores que determinan la calidad del producto obtenido y su posterior manejo.

El desarrollo de la investigación en este tema esta dando claros indicios de la posibilidad de reducir la población de plantas en cultivos de cebada. Es por ello que es necesario profundizar en este factor y conocer su influencia en la calidad de cebada y por ende en la calidad de malta.

En este marco se realizó el siguiente trabajo con el objetivo de conocer el efecto de las distintas competencias intra e interpoblacionales en el desarrollo de la población de espigas y sus efectos en la acumulación de materia seca y nitrógeno con respecto a la calidad maltera. Se profundizará en como el efecto población afecta el porcentaje final de proteína en grano, y su distribución por tallo, en tres variedades de cebada cervecera.

II - REVISION BIBLIOGRAFICA

A - INTRODUCCION

En el país, la información disponible para el manejo de cebada cervecera hasta mediados de la década de los ochenta era escasa y compartimentalizada. Grandes esfuerzos fueron realizados a principios de siglo por el Ing. Agr. Spangenberg y entre 1978-1984 por trabajos conjuntos entre Facultad de Agronomía y Fábricas Nacionales de Cervezas (F.N.C.).

Es a partir de ese momento que se comienza trabajos de investigación en cuanto a las variables que determinan la calidad y rendimiento de la cebada cervecera.

La siguiente revisión muestra en forma concreta, los adelantos en la investigación tanto nacional como en trabajos extranjeros, en los aspectos mencionados anteriormente; destacando aquellos temas que aun requieren estudio. Se enfatiza el factor población y genotipo.

B - POBLACIÓN Y GENOTIPO COMO VARIABLES DETERMINANTES DE CALIDAD Y RENDIMIENTO.

La cebada es un cultivo de amplia adaptación a distintos climas. Crece particularmente bien donde la estación de maduración es larga y fresca, con lluvias moderadas y donde el suelo es bien drenado pero no arenoso (Korn y Vila, 1983).

Las condiciones ambientales en las que crece el cultivo pueden ser manejadas al menos parcialmente a través de diferentes medidas de manejo tales como densidad de siembra, fertilización y variedad a sembrar.

Según Ernst, O. y Hoffman, E. (1995) la información actualmente disponible permite identificar tres tipos de variables que afectan el rendimiento y la calidad de la cebada cervecera.

En primer lugar las que fijan el potencial productivo del ambiente que son: chacra/suelo y época de siembra. Luego las que permiten capitalizarlo: cultivar, fertilización basal y densidad de plantas. Por último las que permiten concretar

el potencial fijado: control de malezas, control sanitario y refertilización nitrogenada.

En la información revisada es claro que la respuesta de rendimiento, a la densidad de siembra es de tipo cuadrática. El óptimo varía según el genotipo y las condiciones ambientales en las cuales creció el cultivo. El óptimo de proteína cruda se obtendría con poblaciones mayores que para el óptimo de rendimiento (Brassetti y Siri, 1993).

La variable de manejo que mayor interacción muestra con la población y sobre la cual se centra la mayor parte de la información es el material genético (Hoffman, 1993).

La proporción de tallos que sobrevive para producir grano depende del genotipo, fertilizante nitrogenado, agua, densidad de plantas y arreglo espacial de las plantas (Thorne, citado por Brassetti y Siri 1993).

Existen situaciones de producción, suelos de alto potencial de liberación de nitrógeno, que determinan una alta producción de biomasa al macollaje ($>1000 \text{ kg ms}^{-\text{ha}}$; Zadock 2.4), que produce una fuerte competencia inter e intraespecífica, la que resulta en un porcentaje de supervivencia de macollos del orden del 35%. Esta estructura de la canopia determina una baja eficiencia de partición de la materia seca ($IC= 0.41$) Luizzi y Huges, 1997).

Las altas densidades para las condiciones climáticas del país generan un número de macollos superior al que el ambiente es capaz de sostener, determinando en estadios tan tempranos como Zadock 1.9, una reducción en la fertilidad de los tallos, además de comprometer el rendimiento potencial por tallo (Hoffman et al ,1992). Según este mismo autor, la fertilidad de los macollos es función de su peso y el peso mínimo varía en función del nivel de competencia.

Trabajos realizados por estos autores entre 1990 y 1992 muestran que los niveles máximos de rendimiento de cebada se obtendrían cuando la curva de crecimiento de materia seca tiene un lento crecimiento inicial, existiendo diferencias genotípicas en cuanto a la tasa de producción de materia seca, patrón de macollaje y su fertilidad.

Según Luizzi y Hughes, 1997, el control de la curva de crecimiento de la cebada tiene incidencia significativa en el nivel de proteína del grano, existiendo una relación directa y positiva entre kg de materia seca al macollaje y proteína ($r^2= 0.78$). Corke y Atsmon (1989), señalan que el óptimo de producción de materia seca en Zadock 2.4 para rendimiento fue $800 \text{ kg ms}^{-\text{ha}}$. La defoliación por encima de éstos valores permite mantener una respuesta positiva en rendimiento.

El aporte relativo que hacen los macollos individuales al total de espigas m^{-2} varía según el material genético y la densidad de siembra. La importancia de los macollos principales (TP, T1, T2) aumenta al incrementarse la densidad de siembra, debido a la pérdida de fertilidad de los macollos que nacen mas tarde en el ciclo, y que lógicamente resultan mas sensibles a los procesos de competencia.

Si bien hay una caída en la fertilidad de los tallos con el incremento de la densidad de siembra, existe una importante respuesta diferencial a la misma según el material genético utilizado (Brasseti y Siri, 1993).

Según Garcia, (1991) el peso de los granos tendió a disminuir con el aumento en la densidad de plantas. Lo mismo ocurrió con el % de granos de primera calidad en algunos cultivares.

La densidad de siembra afectaría dos componentes del rendimiento potencial del cultivo, espigas m^{-2} y granos/espiga. El efecto sobre el % de nitrógeno en el grano depende del número de granos m^{-2} y la competencia dentro de la espiga.

Frente a un número similar de granos m^{-2} , el % de proteína en el grano fue más bajo en espigas con menor número de granos. En altas densidades de siembra, si bien existen los menores niveles de competencia dentro de la espiga, la proteína se incrementó por una reducción en el potencial de producción (granos m^{-2}) (Ernst et al 1993).

C- ACUMULACION DE MATERIA SECA Y NITRÓGENO EN EL GRANO

En el cultivo de cebada cervecera no solo importa el rendimiento final del grano, dado que la calidad del grano (porcentaje de nitrógeno (% N), porcentaje de primera + segunda (% 1+2), son componentes fundamentales para los procesos biológicos de malteado (Castro, 1990).

La calidad del grano es muy afectado por las condiciones ambientales durante todo el ciclo del cultivo (Ernst et al., 1992). Las condiciones en las que se produce cada cultivar, como temperatura, humedad, disponibilidad de nutrientes, sanidad, u otras prácticas que deprimen el rendimiento, afectan la calidad del grano obtenido (Peterson y Foster, 1973).

La obtención de una adecuada calidad maltera está condicionada por la elección del material genético y la probabilidad de que la concreción de los potenciales de rendimiento determinados en etapas tempranas del desarrollo del cultivo ocurran en condiciones ambientales favorables (Ernst et al., 1992).

C.1 - DEPOSICIÓN DE MATERIA SECA EN EL GRANO.

El tamaño del grano es función de la duración y la tasa de llenado. La curva de crecimiento se ajusta a un función logística o cúbica.

La tasa de translocación de materia seca mostró respuesta cuadrática en función de los días post-floración, presentando un máximo entre los 15 y 25. Este período se correspondió con la máxima acumulación de materia seca en el grano (Brasseti y Siri, 1993).

Estos mismos autores encontraron que la relación entre la tasa de acumulación de materia seca y % de nitrógeno que en ella se trasloca, fue de tipo cuadrática con concavidad negativa, mientras que la tasa de nitrógeno fue de tipo lineal. El balance entre las tasa de acumulación de hidratos de carbono y nitrógeno, determina el porcentaje de proteína final del grano (Ernst et al 1993).

Altas tasas de translocación de materia seca en la etapa intermedia de llenado de grano son muy deseables, dado que son los momentos de máxima acumulación de materia seca en el grano con los menores contenidos de proteína (Kemanian, A. et al 1994). Es en este donde se diluye la mayor proporción de nitrógeno depositado en el período inicial y donde el efecto de la temperatura sobre la tasa de translocación resulta máxima (Bingham, 1971, citado por Brasseti y Siri, 1993).

Próximo a madurez fisiológica, existe un leve incremento del % de nitrógeno, independientemente de las condiciones de llenado. (Brasseti y Siri, 1993). El mismo responde a la translocación de nitrógeno desde las hojas senescentes acompañado por la reducción del área fotosintética (Corke, 1989 ; Kemanian et al 1994).

Las condiciones climáticas imperantes durante el período de llenado de grano alteran las proporciones de carbohidratos y nitrógeno transportadas al grano. Estos tienen mayor impacto en la translocación de materia seca, lo que provoca cambios en los efectos de dilución y concentración del nutriente afectando la calidad final del grano (Aspinall 1961, Russell 1967). Este trabajo se corrobora con experiencias realizadas posteriormente (Brasseti y Siri 1993).

Según Sofield et al, (citado por Brasseti y Siri, 1993), la duración de la fase lineal de crecimiento del grano fue escasamente influenciado por la

iluminación pero muy reducida por el aumento de la temperatura, con marcados efectos en el crecimiento del grano.

Gu et al., Savin y Kalining citado por Ernst et al (1993), determinaron efectos positivos de la temperatura sobre el peso del grano en el rango de 18 a 20 °C. Sin embargo la bibliografía es coincidente en remarcar que los incrementos en la tasa de translocación no compensan la reducción del período de llenado cuando la temperatura media supera los 20 °C (Thorne et al., Tashiro y Wardlaw, citado por Ernst et al 1993).

Segun Thorne et al., (citado por Brassetti y Siri,1993) hay una declinación lineal del peso de mil granos, con 20 % de incremento de número de granosm⁻² asociado con una reducción del 7 % de peso seco de grano.

C-2 DEPOSICION DE NITROGENO EN EL GRANO.

La calidad del grano es muy afectada por las condiciones ambientales en cebada cervecera. Según Schilabach, (citado por Brassetti y Siri, 1993) las diferencias en calidad de grano en un solo cultivar en distintos ambientes fueron mucho mayores que las diferencias entre cultivares en un solo ambiente.

Según Hughes, A., Charbonier, R., (1991), el cultivo de cebada no puede capitalizar la existencia del ambiente potencial ofrecido en los primeros años de una rotación con pasturas y hace riesgosa la utilización de altos niveles de fertilización nitrogenada. Ambos aspectos pueden determinar limitantes a la expansión del cultivo frente a las mayores posibilidades que ofrece el cultivo de trigo en estos ambientes.

El fertilizante nitrogenado incrementó los promedios de producción de grano en suelos deficientes de nitrógeno. El contenido proteico del grano se incrementa significativamente cuando son utilizados excesivas cantidades de fertilizante nitrogenado y parece incrementarse a partir de que es alcanzado el nivel máximo de rendimiento en grano.

Este efecto puede ser atribuido a la dilución del nitrógeno absorbido en una mayor cantidad de granos. Al aumentar la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo el nivel de proteína en el grano dependió directamente de la capacidad de diluirlo por rendimiento (Ernst et al.,1992).

El nivel y variación de rendimiento (Norbis y Rodríguez, citado por Brassetti y Siri, 1993) como el de proteína (Ernst et al., 1992) están

influenciados no solo por el medio ambiente en que se desarrollan los cultivares, sino también por la adaptación del material genético.

Según Viega et al (1993), resultados obtenidos en ensayos avalan la hipótesis que el contenido de nitratos no es un apropiado indicador de la utilización del nitrógeno por la planta en un momento dado.

Este mismo autor señala que las diferencias en actividad de la nitrato reductasa (Nrasa), según la variedad, en relación al nivel de nitrógeno, sugieren el hecho de que se puedan identificar mecanismos de regulación capaces de determinar menores porcentajes de proteína en grano en ambientes con altas disponibilidad de nitrógeno ; y por tanto determinantes en cierto grado de la calidad, sin perjuicio del rendimiento en grano.

C-2.a Fuentes de nitrógeno en el grano.

En el campo la absorción de nutrientes por cereales es generalmente baja durante los últimos estadios de crecimiento y el desarrollo del grano es dependiente del aporte de nutrientes desde las hojas y tallos senescentes además del aporte fotosintético de las áreas verdes por encima de la hoja bandera.

Las condiciones imperantes durante el llenado de grano alteran las proporciones en que se aportan nutrientes al mismo, reduciendo el aporte de carbohidratos más que proporcionalmente a la corriente de nitrógeno desde tallos y hojas hacia el grano. Ello provoca los efectos de dilución o concentración que afectan la calidad final del grano (Aspinall, Perez y Zanabra; Russell, citados por Brassetti y Siri, 1993).

Estudios realizados en cebada silvestre y comercial mostraron que cebadas en etapas tempranas del desarrollo del grano, cuando el peso relativo del embrión es mayor, todos los genotipos tuvieron alto contenido de proteína (Corke, 1989).

Independientemente de las condiciones de llenado, en la etapa próxima a madurez fisiológica del grano, el pequeño aumento del % de nitrógeno en los mismos podría ser consecuencia de la traslocación del nitrógeno desde las hojas al grano con la consecuente senescencia del área foliar fotosintéticamente activa. De éste modo se vería mas afectado la translocación de carbohidratos que la de nitrógeno hacia el grano, con el consecuente aumento de % de nitrógeno en grano hacia madurez fisiológica (Gregory et al., 1981).

Estudios con isótopos de nitrógeno mostraron que después de la antesis cerca del 50 % del nitrógeno del grano en trigo, vino de la removilización desde las hojas y tallos y el resto directamente del suelo (Harper et al., citado por Brassetti y Siri, 1993).

En condiciones de baja fertilidad, con aplicación reducida de fertilizante, el nitrógeno del suelo puede ser agotado antes de la espigazón determinando que todo el nitrógeno del grano provenga de la removilización desde las hojas y tallos (Williams; Puckridge y Donald, Rawson y Donald, citados por Mellatti, 1987) quedando en el grano el 68-75 % del nitrógeno de la planta (Mc Neal et al., citados por Mellatti, 1987).

En variedades o condiciones donde la senectud de las hojas y la movilización de nitrógeno que se produce en ellas es lento, la alta producción de granos puede asociarse con un bajo % de nitrógeno en el grano (Spiertz, J, citado por Brassetti y Siri, 1993).

En cambio, donde la senectud es rápida, el almacenamiento de almidón puede ser afectado mas seriamente que el de proteínas y las bajas producciones pueden asociarse a un alto % de nitrógeno (Terman et al., Neal et al., citados por Mellatti, 1987).

D - PARAMETROS DE CALIDAD.

En este punto se realizará un análisis descriptivo de los principales parámetros de calidad, con el objetivo de relacionarlos con la finalidad del presente trabajo.

E.1 - Parámetros de calidad del grano de cebada.

Se define como principales parámetros de la calidad de cebada los siguientes:

- capacidad germinativa.
- proteína total.
- tamaño de grano y distribución del tamaño.
- dormancia y sensibilidad al agua.

Según Mac Gregor 1996, la estructura física, arquitectura y composición del grano de cebada afecta el tipo de modificación que sufrirá dicho grano y por lo tanto sobre la eficiencia de malteo.

Este autor señala que estructuras como la corteza, pericarpio, testa y embrión juegan roles importantes durante el proceso de malteo.

El porcentaje de cáscara (glumela) y la forma del grano tienen gran influencia en rendimiento en extracto de la malta obtenida. Una buena cebada cervecera tiene del 7 al 9% de glumelas bien adheridas al grano.

Cuanto más redondeado sean los granos, más uniforme va a ser la distribución de las enzimas, la transformación, el rendimiento en extracto y la mayoría de las características relacionadas con la disolución.

Ulonska, citado por Gerardo Arias 1991, confirma que no hay relación directa entre el peso del grano y la calidad y sí lo hay entre el tamaño de grano y la calidad.

La fracción 2,2 a 2,5 tiene generalmente más proteína, más % de glumelas y menor % de extracto, que la fracción mayor a 2,5 mm.

Dentro del endosperma el almidón y la proteína están contenidos en una malla celular que se extiende por todas partes del mismo.

Las paredes de las células presentes tienen muchos componentes y dentro de ellos los más importantes son los B- Glucanos; los cuales son indeseables por problemas de filtración y estabilidad de la cerveza.

Dos cebadas pueden tener el mismo % de nitrógeno y el mismo tamaño de grano pero diferente cantidad de proteína estructural; con lo que aquel material que disponga de mayor % de esta tendrá más resistencia a la difusión de agua y de enzimas hidrolíticas, dando como resultado una menor velocidad de modificación de las diferentes estructuras (Mac Gregor, 1996).

El problema radica en la determinación de estas proteínas estructurales (Hordeinas y Glutelinas), con respecto a la proteína total.

Mac Gregor 1996, señala que otro factor del grano que afecta un buen malteo es la relación gránulos grandes/gránulos pequeños del almidón depositado. Estos últimos son más difícilmente modificados durante el malteo, por lo que se tornan indeseables.

En cuanto a la textura del endosperma señala que los granos harinosos son deseables con respecto a los vítreos, debido a que éstos son difícilmente hidrolizados.

Según Reiss, H., 1995, un análisis técnico químico de la cebada debería presentar las siguientes propiedades:

- poder germinativo: 100%, menores % lleva a menor formación de enzimas y al no germinado. Con ello habrá dificultades con la sacarificación en la sala de cocimiento y trabas en la fermentación.

- energía germinativa: > 98%

- sensibilidad al agua: < 10%

- capacidad de absorción: > 50%, cebadas ricas en enzimas muestran alta capacidad para absorber el agua.

- humedad: < 12%.

- proteínas: 9.5-11%, un 1 % más de proteína significa 0.6-0.7 % menos de extracto. Proteína muy elevada en la cebada muestran desagregaciones irregulares en el cuerpo farináceo. Las consecuencias son maltas con partes no desagregadas y con ello valores de viscosidad mayores. Esto trae problemas en la filtración del mosto y de la cerveza. Esto se puede evitar en parte con germinaciones mas prolongadas (mayores costos de producción y menor volumen) pero por el otro lado esto lleva a mermas del proceso mas altas. Proteínas altas en malta dan cervezas con valores altos en proteínas y con ello estabilidades coloidales muy perjudicadas (Reiss, H. 1995).

E.2 - Parámetros de calidad de malta.

Se resumen los siguientes parámetros de calidad:

- clasificación por tamaño.
- humedad (4-5 %).
- extracto fino, extracto grueso y diferencia de extractos.
- color del mosto.
- poder diastásico.
- índice de Kolbach; otros.

Según Acevedo (1994) todos los parámetros mencionados en su conjunto no llegan a predecir la calidad de la cerveza y el control de elaboración.

Esto se explica por lo complejo del proceso bioquímico del malteo, donde no solo interesa conocer el grado de modificación física del grano de malta, sino también la producción de enzimas que entrarán en juego en el mosto de cerveza (Acevedo, 1994).

De todas las enzimas producidas durante el malteo, las principales son las que degradan el almidón. Su presencia en la malta está asociada a una rápida y adecuada transformación del almidón durante el braceado. Entre esta destacamos las alfa- y beta-amilasas. Cuanto más elevado sea el contenido en alfa-amilasa, mejor será la transformación del almidón (Arias, 1991).

Mac Gregor, 1996, señala que en una malta bien modificada las paredes celulares y la degradación proteica habrán ocurrido, pero la degradación del almidón será limitada a la periferia del endosperma.

Para una completa transformación de la malta también es necesario una buena disolución de las paredes celulares. Aquí juegan un rol especial los carbohidratos denominados betaglucanos, sustancias gomosas que, junto con celulosa y proteínas, forman las paredes celulares (Arias, G., 1991).

Este mismo autor señala que el extracto es la principal característica de una malta y a su vez está directamente relacionado con el rendimiento en litros de mosto. Puede decirse que el extracto está en relación inversa al contenido de nitrógeno y en relación directa con el contenido de almidón.

El estudio de la diferencia entre los extractos evalúa la disolución citolítica, se considera un buen indicador de la permeabilidad del endosperma amiláceo. Esto es influenciado por el contenido de enzimas (citolíticas, amilolíticas y proteolíticas) el que es definido genéticamente dependiendo de las condiciones de desarrollo del grano y cosecha.

Otros índices de disolución citolítica son la viscosidad del mosto y la friabilidad. La viscosidad está relacionada con la estabilidad y filtrabilidad del mosto y de la cerveza, así como el mantenimiento de la espuma. Está directamente relacionada al contenido de betaglucanos y a la actividad de la beta-glucanasa. Por otro lado la friabilidad correlaciona muy bien con la citólisis, es una medida de dureza de la malta.

El poder diastásico está correlacionado en forma positiva con el porcentaje de proteína, el que a su vez, está correlacionado en forma negativa con el extracto de malta. Es utilizado, mediante una ecuación, para medir la actividad de la beta-glucanasa.

El porcentaje de proteína de la malta está generalmente bien caracterizado por el Índice de Kolbach. Este debe ser complementado por el porcentaje de proteína y del nitrógeno soluble en el mosto, ya que estos tres valores están interrelacionados y no pueden ser tomados en forma aislada. El Índice de Hartong a 45°C y el nitrógeno amino complementan el índice de Kolbach.

Las sustancias nitrogenadas tienen una gran importancia en la calidad de la malta, influyen positivamente en el gusto de la cerveza, el mantenimiento de estabilidad de la espuma y la nutrición de la levadura.

Pero la proteína en exceso tiene influencia negativa, causa una germinación errática y aumenta las pérdidas durante el malteo; tiene dificultades de filtrado, aumenta la intensidad de color y perjudica el gusto de la malta. En la cerveza veríamos también enturbiamiento en frío.

El color del mosto se mide en unidades EBC mediante discos de colores padronizados, el color de cocción está relacionado con el color que tendrá la cerveza.

Todas las transformaciones producidas en el transcurso del malteo ocasionan pérdidas de sustancia seca de la cebada procesada. Se sitúa entre el 7 y 10 % y depende, fundamentalmente, de las condiciones en que se realizó la germinación.

Los fabricantes de malta exigen generalmente una elevada homogeneidad en las cebadas, la mezcla de lotes puede resultar muy negativa. El promedio obtenido puede ser aceptable pero el lote resultante es el peor (Arias, G., 1991).

Las cebadas cosechadas de un mismo cultivo no son tan homogéneas como se podría esperar, trabajos realizados a partir del 36' advierten que existen limitantes naturales en cuanto a homogeneidad, encontrando diferencias de un 25% en el contenido de nitrógeno de los granos de una misma espiga (Nielsen,) y además el % de granos que superaba la zaranda de 2,8 mm del 33 % menor en otras espigas de la misma planta. (Fischbeck, citados por Arias, G. 1991)

Según Palmer, G, los contenidos totales de proteínas, B- Glucanos, Almidón o enzimas de cebada o malta proveen muy poca información de las propiedades del grano que determinan la homogeneidad de la modificación del endosperma. La no homogeneidad de la modificación de la malta es causada por una germinación y producción de giberelinas despareja; la actividad de la aleurona y una despareja distribución de las enzimas degradantes del endosperma; el fracaso de cantidades funcionales y óptimas de enzimas degradantes del endosperma para descomponer efectivamente las áreas (compactas) resistentes del endosperma.

Según este mismo autor parecería que las fracciones de proteínas tales como Hordeína I y II de granos duros y harinosos podrían poseer resistencia variable a la hidrólisis enzimática sugiriendo que la distribución de la proteína y

la estructura podrían influenciar la modificación del endosperma y la homogeneidad de la malta.

En general los análisis de malta obtenidos por micromalteo dan resultados más favorables que los obtenidos en escala industrial. Por las mejores condiciones en que se trabaja la muestra se logran mayor extracto y menor diferencia entre molido fino y grueso.

El micromalteo tiende a favorecer aquellas variedades que se adaptan mejor al esquema de malteo utilizado, ya que no es posible hacer un malteo individual. Por este motivo algunas variedades pueden tener mejor resultado en un proceso industrial ajustado a sus características fisiológicas que el que muestran en un micromalteo, en que su comportamiento difiere mucho del esquema del malteo utilizado (Arias, G., 1991).

La mayor participación en las propiedades de la malta se consiguen con indicadores tales como, extracto poder diastásico, valor de friabilidad y fermentación lineal. (Reiss, H. 1995)

Por otro lado investigaciones en la porción genética han demostrado que: el grado de fermentación lineal, el contenido de antocianógenos y tanoides, el tenor de beta- glucanos y en alguna medida también la espuma, son dependientes de influencias genéticas de la variedad. La filtrabilidad y todos los criterios organolépticos chequeados pueden variar significativamente por influencias tecnológicas antes que por genéticas. (Reiss, H. 1995).

En el cuadro 1 se muestran los índices de calidad de malta según este mismo autor.

	UNIDAD	VALORES DESEADOS
FRIABILIDAD	%	> 80
VIDRIOSIDAD	%	< 2
EXTRACTO (s/seca)	%	> 81
VZ 45°C		> 40
PROTEÍNAS (s/seca)	%	< 10.5
NITRÓGENO SOLUBLE (s/seca)	ppm	600 - 800
FAN (s/seca)	ppm	> 150
ATENUACION APARENTE	%	> 80
PUREZA VARIETAL	%	> 90
NDMA	ppb	< 2.5

III - MATERIALES Y MÉTODOS

A - LOCALIZACIÓN

El experimento se realizó sobre un Brunosol Eutrico Típico de la Unidad La Carolina según la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay. Dirección de Suelos y Fertilizantes, 1976, M.G.A.P.. El mencionado suelo contenía 4,3% de materia orgánica, 24 ppm de P-BRAY 1, 34 ppm de N-NO₃ a la siembra.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de M.U.S.A. en Nueva Palmira, departamento de Colonia.

B - LABOREOS Y FERTILIZACIÓN

El laboreo se realizó en Abril con una excéntrica aradora, el 3 de Julio se aplicó Roundup y el 20 de Julio previo a la siembra se le hizo una pasada de cultivador de campo .

La fertilización se realizó a la siembra, a razón de 120 Kg. de Fosfato de Amonio (18- 46-46-00) por Hectárea (Ha), sin realizar refertilizaciones.

C - VARIEDADES, SIEMBRA Y MANEJO.

Los cultivares utilizados fueron E. Quebracho, Afrodita y Registro 11 (línea inédita). La elección de los materiales se hizo en base a su comportamiento frente al nitrógeno en grano. De estas tres variedades, E. Quebracho sería la de mayor acumulación de nitrógeno en grano, Registro 11 tendría un comportamiento intermedio y Afrodita tendería a presentar valores más bajos de este elemento.

Registro 11 se trata de una variedad de ciclo largo, con característica de grano chico.

En todos los casos se utilizó semilla comercial. La siembra se realizó a 17 cm entre líneas, para la cual se utilizó una sembradora de cereales de invierno a chorrillos de 26 líneas JOHN DEERE, modelo 8350, con una profundidad de siembra de 5 cm.

La totalidad de las parcelas (9) con un área aproximada de 58 m² cada una, fueron sembradas el 20 de Julio de 1996.

Cada variedad se manejó con 3 densidades de siembra, siendo éstas 69, 118, y 145 Kg. Ha⁻¹. En el cuadro N°2 se presentan las plantas logradas m⁻² a los 39 días post siembra y el raleo a la cual fueron sometidas algunas parcelas.

Cuadro 2. Plantas por metro cuadrado con las cuales se trabajo.

PARCELA	POBLACION	PLANTAS M ² LOGRADAS	PLANTAS M ² RALEO
QUEBRACHO	BAJA	97	
	MEDIA	147	
	ALTA	210	
R. 11	BAJA	103	85
	MEDIA	135	
	ALTA	188	
AFRODITA	BAJA	93	70
	MEDIA	128	118
	ALTA	168	

Todas las parcelas se trataron con fungicida a razón de 600 gr ha⁻¹ de producto comercial : Tilt.

D - EXPERIMENTOS.

Para facilitar la comprensión del trabajo, las determinaciones realizadas en este trabajo se denominan experimentos, los cuales serán expuestos a continuación.

D.1 - Experimento 1.

Se determinó la evolución de acumulación de Materia Seca y % de Proteína en el grano desde floración hasta madurez fisiológica para el tallo principal o primer tallo (Tp.) y el segundo macollo o tercer tallo (T2), en cada una de las parcelas obteniéndose 18 tratamientos, sin repeticiones.

D.2 - Experimento 2.

Se determinó el aporte de cada uno de los tallos estudiados (tp, t1, t2, t3) a la proteína final, en cada una de las poblaciones y variedades. Esta medición se realizó a madurez fisiológica.

T1 corresponde al primer macollo o segundo tallo y t3 corresponde al tercer macollo o cuarto tallo indistintamente.

D.3 - Experimento 3.

Medición de los principales parámetros de calidad de malta mediante micromalteo de cada una de las parcelas en su totalidad y de los tallos TP y T2 en aquellas parcelas que se obtuvo el tamaño mínimo requerido.

E - METODOLOGÍA DE TRABAJO.

Al momento de antesis (4 cm de aristas), se anillaron 350 TP y 350 T2 en cada parcela. Al mismo tiempo se anillaron 15 plantas (bajo competencia perfecta) en cada parcela, marcando en cada una de ellas Tp, primer macollo (T1), segundo macollo (T2) y tercer macollo (T3), correspondiente al Experimento 2.

La identificación de los tallos se realizó en forma visual, por orden de aparición de aristas. Se denominó tp al tallo que floreció en primera instancia, t1 al siguiente y así sucesivamente. Se supuso que el tallo principal es el primero en florecer, siguiendo este orden los restantes tallos.

A los 6 días post anthesis se comenzaron los muestreos, con un intervalo de 3 días, hasta pasada madurez fisiológica. Estos consisten en cortar la espiga marcada, su posterior trilla y conteo de granos en forma manual.

El número de espigas de cada muestreo fue variable de acuerdo al estado fisiológico, siendo los primeros de aproximadamente 30 espigas, bajando posteriormente a un mínimo de 10 espigas por muestra por parcela.

Luego de procesada dicha muestra se remitía a laboratorio para la determinación de materia seca total (estufa a 60°C hasta peso constante) y porcentaje de proteína mediante el método Kjeldahl.

El día 6 de Diciembre se realizó la cosecha de las plantas del experimento 2, siendo manejadas en igual forma que las anteriores. También se realizó la cosecha de los tallos TP y T2 sobrantes.

Posteriormente se cosechó la totalidad de las parcelas con una cosechadora experimental para la evaluación de rendimiento, porcentaje de proteína en grano y micromalteo.

Los granos estériles y otros afectados por algún motivo no fueron tomados en cuenta en el muestreo, al igual que las espigas que evidencian daños de pájaro. Hacia el final del llenado de grano se produjo el vuelco de la mayoría de las parcelas debido a precipitaciones y viento.

Para la determinación del peso de los 1000 granos y el porcentaje de proteína a madurez fisiológica se realizó una media ponderada de los valores obtenidos luego de que el peso se estabilizó en su máximo.

Las tasas de llenado de grano (en gramos día⁻¹) se determinaron calculando la pendiente de la curva de acumulación de materia seca en la fase lineal.

F - ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para los análisis estadísticos fue utilizado programa SAS (1985).
Fueron realizados modelos lineales y análisis de correlaciones. En cada caso el resultado figura en el apéndice correspondiente.

IV - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A - RESPUESTA DEL PORCENTAJE DE PROTEÍNA A LA POBLACIÓN.

En la figura 1A se muestra la evolución del porcentaje de proteína de las parcelas estudiadas según las plantas por metro cuadrado (plm^2) con las que se trabajó. La figura 1B muestra la variación de la proteína poblacional sin tener en cuenta el efecto variedad.

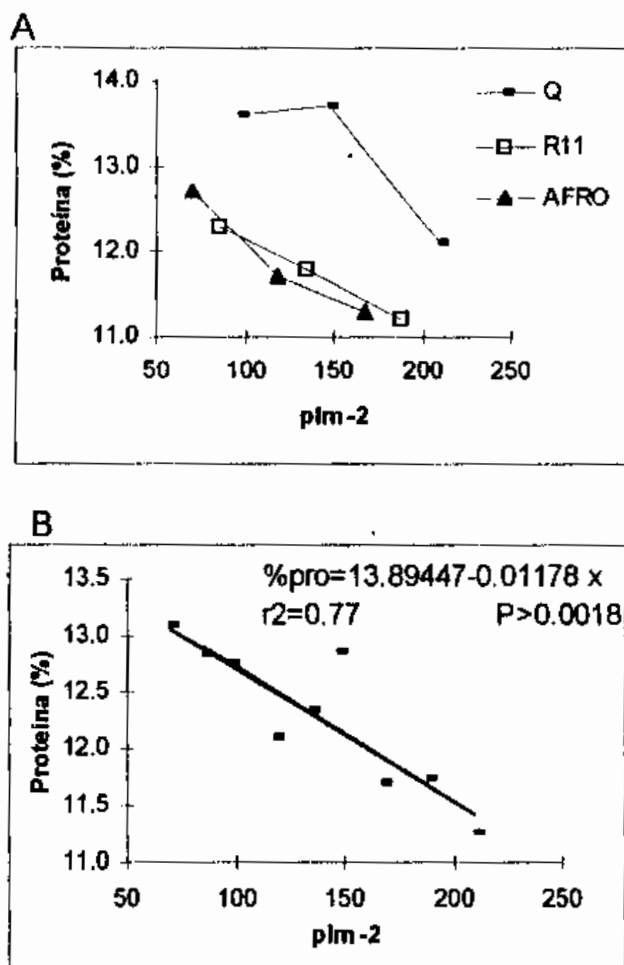


Figura 1: Respuesta de porcentaje de proteína a la Población, en las tres variedades estudiadas: E. Quebracho, Registro 11 y Afrodita (A) y Respuesta de porcentaje de proteína a la Población sin tener en cuenta el efecto variedad (B). (Apéndice 1).

En la figura 1 se observa una clara disminución de la proteína al aumentar la población, existiendo diferencias entre los materiales genéticos

utilizados. E. Quebracho es la variedad que mayores valores obtuvo en proteína en todas las densidades de siembra. Esto es coincidente con resultados obtenidos por Brasetti y Siri, 1993.

La figura 1B muestra la disminución del porcentaje de proteína a medida que aumenta la población, demostrando la importancia de este efecto sobre el porcentaje de proteína. Tomando en cuenta ambos efectos (material genético y población), este último adquiere mayor relevancia. Del total de la variación de la proteína el 77% es determinado por el efecto población.

En una población determinada, el porcentaje de proteína estaría determinado por la cantidad de nitrógeno acumulada y el peso individual de grano. En ese sentido fue generado un modelo que explique el porcentaje de proteína (Apéndice 2):

$$\% \text{ de proteína} = 13.04 - 0.28 \cdot \text{PG} + 13.46 \cdot \text{NG} \quad r^2 = .997 \quad (P > 0.0001)$$

donde, PG= peso de grano (mg) y NG= cantidad de nitrógeno por grano (mg).

Del modelo se desprende que aumentos en el PG, redundan en menores porcentajes de proteína; como también aumentos de NG traen aparejados aumentos en el porcentaje de proteína final.

El cuadrado medio de NG fue 5.4 veces mayor que el de PG, indicando la importancia del primero en determinar el porcentaje de proteína, independientemente del efecto variedad. Sin embargo, la importancia también varió con el genotipo considerado (cuadro 4, apéndice 3).

Cuadro 4. Significancia y signo del coeficiente de regresión porcentaje de proteína vs. peso de grano y nitrógeno en grano para cada cultivar.

Cultivar	Peso de Grano		Nitrógeno en grano	
	significancia	signo	significancia	signo
Modelo total	3	-	3	+
Afrodita	ns		ns	
Quebracho	ns		1	+
Registro 11	1	-	2	+

1, 2 y 3 significativo al 0.1, 0.05 y 0.01 respectivamente, ns = no significativo.

Las variedades utilizadas mostraron comportamientos diferenciales; en Afrodita las variables analizadas no son significativas en determinar el porcentaje de proteína como lo muestra el cuadro 4, en cuanto a E. Quebracho solamente el nitrógeno en grano adquirió relevancia y en Reg.11 ambas variables tienen influencias en el porcentaje final de proteína.

La ecuación anterior puede ser formulada desglosando el componente nitrógeno en grano en sus determinantes, el nitrógeno total traslocado al grano (nha) en kg ha^{-1} y el número de granos por metro cuadrado (ngmc) (apéndice 4).

$$\% \text{ proteína} = 26.0097 + 0.16 * \text{NHA} - 0.0014 * \text{NGMC} - 0.3137 * \text{PG} \quad r^2 = .992$$

($P > 0.0001$)

De esta forma se demostraría que el factor más importante en determinar el % de proteína sería el nitrógeno total cosechado por la planta y traslocado al grano (nha), el cuál es dependiente del material genético y de las medidas de manejo tales como elección de chacra, fertilización.

El número de granos por m^2 tiene un efecto negativo sobre el valor de proteína, pero también influye sobre el peso de grano, esto determina que actúe deprimiendo o aumentando el porcentaje de proteína según el rango estudiado.

Cuadro 5. Análisis por variedad y población de los diferentes componentes de llenado y acumulación de nitrógeno.

variedad	plm ²	rend. (kgha ⁻¹)	NGMC	PMG (gr)	nitrógeno en grano (kg ha ⁻¹)	nitrógeno en grano (mg grano ⁻¹)	p (%)
AFRO.	70	3344	7741	43.2	67.9	0.88	12.7
AFRO.	118	3288	7148	46.0	61.5	0.86	11.7
AFRO.	168	3822	8628	44.3	69.1	0.80	11.3
QUE.	97	4183	8900	47.0	91.0	1.02	13.6
QUE.	147	4000	8386	47.7	87.7	1.05	13.7
QUE.	210	4062	9027	45.0	78.6	0.87	12.1
REG.11	85	3413	8386	40.7	67.2	0.80	12.3
REG.11	135	3403	8240	41.3	64.2	0.78	11.8
REG.11	188	3185	7494	42.5	57.1	0.76	11.2

En la variedad Afrodita la disminución del nitrógeno en grano se debió a un aumento en el rendimiento explicado por un mayor número de granos por m^2 , existiendo más competencia por grano. (Cuadro 5). La disminución del % de proteína de Afrodita al aumentar la población se debió probablemente al efecto dilución, el nitrógeno total en el grano cosechado se diluye en un mayor número de granos por m^2 , y en mayores rendimientos.

En E. Quebracho, al aumentar las plm², el nitrógeno total en el grano cosechado (nha) disminuye. En la mayor población el menor nitrógeno

traslocado al grano se diluye en un mayor número de granos por m^2 , (esta diferencia es poco importante), bajando de esta forma el contenido de nitrógeno en el grano. Si bien en esta población el PMG es menor se obtienen los menores porcentajes de proteína. De esta forma se visualizó el mayor peso relativo del nitrógeno total en el grano cosechado en determinar el porcentaje final de proteína con respecto al PMG. (Cuadro 5).

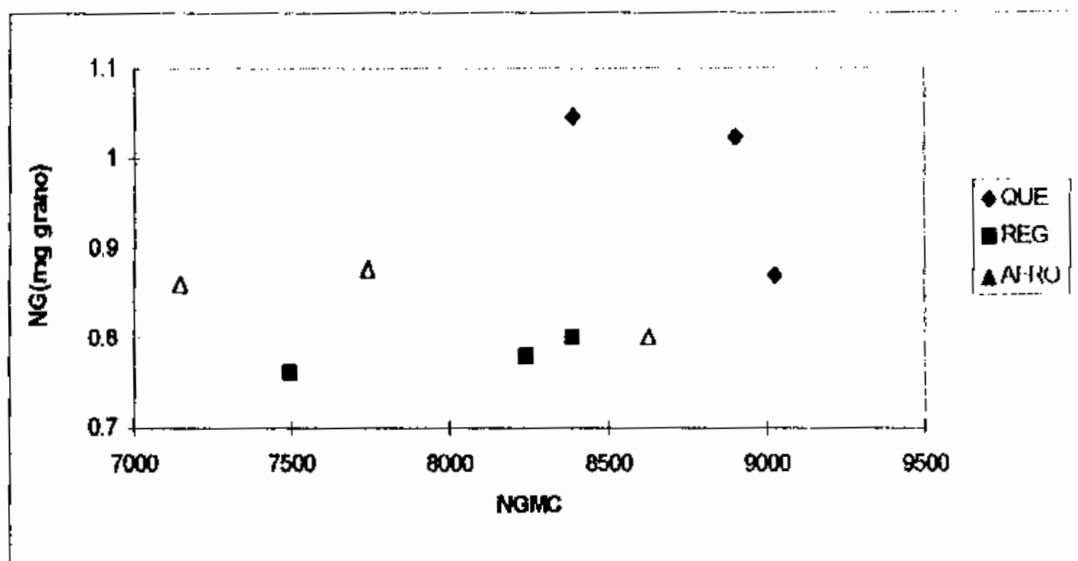
E. Quebracho es la variedad que presentó las mayores cantidades de nitrógeno traslocado al grano por ha. y la que obtuvo los mayores rendimientos, a pesar de ello no fue capaz de diluir el nitrógeno translocado al grano, obteniendo de esta forma los máximos valores de proteína (todos por encima del 12 %).

Lo anterior concuerda con los datos obtenidos por Kemanian, A. et al (1994), donde E. Quebracho ante un aumento en la oferta de nitrógeno por grano, no logra controlar el porcentaje de proteína final.

Esto nos indica la importancia de la elección del cultivar con respecto a las diferentes medidas de manejo a tomar, como por ejemplo elección de chacra, pastoreo directo o corte mecánico y fertilización. En condiciones de alta disponibilidad de $N-NO_3$, esta variedad sobrepasaría los niveles máximos de proteína requeridos para obtener un buena calidad de malta, siendo en estos casos el pastoreo un importante corrector del porcentaje de proteína.

En la variedad Registro11 al aumentar la población se da una disminución en el rendimiento y en los kg. de nitrógeno traslocado al grano por Ha. Lo primero estaría determinado por un menor número de granos por m^2 , los cuales tienen un mayor pmg, pero este factor no compensa el anterior.

El porcentaje de proteína disminuye como consecuencia de la menor cantidad de nitrógeno en el grano y del mayor peso de los granos. Al aumentar la población hay un aumento en el PMG y una leve disminución del nitrógeno en grano, a diferencia de lo que ocurre en las otras variedades. En esta variedad obtener altos PMG es un factor importante para lograr granos con bajos porcentajes de nitrógeno.



La figura 2 muestra el nitrógeno en grano (NG) en función del número de granos por m^2 (NGMC), para las tres variedades y densidades de siembra estudiadas.

La variedad Registro 11 es la que presenta menores valores y más constantes de nitrógeno en grano como también las menores cantidades de nitrógeno traslocado Ha^{-1} (cuadro 5). Esto indicaría que la acumulación de nitrógeno en el grano en esta variedad estaría en parte fijada por el material genético; y el porcentaje de proteína final sería determinado en mayor medida por el PMG y/o por una disminución en los Kg. de nitrógeno depositados en el grano.

En Afrodita al aumentar el número de granos por m^2 , el nitrógeno en grano disminuye; posiblemente se daría por un mayor número de granos por m^2 los cuales diluirían el nitrógeno traslocado a dichos granos. (cuadro 5).

Cada uno de estos factores tuvo una influencia más o menos marcada dependiendo del material genético utilizado.

En forma general se evidenciaron dos patrones diferentes que determinan el porcentaje final de proteína:

- en la variedad Afrodita existe un claro efecto de dilución de nitrógeno por rendimiento (mayor número de granos por m^2) a medida que aumenta la densidad de plantas.

- en las variedades E. Quebracho y Registro 11 la cantidad de N. que llegó al grano es menor en altas densidades. Lo anterior podría deberse a una menor capacidad de absorción de este elemento con poblaciones mayores, a

una menor capacidad de traslocación de este elemento con destino al grano (diferentes períodos en la senectud de las hojas, diferentes fosas) o a una combinación de ambas. Registro 11 complementa la menor cantidad de nitrógeno con pesos de grano mayores, lo que deprime el porcentaje final de proteína.

Un tema de futuro análisis y discusión será determinar las causas de las diferencias en el comportamiento de absorción y traslocación de nitrógeno en diferentes poblaciones.

A. 1 - Distribución de la proteína en los diferentes tallos.

La proteína disminuyó a medida que aumentó la población en las 3 variedades. Esta tendencia fue menos clara en la variedad R11. La diferencia entre tallos es mayor en poblaciones altas, siendo en estas densidades el valor de TP superior al de T2 en todos los casos, fundamentalmente en R11 (figuras 3A, 4A y 5A).

La cantidad de nitrógeno acumulada en cada grano fue mas alta en bajas densidades de siembra, al aumentar esta el contenido de nitrógeno en el grano baja, siendo el TP de R11 una excepción a esta regla. Los granos producidos por el TP tuvieron mayores niveles en todas las densidades salvo en E. Quebracho en la cual estos estuvieron siempre por debajo del T2.(figuras 3B, 4B y 5B).

El efecto dilución encontrado en Afrodita al aumentar la población se manifiesta en ambos tallos , (figura 3A y 3B), registrándose la mayores diferencias entre los tallos en 168 plm⁻². La disminución del % de proteína de E. Quebracho podría ser explicado por una mayor proporción de tallos TP y T2 en altas poblaciones (Hoffman et al, 1992), que como se observa en la figura 4A , ambos tallos disminuyen en porcentaje de proteína.

En la variedad Reg.11, (figura 5B), se evidencia una mayor disminución en nitrógeno en grano del T2 frente al TP al aumentar la población, el primero de los tallos y otros no estudiados serían los responsables del menor contenido de proteína en la parcela de mayor densidad.

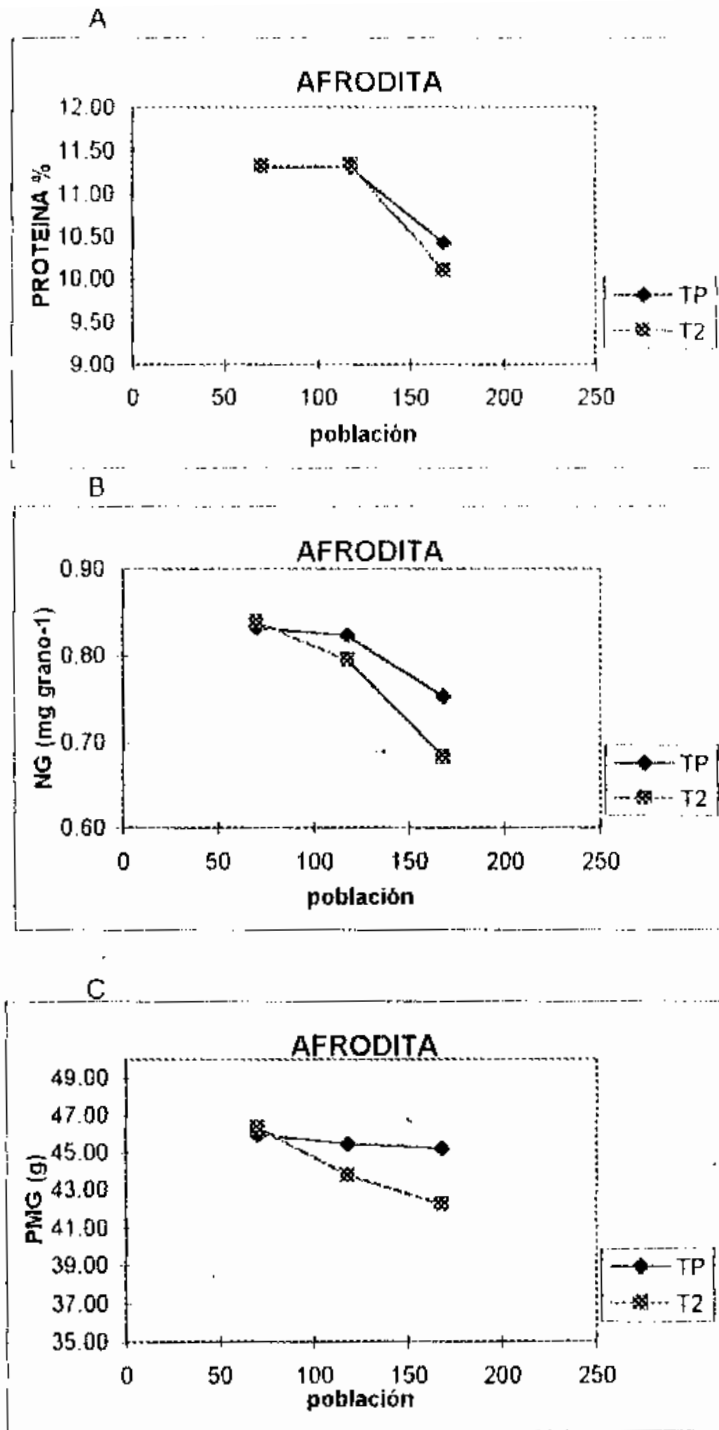


Figura 3 : Porcentaje de proteína, ng y pmg vs pl - m2 para ambos tallos.

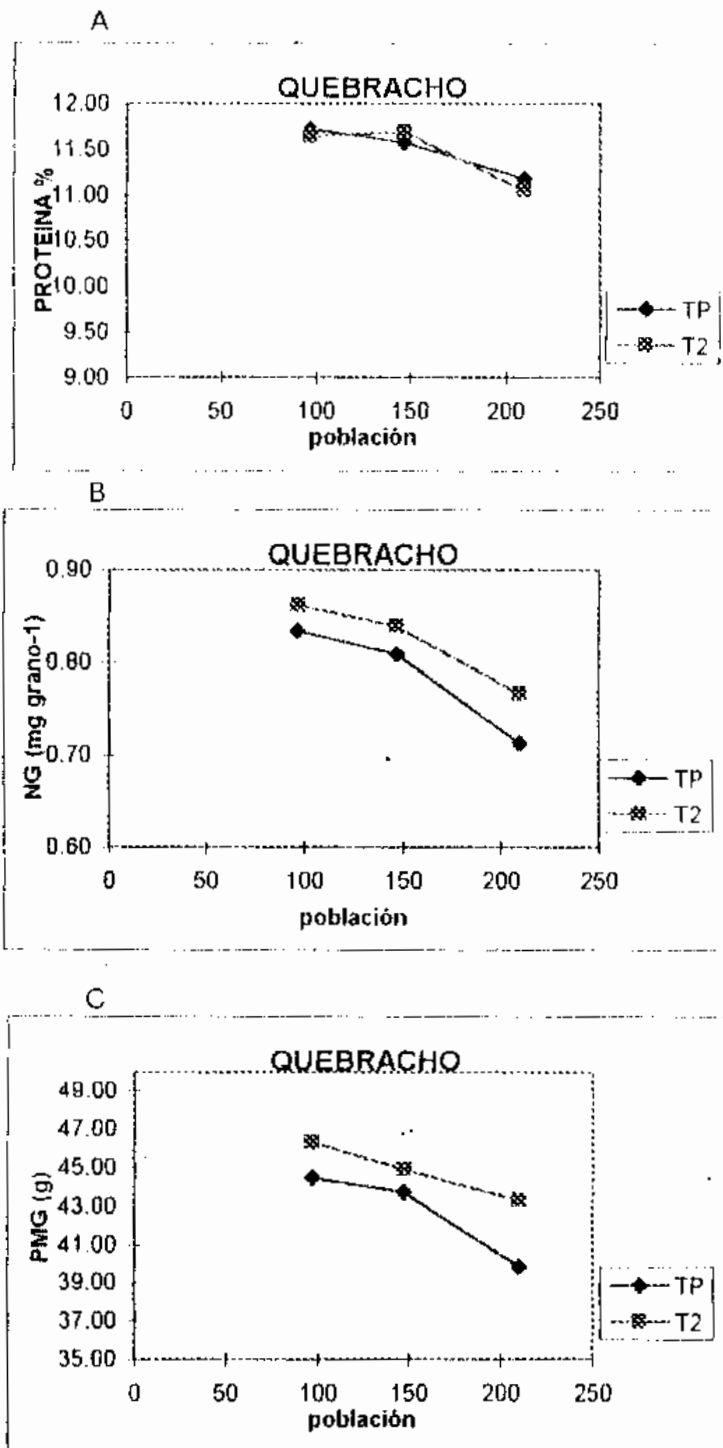


Figura 4 : Porcentaje de proteína, ng y pmg vs. pl - m² para ambos tallos.

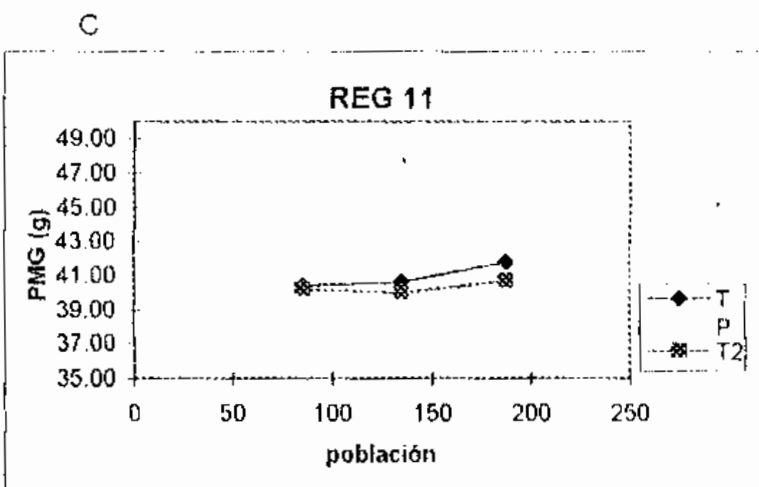
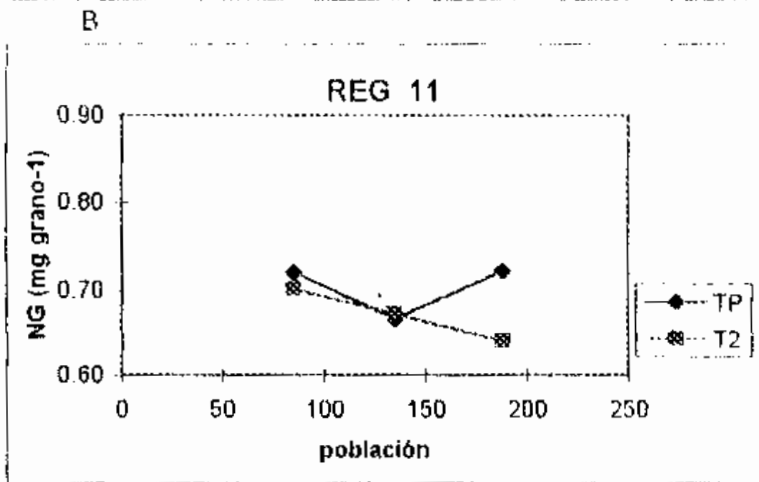
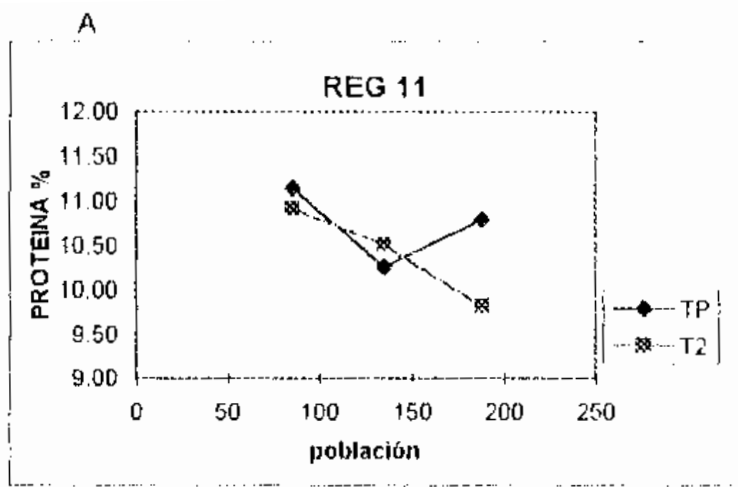


Figura 5: Porcentaje de proteína, ng y pmg vs. pl - m2 para ambos tallos.

Tanto en Afrodita como en E. Quebracho al aumentar la población, el peso de mil granos disminuyó, (figura 3 C y 4 C) ; el TP de la variedad Afrodita es menos influenciado por este efecto. Lo contrario a esta tendencia ocurrió con Registro 11 (figura 11), en la cual el peso de mil granos aumentó al aumentar la densidad de plantas. El peso mil granos del TP fue siempre superior al del logrado por el T2 excepto en E. Quebracho. Este efecto podría estar explicado por una mayor tasa de acumulación de materia seca en el período de llenado de grano del T2 con respecto al TP.

Confirmando lo resumido en el punto anterior y profundizando por estructura de tallo se desprende que :

- Afrodita presenta mayor estabilidad en tamaño de grano, mayor número de granos por m^2 en altas poblaciones con proporciones mayores de TP y T2 y mayor traslocación de nitrógeno al grano, lo que demuestra el efecto dilución.

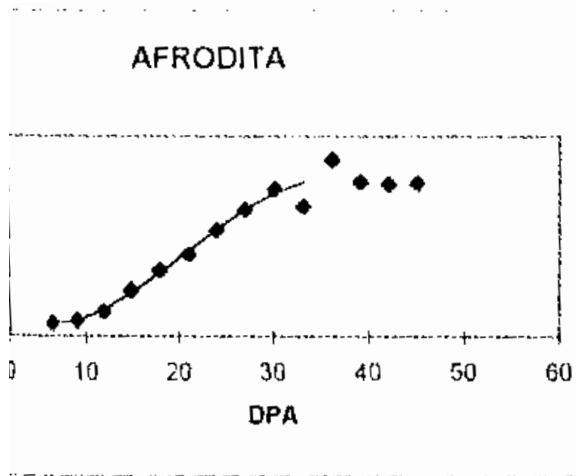
- Quebracho requiere obtener una buena implantación para tener un alto % de tallos TP y T2. Al disminuir en forma conjunta el PMG y el % de proteína con aumentos de la población, se confirma la importancia de la menor traslocación total de nitrógeno al grano y de los tallos TP y T2.

- Registro 11 presenta menor contenido de nitrógeno en grano en poblaciones mayores. Este comportamiento conjuntamente con un peso de mil granos mayor deprimen el % de proteína final. Si analizamos el comportamiento de los tallos observamos que el T2 sería el responsable de la disminución en proteína.

A.2 - Evolución de la materia seca en TP y T2.

Fueron analizadas las curvas de crecimiento de grano. Estos datos se presentan en las figuras 6 a 23. Las líneas corresponden a la curva teórica, los puntos a los datos obtenidos en laboratorio en función de los días post - anthesis (dpa, presenta valor 0 cuando la planta tiene 4 cm de arista). En el apéndice 5 se muestra los parámetros de las curvas según el modelo estadístico utilizado.

La acumulación de materia seca, se ajustó a una curva de respuesta cúbica, con un período de llenado de grano medio total de aproximadamente 36 días para TP y 34 días para el T2.



g vs. dpa para tp, baja densidad.

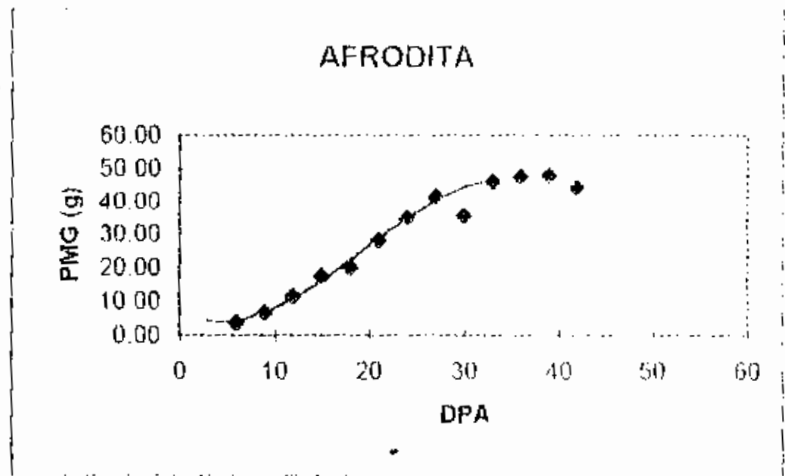
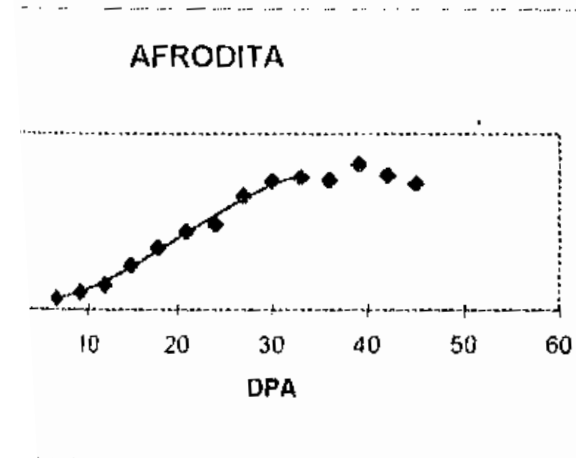


Figura 7 : pmg vs. dpa para t2, baja densidad



vs. dpa para tp densidad media.

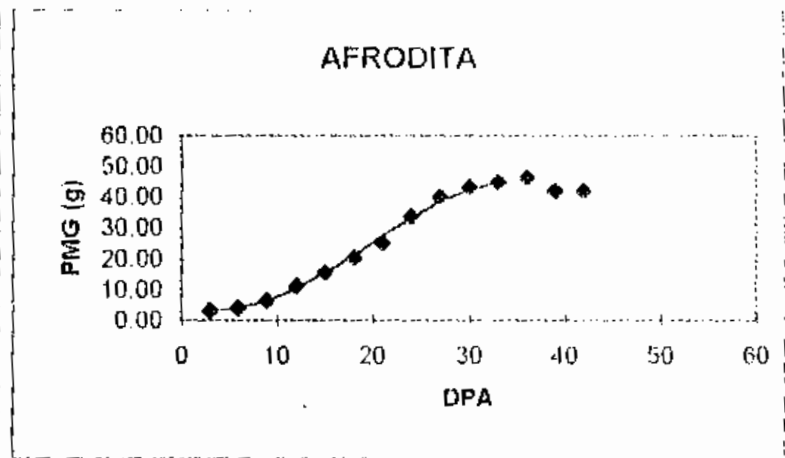
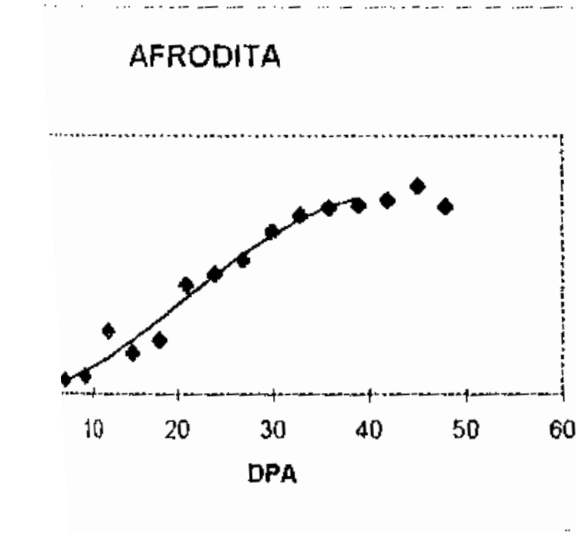


Figura 9 : pmg vs. dpa para t2 densidad media



vs. dpa para tp alta densidad.

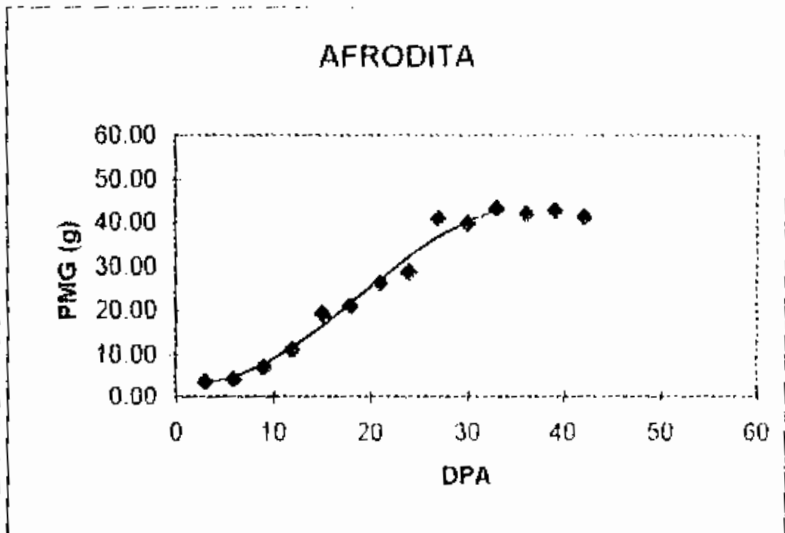
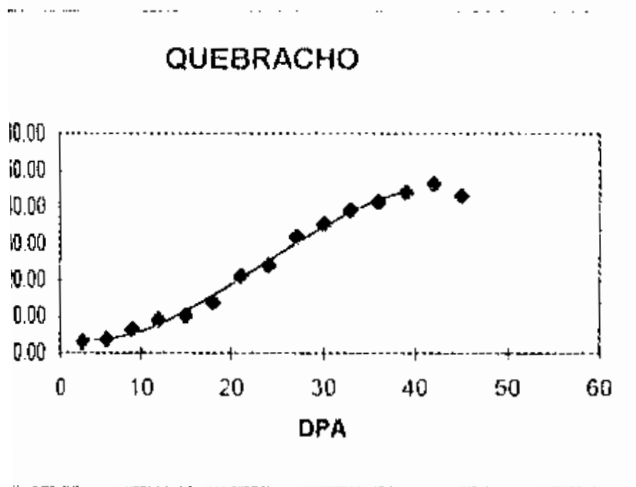


Figura 11 : pmg vs. dpa para t2 alta densidad.



12: pmg vs. dpa para tp , baja densidad.

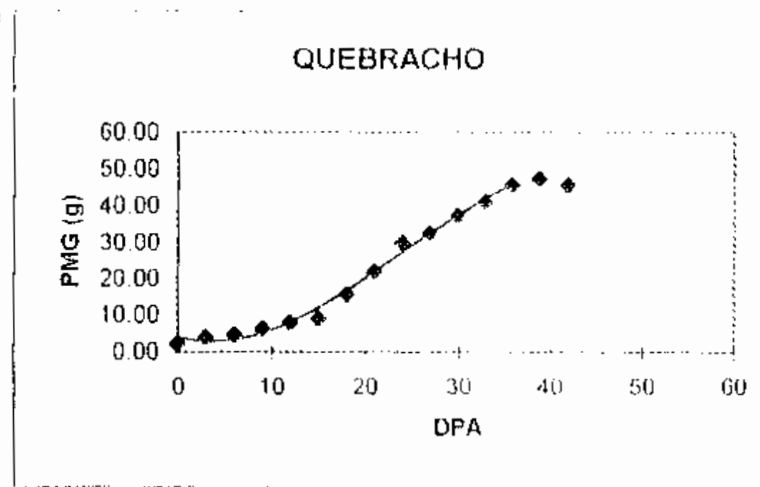
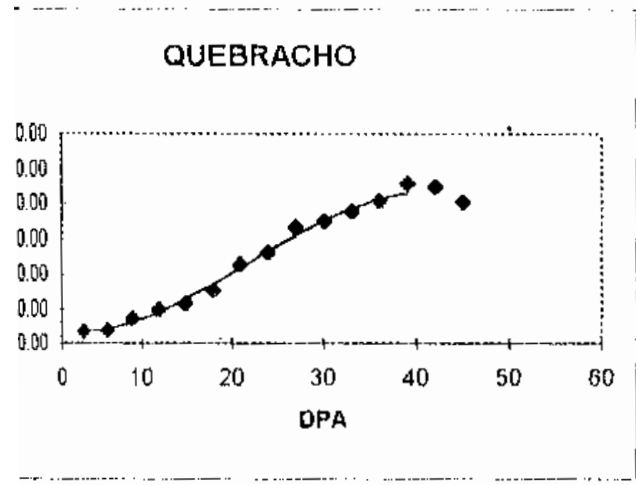


Figura 13 : pmg vs. dpa para t2 , baja densidad.



14: pmg vs. dpa para tp , densidad media.

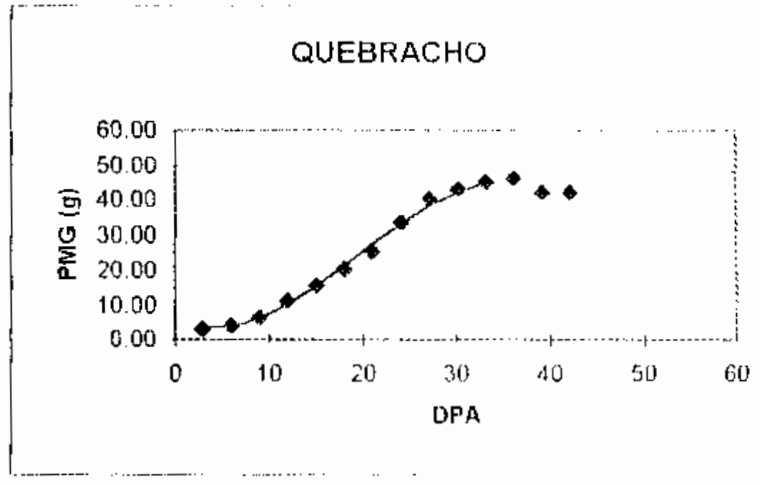
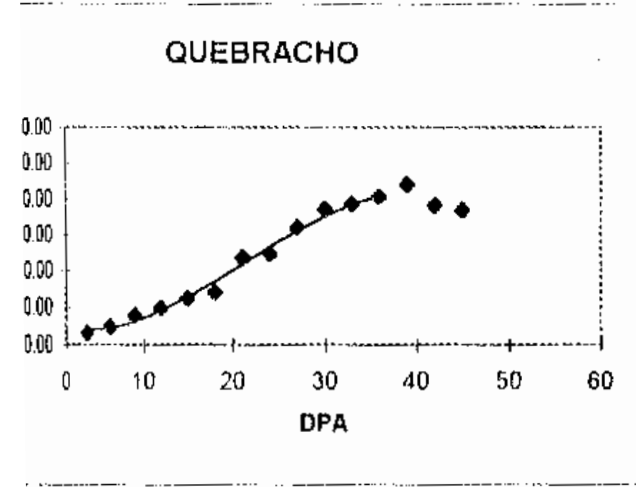


Figura 15 : pmg vs. dpa para t2 , densidad media.



16: pmg vs. dpa para tp , alta densidad.

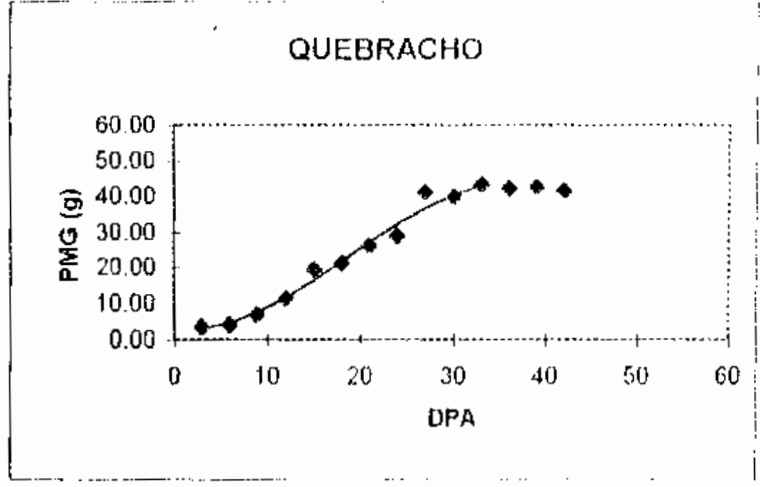


Figura 17 : pmg vs. dpa para t2 , alta densidad.

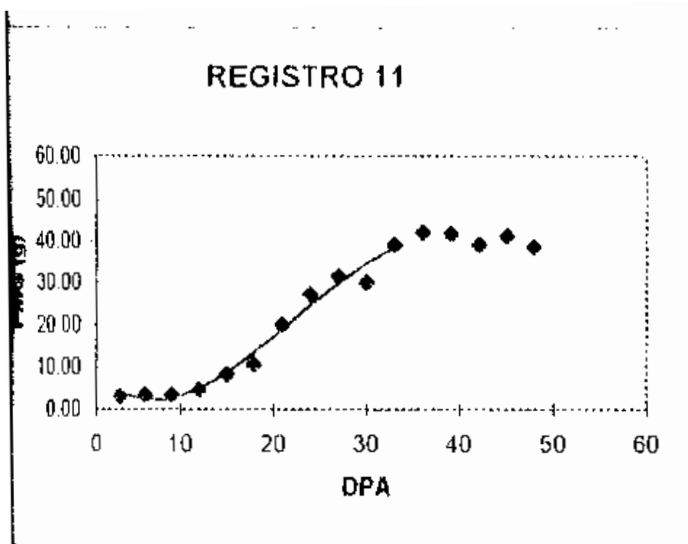


Figura 18 : pmg vs. dpa para tp ,baja densidad.

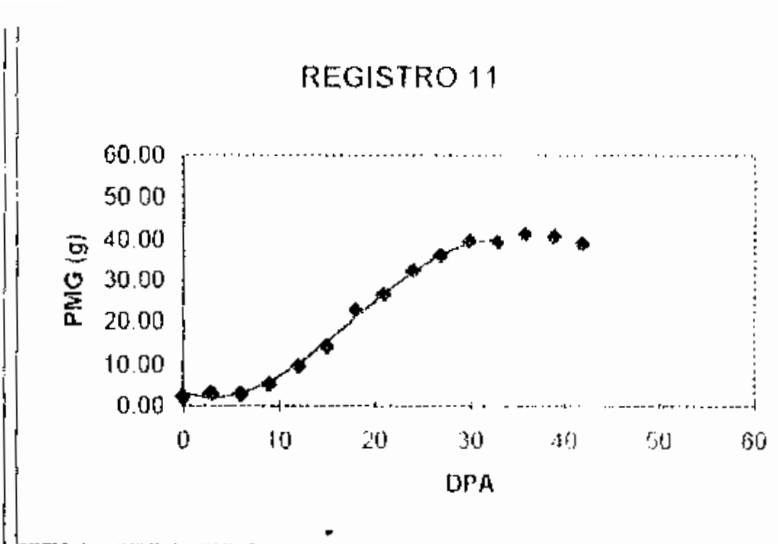


Figura 19 : pmg vs. dpa para t2 ,baja densidad

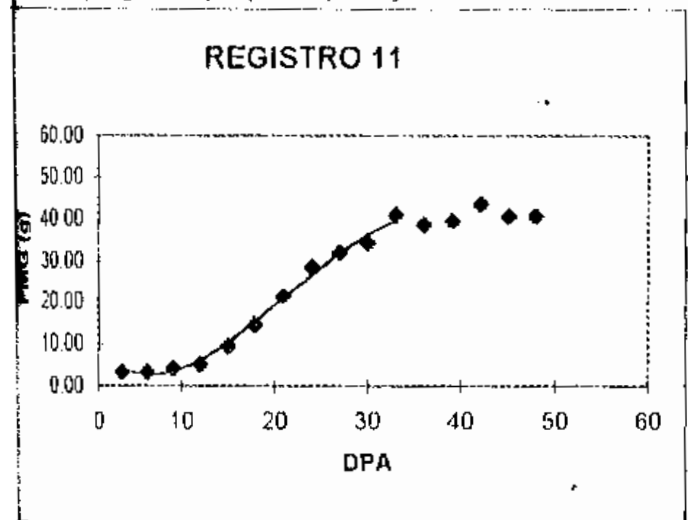


Figura 20 : pmg vs. dpa para tp ,densidad media.

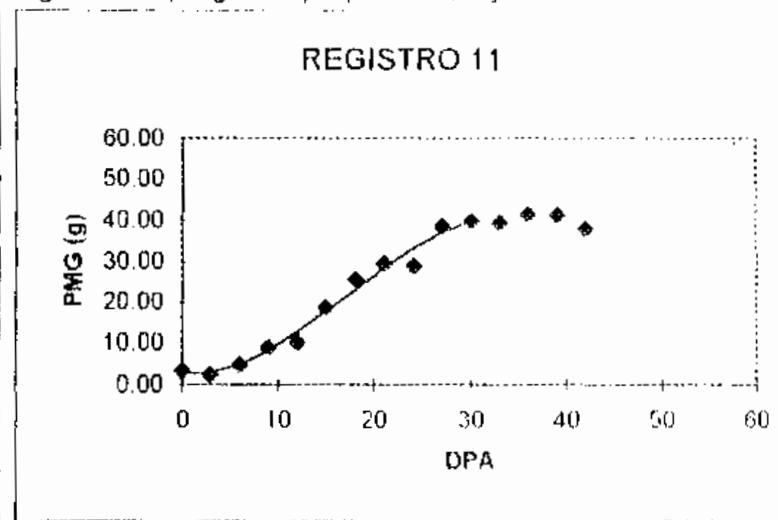


Figura 21 : pmg vs. dpa para t2 ,densidad media.

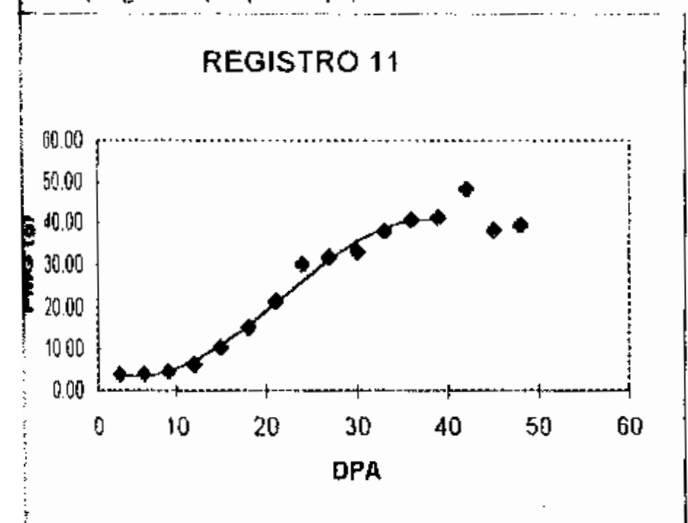


Figura 22 : pmg vs. dpa para tp ,alta densidad

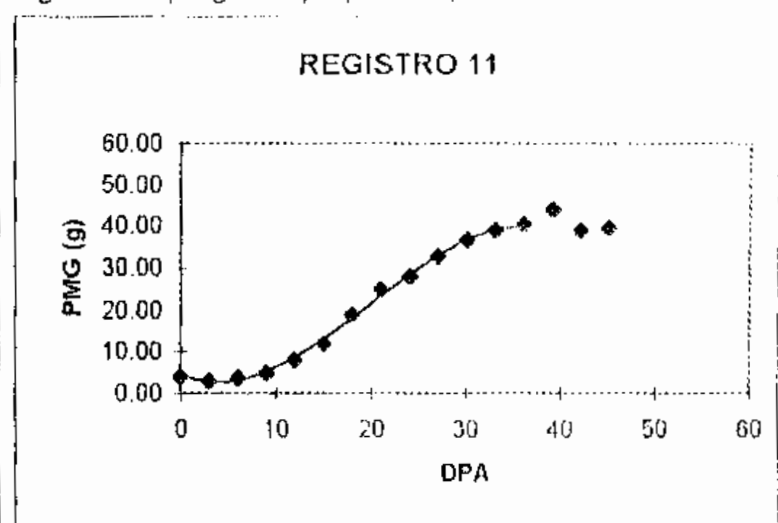


Figura 23 : pmg vs. dpa para t2 ,alta densidad

Dentro de cada curva se diferencian tres fases : una inicial de lento crecimiento de grano, con una duración aproximada de 7 a 12 días para ambos tallos. Una segunda fase de crecimiento lineal de 25 días; donde la tasa de acumulación de materia seca es máxima, siendo el valor promedio de 1.55 mg día⁻¹ grano⁻¹. Por último una tercera fase donde la tasa de acumulación de materia seca desciende hasta hacerse cero, en este punto el peso del grano permanece constante (punto al cual denominamos madurez fisiológica, el ajuste del modelo se realizó hasta este punto). Estos datos concuerdan con los datos obtenidos por Brassetti y Siri (1993) y con Kemanian, A. et al (1994).

Los datos obtenidos son desarrollados en el siguiente cuadro, donde se visualiza la tasa máxima de acumulación de materia seca en el período lineal (apéndice 7) y la duración total del llenado.

Cuadro 6 : Características del llenado de grano por tallo y variedad.

VAR.	PL M ²	TALLO	PMG (gramos)	TASA (mg día ⁻¹)	LLENADO (días)
1	70	TP	45.93	2.052	33
1	70	T2	46.29	1.941	33
1	118	TP	45.46	1.625	33
1	118	T2	43.78	1.601	33
1	168	TP	45.16	1.272	39
1	168	T2	42.23	1.635	33
2	97	TP	44.46	1.434	39
2	97	T2	46.29	1.509	36
2	147	TP	43.70	1.356	39
2	147	T2	44.88	1.475	36
2	210	TP	39.83	1.371	36
2	210	T2	43.29	1.337	36
3	85	TP	40.40	1.669	33
3	85	T2	40.18	1.511	33
3	135	TP	40.58	1.729	33
3	135	T2	39.93	1.560	30
3	188	TP	41.76	1.446	39
3	188	T2	40.68	1.339	36

1= Afrodita - 2 = E. Quebracho - 3 = Registro 11

En general, Afrodita presenta los mayores niveles de acumulación de materia seca, reflejado en un mayor pmg, con períodos de llenado similares a R.11 y menores que E. Quebracho.

E. Quebracho es la variedad que presentó las menores tasas de acumulación de materia seca, (coincidentalmente con Kemanian et al, 1994 ;

González y Trujillo, 1995), en sus dos tallos, como también el período mas largo de llenado de grano y los máximos valores de proteína .

Registro 11 presentó un corto período de duración de llenado de grano (similar al de Afrodita), acompañado de una baja tasa de translocación de materia seca (en similitud con la de E. Quebracho), por ende esta variedad obtuvo menores pesos de mil granos.

En cuanto a los tallos, la única tendencia clara la presentó R.11, en la cual el TP tuvo mayor tasa de acumulación de materia seca que el T2 en todas las poblaciones estudiadas. En las restantes variedades las mayores tasas coinciden con las menores duraciones del periodo de llenado, sin encontrarse un efecto tallo.

A.3 - Evolución del porcentaje de proteína.

En las figuras 24 a 41 se presentan las curvas de acumulación de proteína, la línea entera corresponde a la curva teórica y los puntos a los datos obtenidos por análisis de laboratorio. Se ajustó el modelo hasta el punto de madurez fisiológica (peso del grano constante).

En forma coincidente con Corke, 1989, se observan altos porcentajes de proteína en el grano en los primeros días de comenzado el llenado. Lo cual estaría explicado por el alto peso relativo del embrión.

En etapas medias de llenado de grano (fase lineal de crecimiento) los valores de proteína obtenidos alcanzan sus mínimos niveles. Esto se explicaría por el aumento en la tasa de acumulación de carbohidratos diluyendo la proteína acumulada en etapas anteriores .

El aumento en proteína que se observa hacia el final del período de llenado (aproximadamente 30 días post-antesis) se debería según Gregory et al, 1981, a la translocación de nitrógeno desde las hojas senescentes, con la consecuente disminución del área fotosintéticamente activa. De esta manera se estaría afectando mas la translocación de carbohidratos que la de proteína.

Al comienzo de antesis (en los primeros muestreos), el TP generalmente presenta valores más bajos que el T2. Los mínimos valores de proteína encontrados en todas las variedades se obtienen en las poblaciones altas, coincidentemente con los mínimos porcentajes finales de proteína (Cuadro 7).

AFRODITA

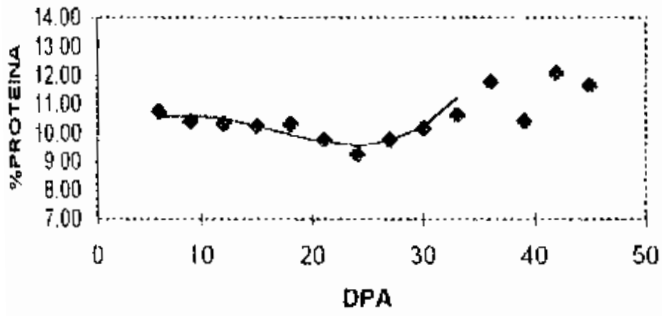


Figura 24 : % proteina vs. dpa para tp baja densidad.

AFRODITA

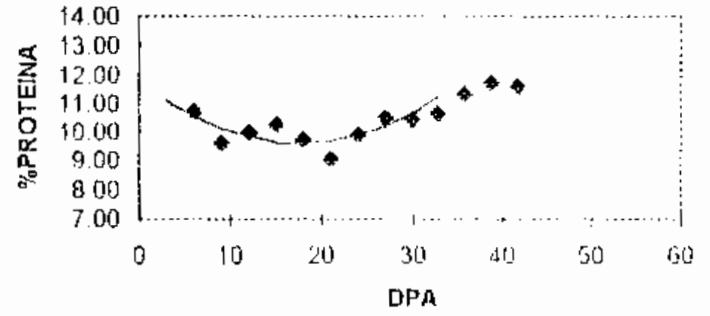


Figura 25 : % proteina vs. dpa para t2 baja densidad

AFRODITA

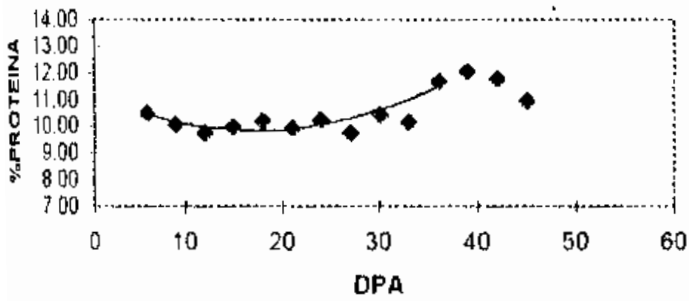


Figura 26 : % proteina vs. dpa para tp, densidad media.

AFRODITA

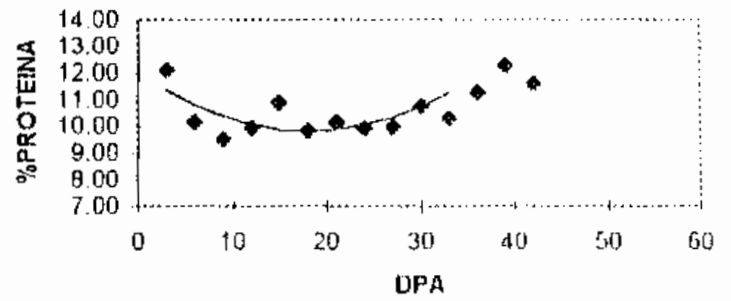


Figura 27 : % proteina vs. dpa para t2 densidad media.

AFRODITA

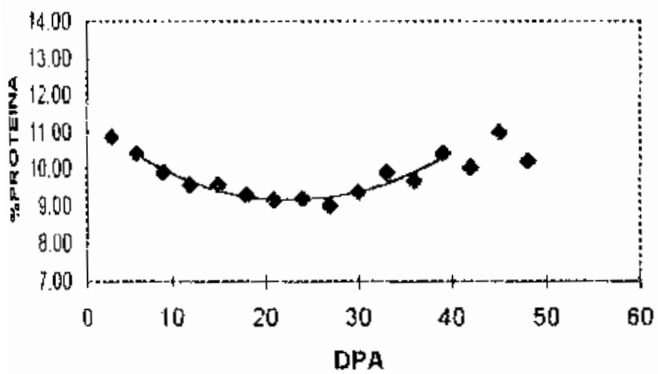


Figura 28 : % proteina vs. dpa para tp alta densidad.

AFRODITA

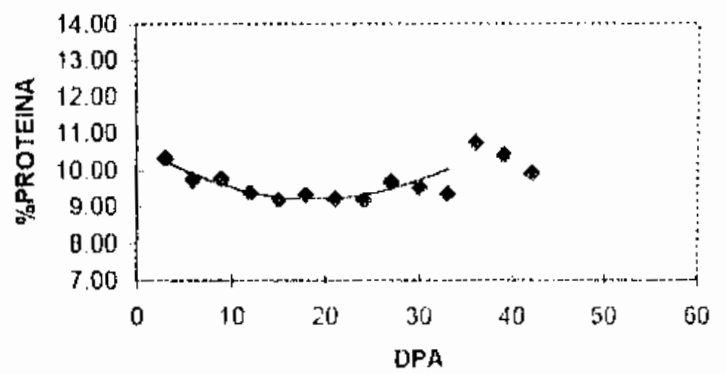
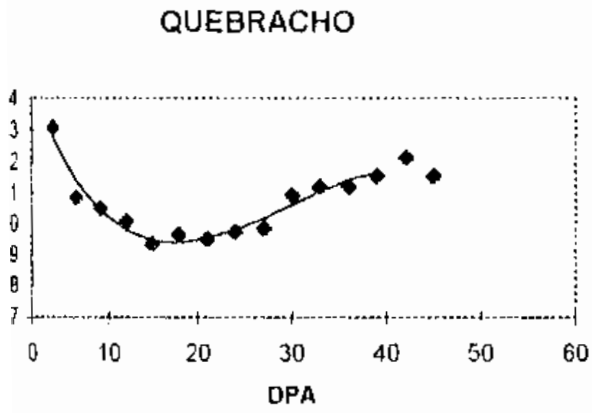


Figura 29 : % proteina vs. dpa para t2 alta densidad.



10 : % proteina vs. dpa para tp baja densidad.

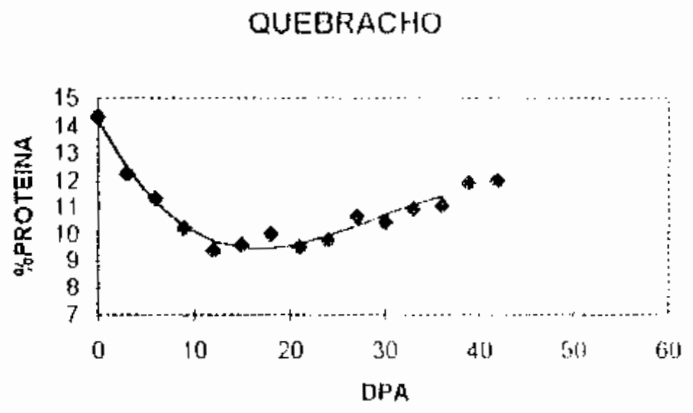
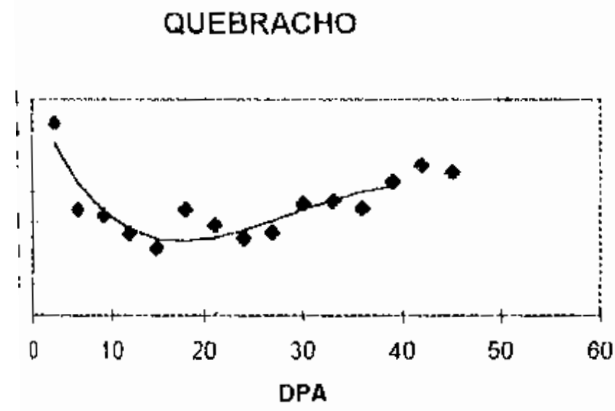


Figura 31 : % proteina vs. dpa para t2 baja densidad.



12 : % proteina vs. dpa para tp densidad media.

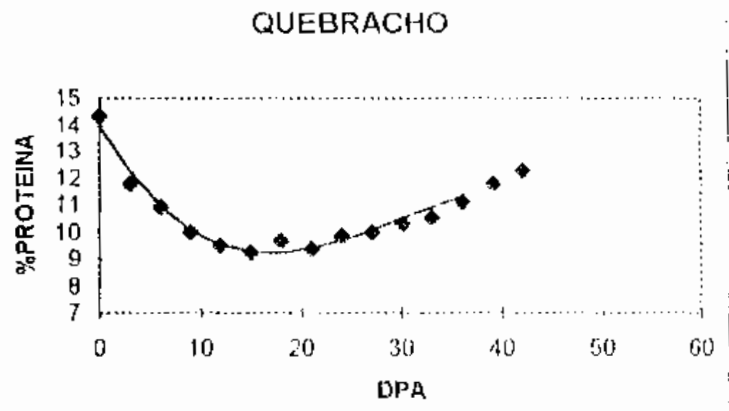
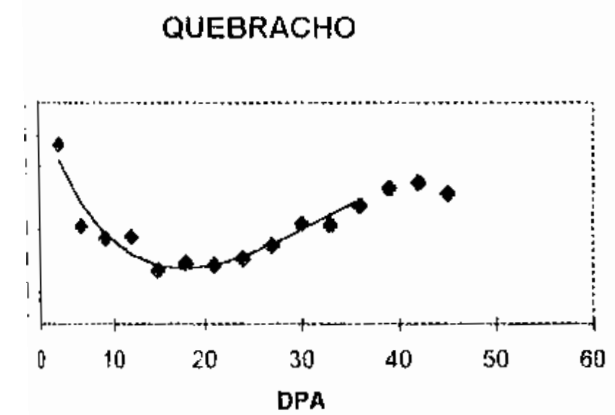


Figura 33 : % proteina vs. dpa para t2 densidad media.



14 : % proteina vs. dpa para tp alta densidad.

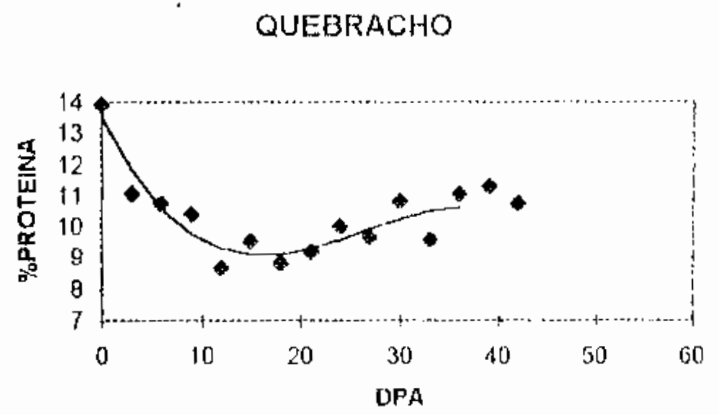
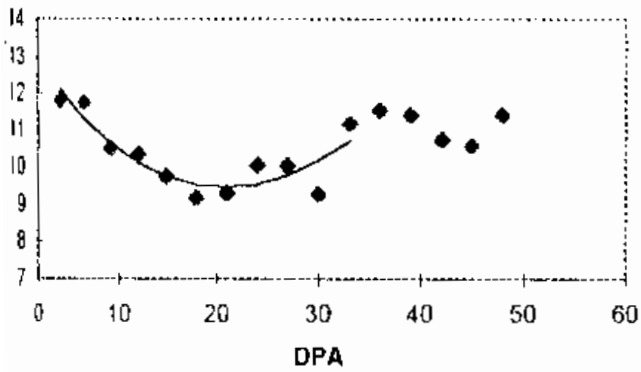


Figura 35 : % proteina vs. dpa para t2 alta densidad.

REGISTRO 11



36 : % proteina vs. dpa para tp baja densidad.

REGISTRO 11

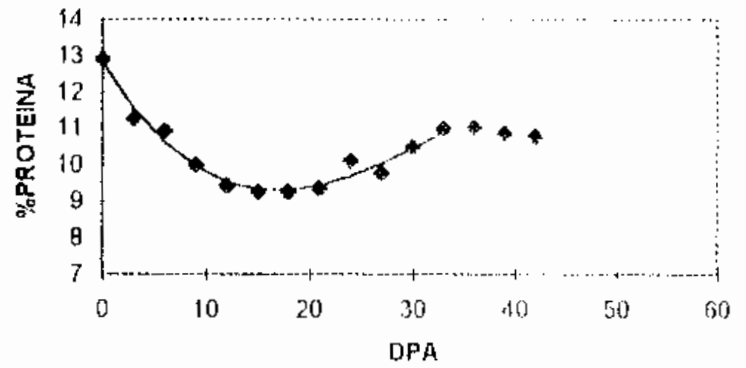
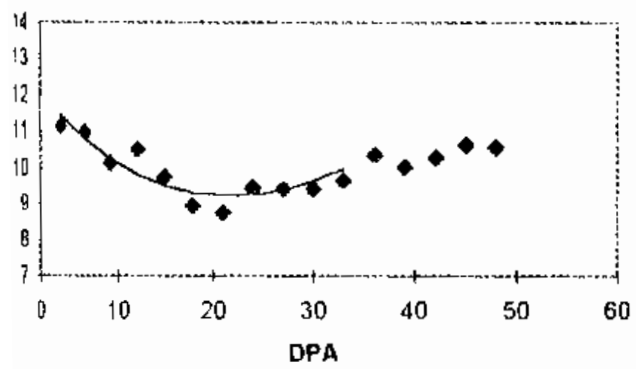


Figura 37 : % proteina vs. dpa para t2 baja densidad.

REGISTRO 11



38 : % proteina vs. dpa para tp densidad media.

REGISTRO 11

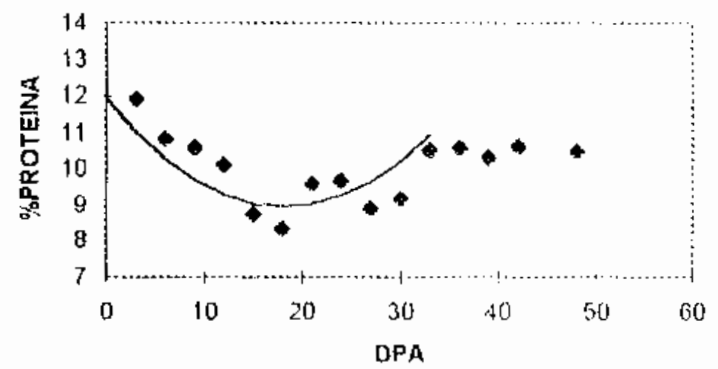
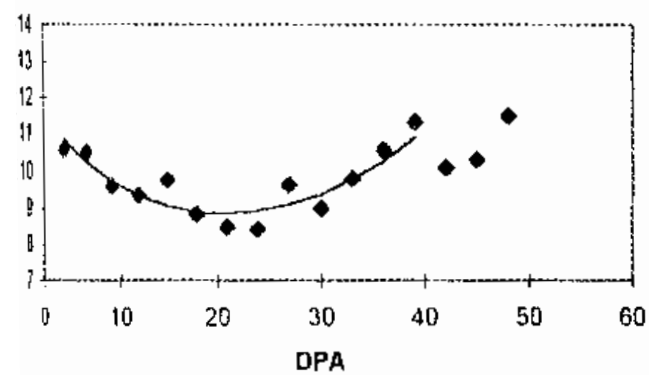


Figura 39 : % proteina vs. dpa para t2 densidad media.

REGISTRO 11



40 : % proteina vs. dpa para tp alta densidad.

REGISTRO 11

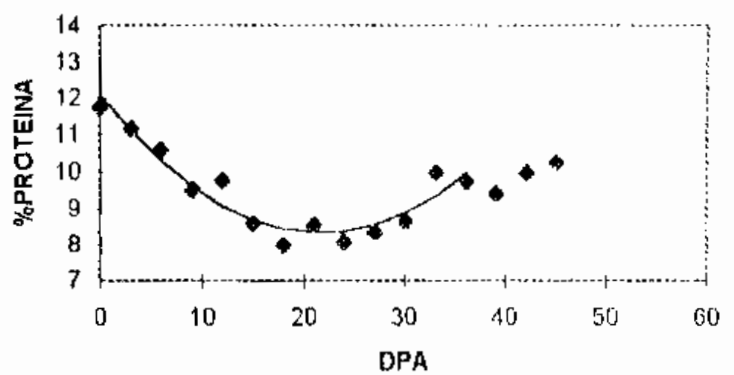


Figura 41 : % proteina vs. dpa para t2 alta densidad.

Afrodita, independientemente de la población, tiene valores más constantes de proteína durante todo el llenado; entre los 12 y 30 días pos anthesis (dpa) mantiene bajos niveles de proteína. En cuanto a Quebracho estos mínimos se encuentran entre los 15 a 24 dpa y para Reg.11 el rango de días donde se dan los mínimos niveles de proteína oscila entre los 21 y 30 dpa.

El siguiente cuadro resume la proteína final (%) y el mínimo valor alcanzado de proteína durante el llenado (%); para ambos tallos en variedades y densidades estudiadas.

Cuadro 7. Características de la acumulación de proteína para las situaciones estudiadas.

VAR.	PL M ²	TALLO	PROT.(%)	PROT.(%)MIN
1	70	TP	11.32	9.24
1	70	T2	11.32	9.08
1	118	TP	11.31	9.74
1	118	T2	11.34	9.53
1	168	TP	10.41	8.99
1	168	T2	10.10	9.16
2	97	TP	11.72	9.33
2	97	T2	11.64	9.37
2	147	TP	11.57	9.16
2	147	T2	11.69	9.24
2	210	TP	11.18	8.7
2	210	T2	10.05	8.66
3	85	TP	11.14	9.16
3	85	T2	10.91	9.24
3	135	TP	10.26	8.74
3	135	T2	10.51	8.33
3	188	TP	10.79	8.41
3	188	T2	9.83	7.95

1= Afrodita - 2 = E. Quebracho - 3 = Registro 11

Registro 11 es la que presenta los menores valores, tanto de proteína mínima como total, seguida de Afrodita y por último Quebracho, esto ocurre a nivel de los tallos TP y T2 y a nivel de parcela en general (Cuadro 5).

En la figura 42 se observa la tendencia que presentó la proteína final con respecto a la proteína mínima alcanzada en cada caso. Esto indicaría la necesidad de obtener los mínimos valores de proteína posibles durante la fase lineal de llenado para alcanzar bajos valores de proteína final.

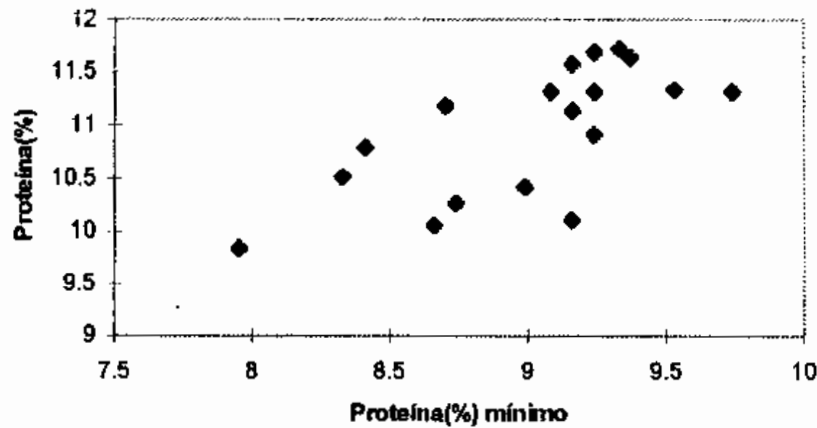


Figura 42: proteína final de cada tallo vs proteína mínima, $r^2 : 0.47$

Esta proteína mínima no sería influenciada por la tasa de acumulación de materia seca en la fase lineal de llenado de grano, (al graficar no se encontró tendencia alguna), pero sí estaría determinada por las plm^2 (población). La figura 43 explica lo mencionado anteriormente.

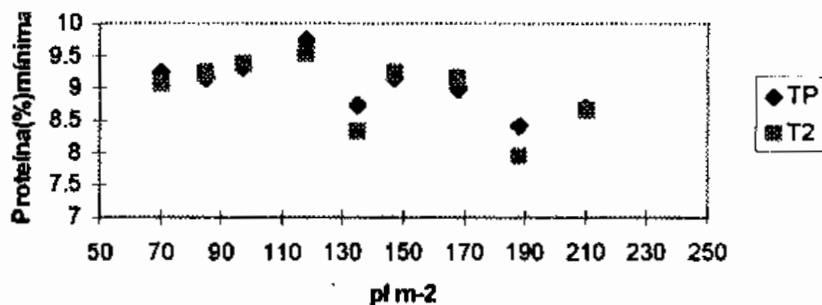


Figura 43: proteína mínima para cada tallo vs. $pl-m^2$.

También se observó que la tasa de acumulación de materia seca en la fase lineal, para el conjunto de las variedades, estuvo influenciada por las plm^2 , como se observa en la figura 44, lo que estaría explicando el menor peso de mil granos de Afrodita y Quebracho al aumentar la población ya que la duración del llenado no compensa la anterior disminución. El aumento en peso de mil granos de Registro 11, se relacionaría a una compensación en la duración del llenado de grano frente a la disminución de la tasa, cuadro 6. Esta información es coincidente con el trabajo de González y Trujillo, 1995.

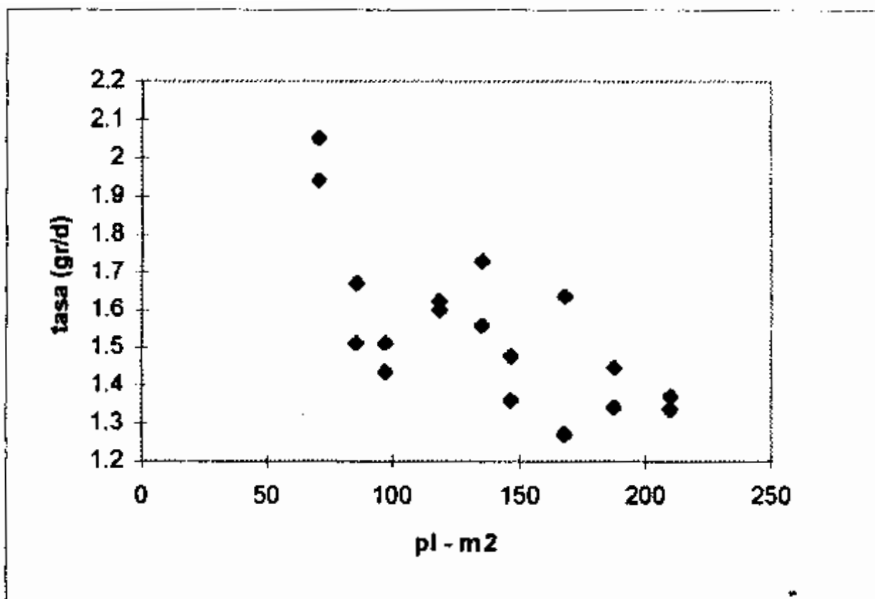


Figura 44: tasa de acumulación de materia seca vs. pl-m2, $r^2 : 0.49$

Haciendo un análisis de cada material genético, se encontró, en E. Quebracho, una relación entre el porcentaje de proteína inicial (promedio de los dos primeros muestreos) y la proteína mínima. Esto se observa en la figura 45, donde también se muestra el comportamiento de cada tallo.

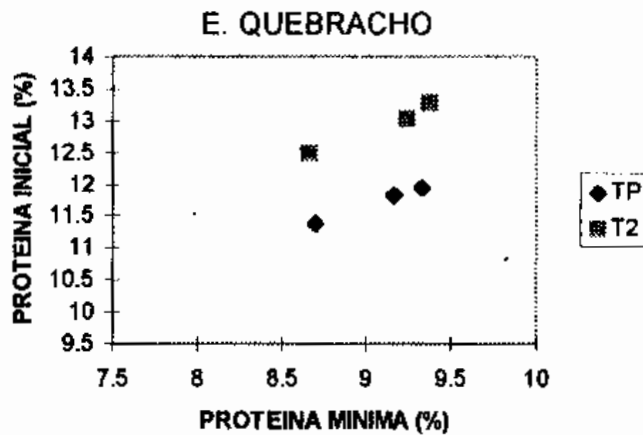


Figura 45 : Proteína inicial vs. Proteína mínima.

En esta misma variedad, analizando la proteína inicial con respecto a la final, se observó la misma tendencia que en la figura anterior. Esto se muestra en la figura 46.

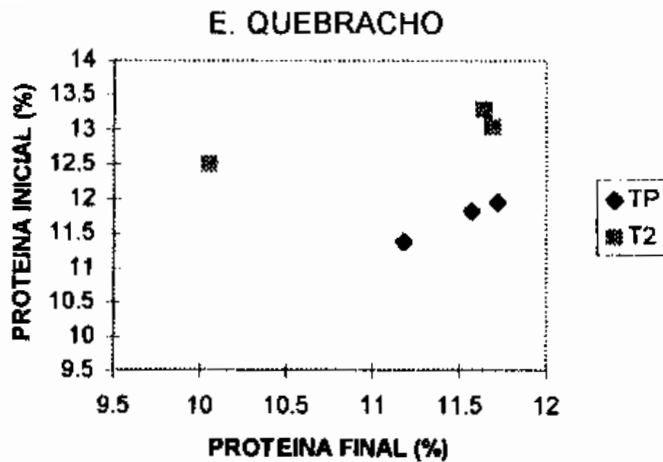


Figura 46 : Proteína inicial vs. Proteína final.

El comportamiento de cada tallo es similar en ambas figuras, encontrándose el T2 por encima del TP en todas las poblaciones.

En las restantes variedades, haciendo un análisis similar, no se encontraron tendencias claras. Por este motivo los datos no son presentados.

Resumiendo lo expuesto en los últimos puntos encontramos que:

- Afrodita presentó períodos cortos de llenado de grano con altas tasas. Valores más constantes en porcentaje de proteína durante todo el período de llenado.

- E. Quebracho mostró bajas tasas con períodos largos de llenado. La proteína fue muy variable durante el período de llenado de grano. Esto es coincidente con los datos obtenidos por Kemanian et al 1994, donde E. Quebracho presenta un largo período de llenado de grano con bajas tasas y una escasa capacidad de dilución de nitrógeno.

- Registro 11 se comportó similar a Afrodita en cuanto a duración de llenado y similar a E. Quebracho con respecto a la tasa. Presentó la proteína mínima más baja al igual que la mínima proteína final.

- Menores % de proteína mínima están relacionados con menores valores finales de % de proteína.

- Aumentos de la población deprimen la proteína mínima y por ende la final y disminuye la tasa de translocación de materia seca en el período lineal de llenado de grano.

B - PROTEÍNA EN LA POBLACIÓN. APORTE DE CADA TALLO.

Las siguientes figuras muestran el contenido de proteína en los tallos estudiados en cada parcela, este análisis se hizo en 15 plantas por parcela que fueron cosechadas con 12% de humedad (experimento 2).

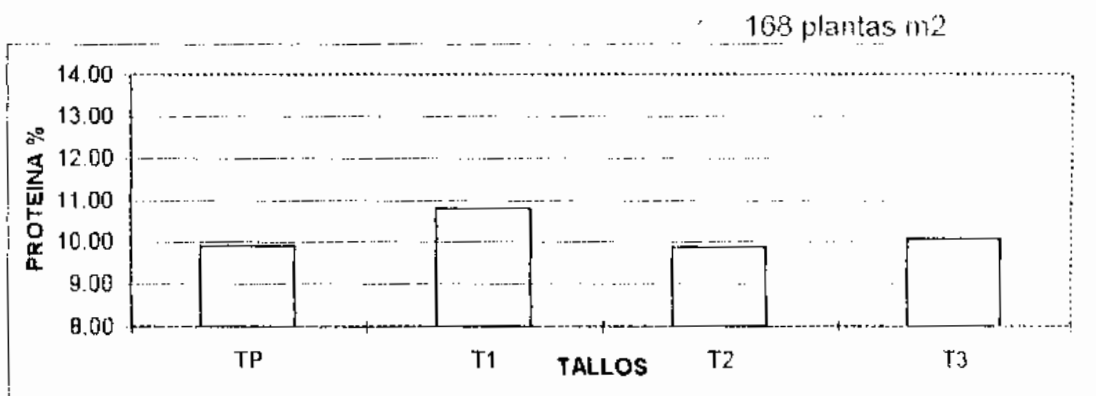
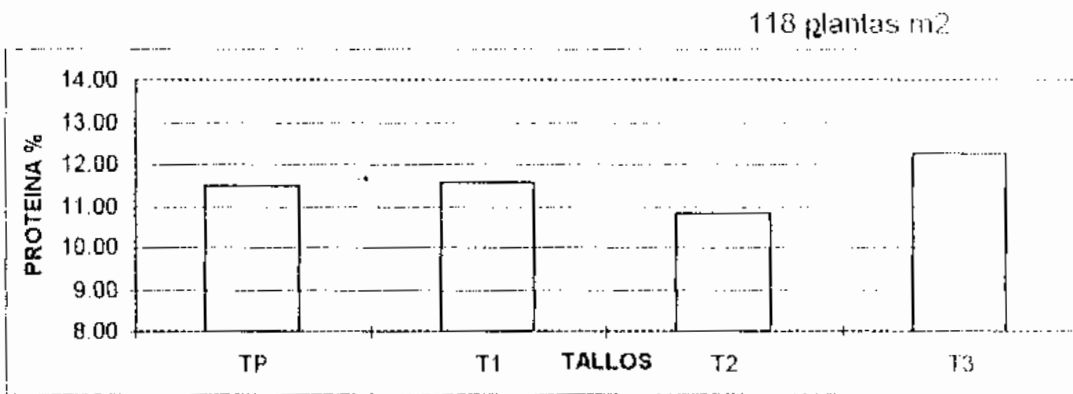
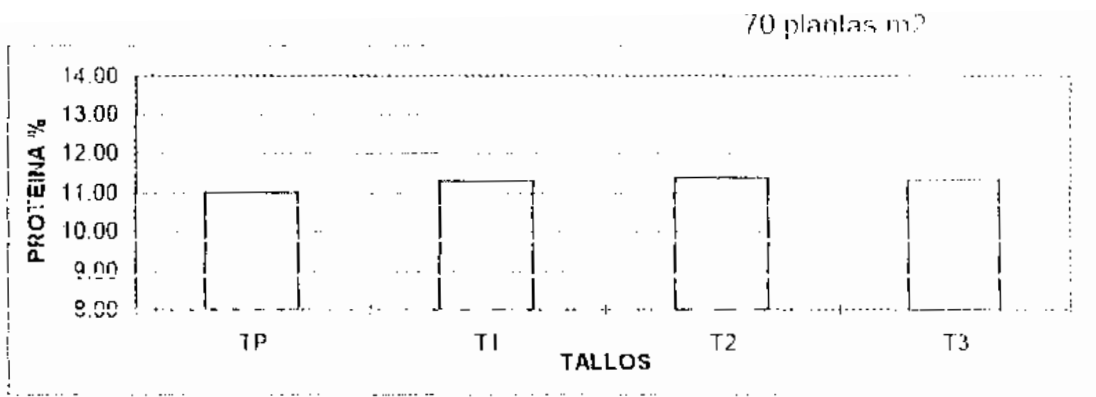


Figura 47: porcentaje de proteína por tallo en diferentes densidades. Afrodita

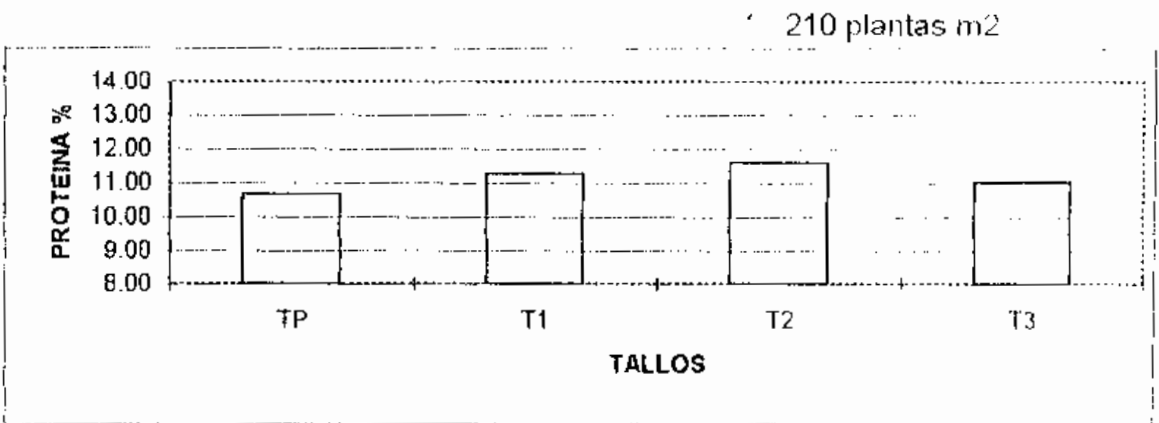
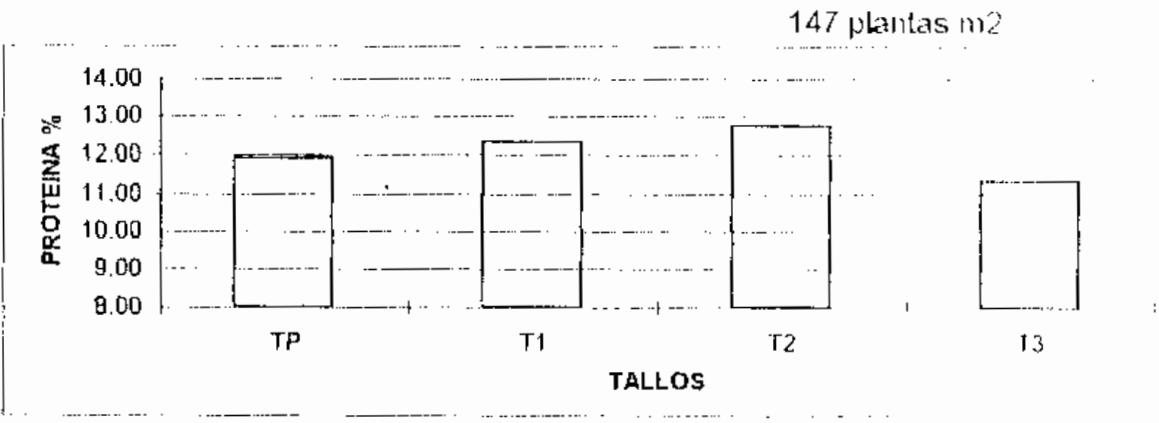
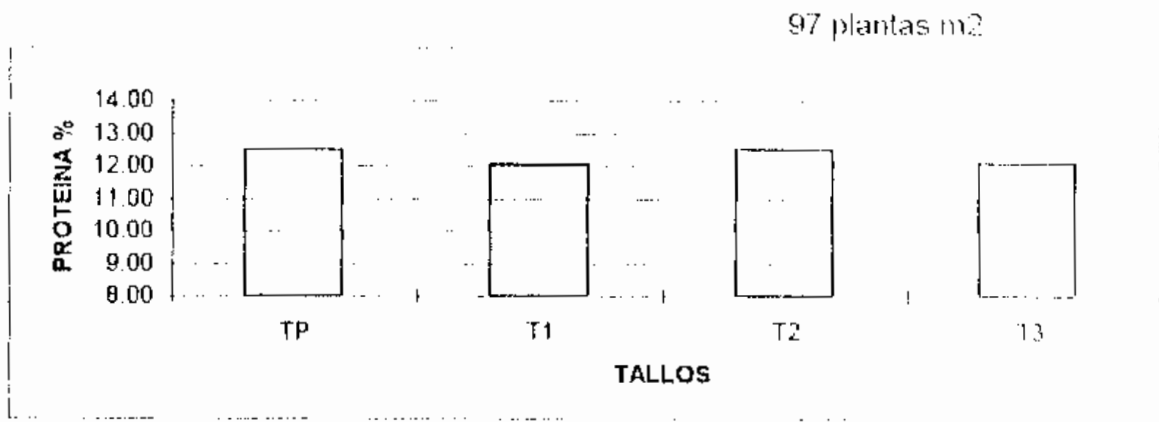


Figura 48: porcentaje de proteína por tallo en diferentes densidades. E. Quebracho

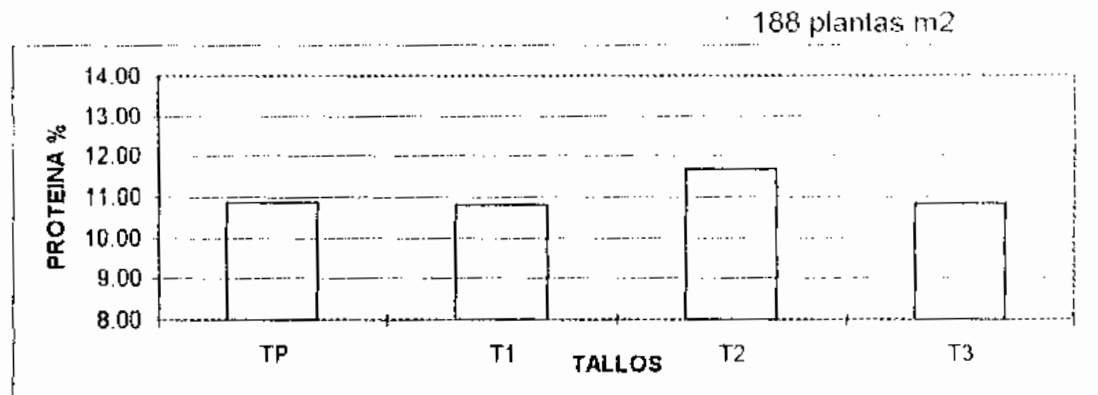
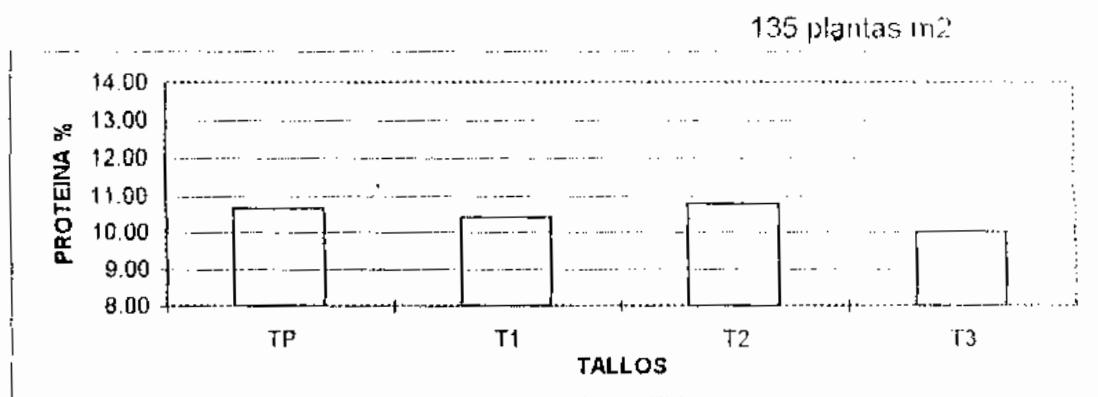
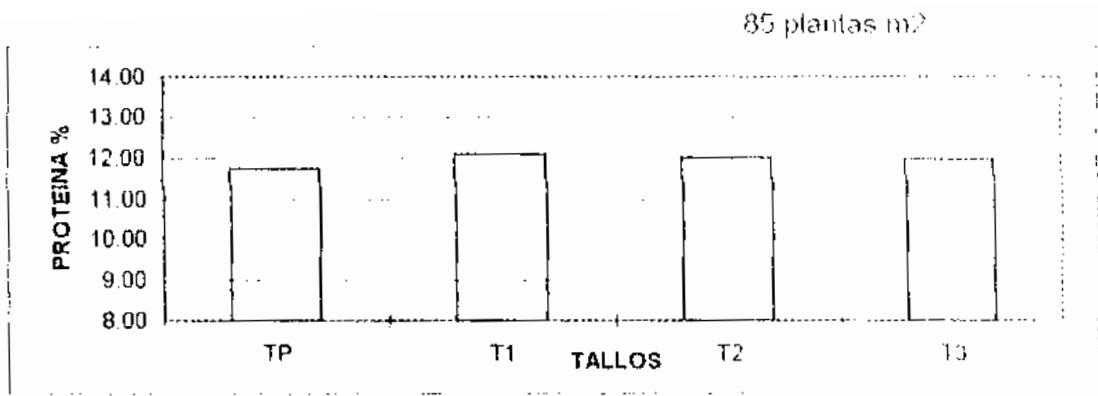


Figura 49: porcentaje de proteína por tallo en diferentes densidades. Registro 11

En el cuadro 8 se resumen los valores medios de proteína obtenidos en cada parcela y el coeficiente de variación (cv) de estos valores, el resto de los valores se exponen en el apéndice 8.

Cuadro 8. Proteína % media y cv de los tallos estudiados en cada parcela.

PARCELA	MEDIA	CV
AFRO. 70 plm ⁻²	11.24	1.51
AFRO. 118 plm ⁻²	11.53	5.02
AFRO. 168 plm ⁻²	10.16	4.19
QUE. 97 plm ⁻²	12.27	2.06
QUE. 147 plm ⁻²	12.07	5.00
QUE. 210 plm ⁻²	11.13	3.45
REG. 11 85 plm ⁻²	11.94	1.19
REG. 11 135 plm ⁻²	10.46	3.34
REG. 11 188 plm ⁻²	11.03	3.79

Del cuadro se desprende que el valor medio de proteína disminuye al aumentar la población, coincidiendo con los resultados obtenidos en el punto anterior. Lo contrario a esta tendencia ocurre con el coeficiente de variación.

En poblaciones bajas, si bien se obtuvieron los máximos porcentajes de proteína, la homogeneidad de los tallos estudiados sería mayor, esto se demuestra en un menor coeficiente de variación de los diferentes tallos con respecto a la media. En estas densidades de siembra se estaría estimulando el macollaje, por lo tanto para llegar a un valor más confiable de variación tendríamos que tomar en cuenta la totalidad de los tallos, como se hizo en las altas poblaciones, en las cuales el TP, T1, T2, T3, representan prácticamente la totalidad de la población.

En poblaciones altas, los tallos estudiados representan un porcentaje mayor de los tallos totales de la población, en poblaciones de 168 a 210 plm⁻², el macollamiento se reduce a no más de 3 a 4 macollos por planta. Esto se reflejaría en una mayor aproximación de los valores promedios de estos tallos frente al valor de proteína de la parcela en general.

El comportamiento de cada tallo con respecto a su media, se encontró que el TP, en la mayoría de los casos, se encuentra por debajo de esta, en poblaciones bajas es cuando esto no se cumple o el valor de este es más próximo a su media.

Esto indicaría que este tallo actuaría deprimiendo el valor medio de proteína, y que la disminución en proteína a altas poblaciones estaría dada en

parte por una mayor proporción de este en el total de tallos que integran la población.

Los restantes tallos varían por debajo y por encima de su media, en estos no se encontró una tendencia clara al aumentar la población con respecto a su media. Lo que si es claro es que el valor absoluto de cada tallo, en la mayoría de los casos, es menor en poblaciones altas, lo que provocaría, en forma conjunta con el párrafo anterior, un menor valor de proteína en la parcela.

Si analizamos la variación entre variedades, según los resultados obtenidos, Reg. 11 sería la más homogénea en el contenido de proteína de sus tallos, dado por un menor coeficiente de variación en todas las densidades de siembra en comparación con las restantes. Afroditá obtuvo los máximos coeficiente de variación en poblaciones de 118 a 210 plm⁻², pero fue superada por E. Quebracho en bajas densidades de siembra (97 plm⁻²).

Resaltando los principales puntos encontramos que :

- el porcentaje de proteína disminuye a medida que aumenta la densidad de siembra.
- el coeficiente de variación aumenta al aumentar el número de plm⁻²
- en poblaciones altas el macollaje se reduce a 3 o 4 macollos por planta
- en la mayoría de los casos el TP actúa deprimiendo el valor final de proteína
- de las tres variedades estudiadas R. 11 sería la más homogénea en el contenido de proteína de sus diferentes tallos.

C - ESTRUCTURA DE LA PROTEINA, SU EFECTO SOBRE LA MALTA.

En el cuadro 9 se presentan los resultados analíticos de malta, obtenidos por micromalteo de cada tallo. En algunos casos no se llegó al tamaño mínimo de muestra requerido para dicho análisis, por lo cual no se cuenta con los correspondientes valores. En aquellos donde se realizó, no se dispuso de suficiente cantidad de muestra como para realizar el total de los análisis requeridos para caracterizar una malta, por esto algunos parámetros de calidad de malta no fueron analizados.

Otro factor a tener en cuenta es la adecuación del equipo de micromalteo (SEEGER - 500) para el tamaño de muestra disponible, el cual es menor al utilizado en forma estándar, lo que influyó en el proceso de malteo e imposibilitó la repetibilidad de los datos (Pinazzo y Ramalló com. per.).

Cuadro 9. Comportamiento de tallos en la calidad maltera.

PARAMETRO	T	AFRODITA			QUEBRACHO			REGISTRO 11		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
EXTRACTO	TP	79.3	79.3	80.1	77.9	78.1	78.3	78.5	79.3	79.5
MF %	T2	79.6	79.2		77.7					
FRIABILIDAD	TP	79	61	67	42	44	50	59	62	69
%	T2	57	59		38					
VISCOSIDAD	TP	1.52	1.50	1.52	1.44	1.48	1.46	1.48	1.48	1.46
mPa.S	T2	1.53	1.53		1.45					
PROTEÍNA	TP	11.8	12.1	10.5	13.0	13.00	12.2	11.9	11.3	10.9
TOT cebada %	T2	11.7	12.0		13.1					
N. SOLUBLE	TP	782	804	758	778	737	737	684	647	647
mg/100g	T2	770	790		796					
I. KOLBACH %	TP	41.4	41.6	45.1	37.4	35.6	37.9	35.8	35.7	37.2
	T2	41.0	41.3		37.9					
GERM.3º día %	TP	97	93	94	99	99	97	99	96	99
	T2	97	90		97					
TURBIDEZ	TP	6.1	8.7	6.3	1.9	1.5	1.5	1.7	1.7	2.2
EBC	T2	5.5	7.4		1.8					
COLOR	TP	6.4	6.4	6.6	6.8	5.9	7.1	6.1	6.0	6.1
COCCIÓN EBC	T2	7.0	6.6		6.4					
COLOR	TP	4.1	4.0	3.7	2.8	2.7	3.8	3.1	2.9	2.9
MOSTO EBC	T2	2.8	2.9		3.0					

T= Tallo 1= Población baja 2= Población media 3=Población alta

C.1 - Análisis descriptivo.

Según Arias, 1991, el extracto molido fino es la principal característica de una malta ; se encuentra en relación inversa al contenido de nitrógeno y en relación directa con el porcentaje de almidón. Esto es coincidente con los resultados obtenidos, ya que los máximos valores de extracto se dan en poblaciones altas donde el contenido de proteína es más bajo.

Según la Sociedad Alemana de Fomento de la Cebada Cervecera, el valor mínimo aceptable es 79.0, fijándonos este criterio la variedad E. Quebracho sería insuficiente en este parámetro, al igual que bajas poblaciones de Reg.11. Afrodita, en este parámetro fue la que obtuvo los mejores resultados.

Según el criterio maltero que está utilizando en este momento MUSA, la variedad E. Quebracho se considera como no malteable debido a su alto contenido de proteína, siendo el máximo aceptable de 11,5 , para esta variedad. Se considera que por cada punto de aumento de proteína el extracto baja en valores absolutos entre 0.7 y 0.9 puntos (Pinazzo y Ramallo com. per).

La friabilidad es altamente dependiente del material genético y de la proteína. La misma sociedad, citada anteriormente, tiene como rango aceptable valores comprendidos entre 65 y 70 %. Nuevamente sería E. Quebracho la variedad más comprometida con sus valores muy distantes de los aceptable.

En cuanto a la viscosidad ninguna de las variedades estudiadas en sus diferentes densidades presentaron valores superiores a 1.53 mPas., por lo cuál en esta característica todas las variedades estuvieron dentro del rango de muy buena según bibliografía consultada. Esto indicaría, el bajo contenido en betaglucanos de estas variedades y/o una gran actividad de la betaglucanasa (enzima responsable de su degradación). El T2 presentó valores levemente superiores al TP.

Los valores deseados en viscosidad, son completamente dependientes del método de elaboración y del tipo de cerveza a realizar (Pinazzo y Ramallo, com. per.).

El porcentaje de proteína de la malta está, en la mayoría de los casos bien caracterizada por el Índice de Kolbach. Este debe ser complementado por el porcentaje de proteína y del nitrógeno soluble en el mosto, ya que estos tres valores están interrelacionados y no pueden ser tomados en forma aislada (Arias, 1991).

El nitrógeno soluble no es predecible solamente con el dato de proteína total, pero si es directamente proporcional a la misma (Pinazzo y Ramallo, com. per.).

El comportamiento de la proteína de la malta es coincidente al reflejado por el grano de cebada, la diferencia entre ambos según bibliografía se sitúa entre un 0.1 y 0.5 % menos que la cebada original, como se obtuvo en este caso.

El Índice de Kolbach varió según el material genético y es característico del sistema de malteo, expresando el porcentaje de nitrógeno de la malta que se solubiliza en el mosto. Se consideran valores buenos los comprendidos entre 44 y 48 %, valores mas bajos indicarían una menor disgregación de la malta, lo que seguramente estaría afectando negativamente a la friabilidad (Pinazzo y Ramallo, com. per.).

Este comportamiento, conjuntamente con diferencias iniciales en el contenido de proteína determinaron el nitrógeno soluble alcanzado en cada caso.

Todos los materiales presentaron niveles aceptables para este parámetro (Reiss, 1995), asegurándonos una buena nutrición de levaduras, alta estabilidad de la espuma, filtrabilidad y color del mosto (Arias, 1991).

Registro 11 presentó los mínimos valores por partir de un bajo nivel de proteína y menores Índices de Kolbach. E. Quebracho, si bien parte de los más altos registros de proteína, obtuvo datos intermedios en nitrógeno soluble, esto estaría dado por un menor Índice de Kolbach en comparación con Afrodita.

Lo anterior, demuestra no solo la importancia del valor único de proteína en la calidad de la malta, sino también la importancia de las características individuales de cada variedad en el complejo proceso de malteo.

La germinación es fundamental en este proceso, al igual que su homogeneidad. Es el punto de partida del proceso de malteo, y de ella depende la cantidad de reservas movilizadas por el grano para las siguientes etapas de malteo.

El anterior parámetro está determinado por la dormancia, el cual es característico del material genético. De las variedades utilizadas E. Quebracho es la que presenta mayor sensibilidad al agua, requiriendo un período aproximado de 8 meses para levantar en forma total su dormancia (Pinazzo y Ramallo, com. per.).

Los restantes análisis mostrados en el cuadro, turbidez, color de cocción y color del mosto, son datos secundarios en la caracterización de una malta, pero importantes para el maestro cervecero (Pinazzo y Ramallo, com. per.).

C.2 - Población y estructura de los tallos con respecto a la calidad de malta.

Al aumentar la población de plantas, en las tres variedades estudiadas, los valores de extracto molido fino (%) aumentan. Esto estaría explicado por un menor porcentaje de proteína del grano de cebada en estas densidades. En los pocos datos disponibles del T2, no se aprecian grandes diferencias entre tallos.

La friabilidad presentó la misma tendencia que el anterior, presumiblemente con menores porcentajes de proteína la citólisis ocurre en mayor medida y sería por esta causa que este parámetro aumenta con aumentos en la densidad de plantas. Este comportamiento no se registra en la variedad Afrodita. La diferencia en tallos es significativa para este parámetro, siendo los valores obtenidos por el T2 inferiores al TP en todos los casos.

Para las tres variedades a medida que aumentan las plm^{-2} , el nitrógeno soluble obtiene los mínimos niveles y el Índice de Kolbach los máximos. Esto sería consecuencia de partir de cebadas con menor contenido de proteína. En cuanto a los tallos no se encontraron diferencias.

La mayor proporción de los tallos TP, T1, T2, en las altas densidades de siembra, determinarían el menor porcentaje de proteína, lo cual sería la base para obtener una malta de buena calidad.

Como síntesis de lo expuesto anteriormente :

- los mejores datos analíticos de malta fueron obtenidos por Afrodita, luego R11 y por último E. Quebracho
- en las poblaciones mayores (entorno a las $200 pl m^2$) se obtienen los mejores resultados
- no se evidencian grandes diferencias en los parámetros de calidad entre tallos

V - CONCLUSIONES

- Para el rango estudiado, en las tres variedades utilizadas, a medida que aumentamos en número de plantas por metro cuadrado, el porcentaje final de proteína disminuye.

- Esta disminución del porcentaje de proteína estaría determinada por diferentes factores según el material genético. En Afrodita se debería a un efecto dilución, en E. Quebracho a una menor traslocación de nitrógeno al grano ; en Registro 11 a una menor traslocación de nitrógeno al grano y a un mayor peso de mil granos. No se desentrañan plenamente las causas del descenso del contenido de nitrógeno en el grano al aumentar la población.

- La siembra de la variedad E. Quebracho estaría restringida a ambientes más pobres en cuanto a la liberación de nitrógeno, de lo contrario medidas de manejo como la defoliación serían convenientes para disminuir el porcentaje final de proteína debido a su incapacidad de diluir los elevados niveles de nitrógeno traslocado al grano.

- Afrodita presentó períodos cortos de llenado de grano con altas tasa ; E. Quebracho bajas tasas con períodos largos; y Registro 11 se comportó similar a Afrodita en cuanto a duración de llenado y similar a E. Quebracho con respecto a la tasa.

- Bajos porcentajes de proteína mínima durante la etapa de llenado de grano determinarían bajos porcentajes finales de proteína.

- La variación en el porcentaje de proteína entre tallos (dentro de los estudiados), aumenta al aumentar la densidad de siembra, la variedad Registro 11 sería la más homogénea en el contenido de proteína de sus diferentes tallos.

- El TP actúa deprimiendo el valor medio de proteína en la mayoría de los casos. En los restantes tallos no se encontró ninguna tendencia. En las altas poblaciones el macollaje se reduce a 3 o 4 macollos por planta.

- En el entorno de las 168 a 210 plantas por metro cuadrado se obtuvieron los mejores parámetros de calidad de malta. Afrodita fue la más destacada, seguida por Registro11 y por último E. Quebracho con un pobre comportamiento por su elevado tenor proteico. Las diferencias entre tallos son poco significativas en los principales parámetros de calidad de malta estudiados.

VI - RESUMEN

En el campo experimental de MUSA, en el año 1996, se realizó un ensayo; con tres cultivares de cebada cervecera (Afrodita, E. Quebracho, Registro 11). Cada uno de estos se sembraron en tres densidades de plantas por metro cuadrado.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de los diferentes niveles de competencia intra-interpoblacional sobre la acumulación de materia seca y nitrógeno en el grano y sus implicancias sobre la calidad de malta, para el tallo principal (tp) y el segundo macollo (t2). En forma complementaria se determinó la variación del valor de proteína obtenido en cada una de las parcelas.

Las densidades estudiadas estuvieron en rango de las 70 a 210 plantas por metro cuadrado. En las tres variedades, a medida que aumentamos la densidad de plantas, el porcentaje final de proteína en grano disminuye, a nivel de parcela en general y en los tallos estudiados. Esta disminución responde a diferentes patrones según el material genético.

Aumentos en la densidad de siembra traen aparejados aumentos en la variación en el porcentaje de proteína entre tallos. En el entorno de las 168 a 210 plantas por metro cuadrado se obtuvieron los mejores parámetros de calidad de malta.

VI - BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO, H. 1994. Calidad industrial en el programa de evaluación. In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera (5ª, 1994, Colonia, Uruguay) pp 87-96.
2. ARIAS, G., 1991. Calidad industrial de la cebada cervecera. I.N.I.A. La Estanzuela. Serie técnica N° 18. 54 p.
3. BRASSETTI, D., SIRI, G. 1993. Factores ambientales y de manejo determinantes del rendimiento y del contenido de nitrógeno en el grano de cebada. Tesis. Ing. Ag.. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía 185 p.
4. CASTRO, A. 1993 Características y agrupamiento de la base genética disponible de acuerdo a rend. y sus componentes, ciclo, producción de biomasa ,curva de crecimiento y calidad física , en base a resultados de 1993. In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera (5ª, 1994, Colonia, Uruguay). pp 5-11.
5. CASTRO, A. 1994. Caracterización preliminar y agrupamiento de la base genética disponible en cebada cervecera en ROU de acuerdo a la calidad industrial. In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera (5ª, 1994, Colonia, Uruguay) pp 32-48.
6. CORKE, H. , ATSMON, D., 1989. Pre-and post anthesis accumulation of dry matter and nitrogen in eild barley (*Hordeum spontaneum*) and in barley cultivars (*H. vulgare*) differing in final grain size and protein contet. *Euphtica* 40 : 127-134.
7. ERNST, O, HOFFMAN, E, MAILHOS, M, URRUTY, F, 1992. Efecto del manejo sobre el rendimiento y calidad de grano en cebada cervecera. In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada (3ª, 1992, Minas, Uruguay.) pp 108-116.
8. ERNST, O. , HOFFMAN, E., 1995. Efecto de las prácticas de manejo sobre el rendimiento y calidad de cebada cervecera. In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada (6ª, 1995, Montevideo, Uruguay) pp 54-57.
9. ERNST, O . HOFFMAN, E 1994 Efectos de las practicas de manejo sobre el rendimiento y calidad de la cebada cervecera. In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera (6ª, 1995, Montevideo, Uruguay) pp 54-57.

10. GARCIA, A. 1992. Densidad de siembra y disponibilidad de nitrógeno en dos cultivares de cebada cervecera. In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. (3ª, 1992, Minas, Uruguay) pp 32-38.
11. GREGORY, P.J., et al., 1981. Nutrient relations of winter wheat. 3. Nitrogen uptake, photosynthesis of flag leaves and translocation of nitrogen to grain. The Journal of Agricultural Science 96 (3) : 539-547.
12. HOFFMAN, O. 1995. Respuesta de los cultivos de invierno a la densidad de siembra. CANGUE N° 6 : 8-12 ; N° 7 : 23-26.
13. HOFFMAN, E, ERNST, O, BRASSETTI, D, SIRI, G, 1992. Respuesta de dos variedades de cebada cervecera al espacio disponible por planta. In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. (3ª, 1992, Minas, Uruguay) pp 99-107.
14. HUGHES, A., CHARBONIER, R., 1991. Limitantes al potencial de rendimiento en una variedad nacional (FNC-1). In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada (3ª, 1992, Minas, Uruguay) pp 52-57.
15. KALININ, N.I., 1990. Protein content of spring wheat grain as a function of hydrothermic conditions. Soviet Agricultural Sciences 98 (2) : 20-33.
16. KEMANIAN, A. ; ERNST, O. ; HOFFMAN, E. ; BURGUEÑO, J. ; 1994. Características preliminares del llenado de grano de diferentes genotipos de cebada cervecera . In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. (5ª, 1994, Colonia, Uruguay) pp 77-86.
17. KORN, E. y VILA, G., 1983. Variables de manejo en cebada. Tesis. Ing. Agr.. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía 108 p.
18. LATU, 1995. Calidad y mesa de la cebada. Sector Micromaltería, In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada (6º, 1995, Montevideo, Uruguay) pp 102-106.
19. LUIZZI, D., HUGHES, A., 1997. Pastoreo : Potencial y calidad (1). (Trabajo a presentar en 8ª. Australian Barley Technical Symposium, inédito).
20. MAC GREGOR, A. W. 1996. The effect of barley structure and composition on malt quality. Grain Research Laboratory. Canadá.
21. MELATTI, E., 1987. Efecto de dosis y épocas de aplicación de nitrógeno en el crecimiento y producción de dos variedades de cebada. Tesis. Ing. Agr.. Montevideo. Uruguay, Facultad de Agronomía 255p.

22. PALMER, G. H. ?? Standardisation of homogeneity. Heriot-Watt University, International Centre for Brewing and Distilling . Scotland .
23. PETERSON Y FOSTER, 1973. Malting barley in the United States. *Advances in Agronomy* 25 : 340 - 372.
24. REISS, H., 1995. Cebada cervecera. Exigencias de calidad. Situación actual. Montevideo, MOSA.
25. SAS Institute Inc. SAS ^(R). 1985. *Procedures Guide for Personal Computers*, Versión 6 Edition. Cary, NC= SAS Institute Inc., 373 p..
26. VIEGA, L., INDARTE, R, KEMANIAN, A, MARTIN, V, FRANCO, J, 1993. Efecto del nivel de nitrógeno y estado fisiológico sobre la actividad de la nitrato reductasa en tres variedades de cebada cervecera. In Reunión Nacional de Investigadores de Cebada (4^a, 1993, Palmar, Uruguay) pp 79 - 88.
27. WRIGHT, G. y WYNN-WILLIAMS , R. 1983. *Barley : Production and Marketing*. Agronomy Society of New Zealand. N° 2. : 163 p.

VIII APENDICES

CE 1

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PRORM

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
	1	2.51580691	2.51580691	23.88	0.0018
	7	0.73752642	0.10536092		
Corrected Total	8	3.25333333			
R-Square		C.V.	Root MSE	PRORM Mean	
0.773301		2.638971	0.324593	12.3600000	

SAS 18:19 Thursday, June 11, 1997

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PRORM

	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
	1	2.51580691	2.51580691	23.88	0.0018
Parameter		Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
EPT		13.89447019	40.42	0.0001	0.34377126
		-0.01178180	-4.89	0.0018	0.00241109

CE 2

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FROM

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
	2	3.24244479	1.62122240	893.36	0.0001
	6	0.01088854	0.00181476		
Corrected Total	8	3.25333333			
R-Square		C.V.	Root MSE	FROM Mean	
0.996653		0.347282	0.042600	12.2666700	
	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
	1	0.59597249	0.59597249	328.40	0.0001
	1	3.23626839	3.23626839	1783.31	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
PERCEPT	13.03709203	21.38	0.0001	0.60666667
X	-0.28209412	-18.12	0.0001	0.01553637
X	13.45970608	42.23	0.0001	0.31873909

ENDICE 3

----- VAR=Quebracho -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PRO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Corrected Total	2	1.60666667			
		R-Square	C.V.	Root MSE	PRO Mean
		0.961826	1.885694	0.247655	13.193333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
	1	1.54533390	1.54533390	25.20	0.1252

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
PERCEPT	-16.07954160	-2.76	0.2211	5.82157431
	0.62733447	5.02	0.1252	0.12497820

----- VAR=R11 -----

Dependent Variable: PRO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Corrected Total	2	0.60666667			
		R-Square	C.V.	Root MSE	PRO Mean
		0.981162	0.908537	0.106904	11.766666

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.59523810	0.59523810	52.03	0.00077

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	36.46904762	19.65	0.0596	1.82341975
VAR=Afrodita	-0.59523810	-7.22	0.0077	0.08247391

----- VAR=Afrodita -----

Dependent Variable: PRO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.37396985	0.37396985	0.56	0.5906
Error	1	0.66603015	0.66603015		
Corrected Total	2	1.04000000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PRO Mean	
	0.359586	6.858040	0.816107	11.9000000	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.37396985	0.37396985	0.56	0.5906

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	25.54070352	1.40	0.3943	18.21003786
VAR=Quebracho	-0.30653266	-0.75	0.5906	0.40907733

----- VAR=Quebracho -----

Dependent Variable: PRO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.59053763	1.59053763	98.61	0.0039
Error	1	0.01612903	0.01612903		
Corrected Total	2	1.60666667			
	R-Square	C.V.	Root MSE	PRO Mean	
	0.989961	0.967006	0.127000	13.1333333	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.59953763	1.59953763	36.61	0.0000

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	4.070967742	4.45	0.1408	0.9157084
E	9.247311828	9.93	0.0039	0.93171011

VAR=R11

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PRO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.60500000	0.60500000	363.00	0.0334
Error	1	0.00166667	0.00166667		
Corrected Total	2	0.60666667			

R-Square C.V. Root MSE PRO Mean
 0.997253 0.346953 0.040825 11.7666667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.60500000	0.60500000	363.00	0.0334

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-9.68333333	-8.60	0.0737	1.12607973
E	27.50000000	19.05	0.0334	1.44337567

VAR=Afrodita

Dependent Variable: PRO

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.78000000	0.78000000	3.00	0.3333
Error	1	0.26000000	0.26000000		
Corrected Total	2	1.04000000			

R-Square C.V. Root MSE PRO Mean
 0.750000 4.284890 0.509902 11.9990000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.78000000	0.78000000	3.00	0.3333

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-0.80000000	-0.11	0.9309	7.33825501
MS	15.00000000	1.73	0.3333	8.66025400

APPENDICE 4

Dependent Variable: FROM

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	3.22861787	1.07620596	217.72	0.0001
Error	5	0.02471546	0.00494309		
Corrected Total	8	3.25333333			
	R-Square	C.V.	Root MSE		FROM Mean
	0.992403	0.573156	0.070307		12.2866700

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
MAN	1	3.15346587	3.15346587	637.95	0.0001
QMCN	1	1.44236313	1.44236313	291.79	0.0001
SK	1	0.48174632	0.48174632	97.46	0.0002

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	26.00967737	14.53	0.0001	1.79049267
MAN	0.16458490	25.26	0.0001	0.00651621
QMCN	-0.00141965	-17.08	0.0001	0.00008311
SK	-0.31373105	-9.87	0.0002	0.03177955

APPENDICE 5

----- VAR=1 POB=1 TALLO=1 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2341.16080	780.38693	1060.461	0.0001
Error	6	4.41536	0.73589		
Total	9	2345.57616			
	Root MSE	0.85784	R-square	0.9981	
	Dep Mean	23.14170	Adj R-sq	0.9972	
	C.V.	3.70691			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	19.670291	3.11920017	3.421	0.00141
DPA	1	-2.363711	0.59984788	-3.941	0.00076
DD	1	0.217256	0.03369924	6.447	0.00007
DDD	1	-0.003417	0.00057167	-5.977	0.00010

----- VAR=1 POB=2 TALLO=1 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2138.83708	712.94569	296.308	0.0001
Error	6	14.43660	2.40610		
C Total	9	2153.27368			

Root MSE 1.55116 R-square 0.9933
 Dep Mean 23.77800 Adj R-sq 0.9899
 C.V. 6.52351

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	5.471015	5.64017333	0.970	0.3695
DPA	1	-1.110978	1.08465179	-1.024	0.3452
DD	1	0.149625	0.06093535	2.455	0.0494
DDD	1	-0.002384	0.00103371	-2.306	0.0606

----- VAR=1 POB=3 TALLO=1 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	3023.92623	1007.97541	106.602	0.0001
Error	9	85.09969	9.45552		
C Total	12	3109.02592			

Root MSE 3.07498 R-square 0.9726
 Dep Mean 22.88254 Adj R-sq 0.9635
 C.V. 13.43812

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	2.515105	4.69241956	0.536	0.5950
DFA	1	-0.433986	0.93167511	-0.466	0.6524
DD	1	0.096164	0.05057976	1.901	0.0807
DDD	1	-0.001456	0.00079365	-1.835	0.0997

----- VAR=2 POB=1 TALLO=1 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2756.82346	918.94115	561.904	0.0001
Error	9	14.71865	1.63541		
C Total	12	2771.54211			

Root MSE 1.27883 R-square 0.9947
 Dep Mean 21.72685 Adj R-sq 0.9929
 C.V. 5.88594

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	5.652825	1.95149214	2.897	0.0177
DFA	1	-0.941437	0.38746677	-2.430	0.0380
DD	1	0.110882	0.02103520	5.271	0.0005
DDD	1	-0.001571	0.00033007	-4.761	0.0010

----- VAR=2 POB=2 TALLO=1 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2566.74493	855.58164	492.309	0.0001
Error	9	15.64104	1.73789		
C Total	12	2582.38598			

Root MSE 1.31829 R-square 0.9939
 Dep Mean 22.27923 Adj R-sq 0.9919
 C.V. 5.91713

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	4.391462	2.01171162	2.183	0.0569
DPA	1	-0.577923	0.39942329	-1.447	0.1818
DD	1	0.097588	0.02168431	4.500	0.0015
DDD	1	-0.001471	0.00034025	-4.325	0.0019

----- VAR=2 POB=3 TALLO=1 -----

Model: MODEL1
Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2058.71397	686.23799	217.452	0.0001
Error	8	25.24654	3.15582		
C Total	11	2083.96051			
Root MSE		1.77646	R-square	0.9879	
Dep Mean		20.64300	Adj R-sq	0.9833	
C.V.		8.60564			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	5.693949	2.90643962	1.959	0.0858
DPA	1	-0.855328	0.61951002	-1.381	0.2047
DD	1	0.114928	0.03616911	3.178	0.0130
DDD	1	-0.001782	0.00061134	-2.916	0.0194

----- VAR=3 POB=1 TALLO=1 -----

Model: MODEL1
Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	1813.87625	604.62542	91.215	0.0001
Error	7	46.40025	6.62861		
C Total	10	1860.27650			
Root MSE		2.57461	R-square	0.9751	
Dep Mean		16.57691	Adj R-sq	0.9644	
C.V.		15.53129			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	8.140394	4.55957461	1.785	0.1154
DPA	1	-1.886037	1.04895606	-1.798	0.1152
DD	1	0.164550	0.06623749	2.484	0.0419
DDD	1	-0.002407	0.00121321	-1.984	0.0876

----- VAR=3 POB=2 TALL=1 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	1952.26249	650.75416	330.164	0.0001
Error	7	13.79700	1.97100		
C Total	10	1966.05949			
Root MSE		1.40392	R-square	0.9930	
Dep Mean		17.77945	Adj R-sq	0.9900	
C.V.		7.89632			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	8.171879	2.48631713	3.287	0.0134
DPA	1	-1.935163	0.57199139	-3.383	0.0117
DD	1	0.178713	0.03611903	4.948	0.0017
DDD	1	-0.002763	0.00066156	-4.177	0.0042

----- VAR=3 POB=3 TALL=1 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2648.46670	882.82223	323.068	0.0001
Error	9	24.59360	2.73262		
C Total	12	2673.06030			
Root MSE		1.65306	R-square	0.9908	
Dep Mean		21.54126	Adj R-sq	0.9877	
C.V.		7.67394			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	7.013530	2.52257388	2.780	0.0214
DPA	1	-1.439553	0.50085447	-2.874	0.0134
DD	1	0.148014	0.02719091	5.444	0.0004
DDD	1	-0.002277	0.00042665	-5.337	0.0004

----- VAR=1 POB=1 TALL0=2 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	1857.92976	619.30992	363.450	0.0001
Error	5	8.51988	1.70398		
C Total	8	1866.44964			
Root MSE		1.30536	R-square	0.9954	
Dep Mean		23.36704	Adj R-sq	0.9927	
C.V.		5.58635			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	7.169098	4.82913164	1.485	0.1978
DPA	1	-1.502369	0.93192168	-1.612	0.1679
DD	1	0.187926	0.05234725	3.590	0.0157
DDD	1	-0.003216	0.00088402	-3.638	0.0149

----- VAR=1 POB=2 TALL0=2 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2457.46208	819.15403	512.180	0.0001
Error	7	11.19544	1.59935		
C Total	10	2468.65752			
Root MSE		1.26465	R-square	0.9955	
Dep Mean		22.46113	Adj R-sq	0.9935	
C.V.		5.63041			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	5.812333	2.23967381	2.595	0.0357
DPA	1	-1.228134	0.51524969	-2.384	0.0486
DD	1	0.167841	0.03253601	5.159	0.0013
DDD	1	-0.002874	0.00059593	-4.823	0.0019

VAR=1 FOB=3 TALLO=2

Model: MODEL1
 Dependent Variable: PHG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2123.59316	707.83439	119.869	0.0001
Error	7	41.33563	5.90509		
Total	10	2164.83879			

Root MSE	2.43094	R-square	0.9899
Dep Mean	22.11748	Adj R-sq	0.9727
C.V.	10.98696		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	3.560994	4.30354608	0.827	0.4254
DFA	1	-0.496078	0.99095525	-0.501	0.6317
DB	1	0.122191	0.06251814	1.954	0.0910
DD	1	-0.092161	0.09114509	-1.887	0.1011

VAR=2 FOB=1 TALLO=2

Model: MODEL1
 Dependent Variable: PHG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2948.48376	982.82792	329.109	0.0001
Error	9	26.87698	2.98633		
Total	12	2975.36075			

Root MSE	1.72810	R-square	0.9910
Dep Mean	19.90093	Adj R-sq	0.9880
C.V.	8.68352		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	3.955875	1.47448805	2.683	0.0254
DFA	1	-0.677767	0.36972647	-1.833	0.1000
DB	1	0.102365	0.02446449	4.184	0.0004
DD	1	-0.001418	0.00044602	-3.179	0.0112

----- VAR=2 POB=2 TALLO=2 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2852.36280	950.78760	453.125	0.0001
Error	9	18.80459	2.09829		
C Total	12	2871.24739			

Root MSE	1.44855	R-square	0.9934
Dep Mean	20.15097	Adj R-sq	0.9912
C.V.	7.18847		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	3.435763	1.23596108	2.780	0.0214
DPA	1	-0.520439	0.30991606	-1.679	0.1274
DD	1	0.098653	0.02050688	4.811	0.0010
DDD	1	-0.001449	0.00037387	-3.876	0.0038

----- VAR=2 POB=3 TALLO=2 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2594.87110	864.95703	373.357	0.0001
Error	9	20.85032	2.31670		
C Total	12	2615.72143			

Root MSE	1.52207	R-square	0.9920
Dep Mean	20.38002	Adj R-sq	0.9894
C.V.	7.46845		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	3.861294	1.29869565	2.973	0.0156
DPA	1	-0.484743	0.32564669	-1.489	0.1708
DD	1	0.100508	0.02154777	4.664	0.0012
DDD	1	-0.001582	0.00039285	-4.026	0.0030

----- VAR=3 POB=1 TALLO=11 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PPS

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2472.73770	824.24590	924.108	0.0001
Error	8	7.13550	0.89194		
C Total	11	2479.87319			

Root MSE	0.94442	R-square	0.9971
Dep Mean	19.58153	Adj R-sq	0.9960
C.V.	4.82304		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	3.235235	0.82237697	3.934	0.0043
DPA	1	-0.906365	0.22584365	-4.013	0.0019
DD	1	0.157962	0.01634226	9.666	0.0001
DDD	1	-0.002923	0.00032501	-8.993	0.0001

----- VAR=3 POB=2 TALLO=2 -----

Model: MODEL1

Dependent Variable: PMG

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	1950.85155	650.28385	124.746	0.0001
Error	7	36.49019	5.21288		
C Total	10	1987.34173			

Root MSE	2.28317	R-square	0.9816
Dep Mean	19.08041	Adj R-sq	0.9738
C.V.	11.96606		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	2.793374	2.02959890	1.376	0.2111
DPA	1	-0.353438	0.61606725	-0.574	0.5841
DD	1	0.126519	0.04918331	2.572	0.0369
DDD	1	-0.002460	0.00107588	-2.286	0.0561

VAR=3 POB=3 TALLO=1

Model: MODEL1

Dependent Variable: FFB

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2563.05107	854.35036	1195.220	0.0001
Error	9	6.43326	0.71481		
C Total	12	2569.48433			
Root MSE		0.84546	R-square	0.9975	
Dep Mean		19.67412	Adj R-sq	0.9967	
C.V.		4.29733			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEPT	1	4.194510	0.72138379	5.815	0.0001
DPA	1	-0.929650	0.18088629	-5.139	0.0001
DD	1	0.135269	0.01196909	11.302	0.0001
DDD	1	-0.002268	0.00021821	-10.393	0.0001

ENDICE 6

VAR=1 POB=1 TALLO=1

Model: MODEL2

Dependent Variable: FROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	2.44314	0.81438	11.251	0.0071
Error	6	0.43430	0.07238		
C Total	9	2.87743			
Root MSE		0.26904	R-square	0.8491	
Dep Mean		10.23410	Adj R-sq	0.7736	
C.V.		2.62886			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEPT	1	9.267039	0.97825648	9.473	0.0001
DPA	1	0.369483	0.18812678	1.964	0.0970
DD	1	-0.029439	0.01056890	-2.785	0.0118
DDD	1	0.000607	0.00017929	3.388	0.0147

----- VAR=1 POB=2 TALLO=1 -----

Model: MODEL1
 Dependent Variable: PROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	1.25493	0.62747	6.603	0.0041
Error	7	0.66520	0.09503		
C Total	9	1.92014			
Root MSE	0.30827	R-square	0.6536		
Dep Mean	10.21180	Adj R-sq	0.5546		
C.V.	3.01874				

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	11.249489	0.51597009	21.803	0.0001
DPA	1	-0.162681	0.05922494	-2.747	0.0236
DU	1	0.004697	0.00149063	3.151	0.0161

----- VAR=1 POB=3 TALLO=1 -----

Model: MODEL1
 Dependent Variable: PROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	3.54985	1.77492	67.011	0.0001
Error	10	0.26487	0.02649		
C Total	12	3.81472			
Root MSE	0.16275	R-square	0.9306		
Dep Mean	9.71754	Adj R-sq	0.9167		
C.V.	1.67479				

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	11.431308	0.15929744	71.761	0.0001
DPA	1	-0.200866	0.01744409	-11.515	0.0001
DU	1	0.004417	0.00040415	10.929	0.0001

----- VAR=1 POB=1 TALLO=1 -----

: MODEL2
 dent Variable: FROF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	12.68976	4.22992	43.501	0.0001
Error	9	0.87333	0.09704		
Total	12	13.56309			

Root MSE 0.31151 R-square 0.9296
 Dep Mean 10.58077 Adj R-sq 0.9141
 C.V. 2.94409

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	14.635385	0.47536002	30.788	0.0001
POB	1	-0.698528	0.09438225	-7.401	0.0001
PO	1	0.028400	0.00512392	5.543	0.0004
POD	1	-0.000319	0.00008040	-3.969	0.0003

----- VAR=2 POB=2 TALLO=1 -----

: MODEL2
 dent Variable: FROF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	10.05984	3.35328	9.209	0.0042
Error	9	3.27719	0.36413		
Total	12	13.33703			

Root MSE 0.60343 R-square 0.7543
 Dep Mean 10.41231 Adj R-sq 0.6724
 C.V. 5.79539

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	14.285874	0.92083876	15.514	0.0001
PO	1	-0.652308	0.18283159	-3.568	0.0060
POD	1	0.026700	0.00992575	2.690	0.0046
POB	1	-0.000309	0.00015575	-1.984	0.0786

VAR=3 POB=1 TALKO=1

Model: MODEL1

Dependent Variable: PEOP

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	13.61616	4.53872	21.001	0.0001
Error	8	1.35653	0.16957		
C Total	11	14.97269			

Root MSE	0.41178	R-square	0.9029
Dep Mean	9.33003	Adj R-sq	0.8665
C.V.	4.16750		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEPT	1	14.930393	0.67371271	20.825	0.0001
DPA	1	-0.681479	0.14360242	-4.746	0.0015
DD	1	0.026461	0.00838400	3.156	0.0135
DDD	1	-0.000275	0.00014171	-1.938	0.0686

VAR=3 POB=1 TALKO=1

Model: MODEL1

Dependent Variable: PEOP

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	7.17797	3.58898	15.498	0.0003
Error	8	1.86345	0.23293		
C Total	10	9.04142			

Root MSE	0.48263	R-square	0.7939
Dep Mean	10.27273	Adj R-sq	0.7424
C.V.	4.69816		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEPT	1	13.100970	0.53002765	24.718	0.0001
DPA	1	-0.350191	0.06766825	-5.175	0.0003
DD	1	0.008394	0.00183074	4.585	0.0018

VAR=3 POB=3 TALLO=1

Model: MODEL1

Dependent Variable: PROF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	5.10135	2.55068	17.694	0.0001
Error	8	1.15399	0.14424		
C Total	10	6.25525			
Root MSE	0.37979	R-square	0.8155		
Dep Mean	9.88364	Adj R-sq	0.7694		
C.V.	3.84258				

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	12.234961	0.41708477	29.332	0.0001
DPA	1	-0.275662	0.05324891	-5.177	0.0006
DB	1	0.006308	0.00144963	4.379	0.0024

VAR=3 POB=3 TALLO=1

Model: MODEL2

Dependent Variable: PROF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	6.32755	3.16378	20.619	0.0001
Error	10	1.53438	0.15344		
C Total	12	7.86193			
Root MSE	0.39171	R-square	0.8048		
Dep Mean	9.63177	Adj R-sq	0.7658		
C.V.	4.06687				

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	11.566217	0.38340530	30.167	0.0001
DPA	1	-0.269722	0.04198535	-6.210	0.0001
DB	1	0.006245	0.00097273	6.420	0.0001

VAR=1 POB=1 TALLO=2

Model: MODEL2

Dependent Variable: PROF

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	2.45347	1.22674	7.119	0.0006
Error	7	1.20615	0.17231		
C Total	9	3.65963			

Root MSE	0.41510	R-square	0.6704
Dep Mean	10.16331	Adj R-sq	0.5763
C.V.	4.08429		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	11.782655	0.69478264	16.959	0.0001
DPA	1	-0.242757	0.07974970	-3.044	0.0187
DD	1	0.006852	0.00200721	3.414	0.0117

----- VAR=1 POB=2 TALLO=2 -----

Model: MODEL2
 Dependent Variable: PROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	2.94535	1.47268	3.998	0.0626
Error	8	2.94694	0.36837		
C Total	10	5.89229			

Root MSE	0.60693	R-square	0.4999
Dep Mean	10.41365	Adj R-sq	0.3748
C.V.	5.82824		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	11.976015	0.66653824	17.967	0.0001
DPA	1	-0.236403	0.08509646	-2.778	0.0240
DD	1	0.006505	0.00230226	2.825	0.0223

----- VAR=1 POB=3 TALLO=2 -----

Model: MODEL2
 Dependent Variable: PROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	1.31847	0.65924	28.425	0.0002
Error	8	0.18554	0.02319		
C Total	10	1.50401			

Root MSE	0.15229	R-square	0.8766
Dep Mean	9.56306	Adj R-sq	0.8458
C.V.	1.59247		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	10.700148	0.16724472	63.979	0.0001
DPA	1	-0.160983	0.02135202	-7.539	0.0001
DD	1	0.004253	0.00057767	7.362	0.0001

----- VAR=2 POB=1 TALLO=2 -----

Model: MODEL3
 Dependent Variable: PROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	22.11711	7.37237	75.444 *	0.0001
Error	9	0.87948	0.09772		
C Total	12	22.99659			
Root MSE		0.31260	R-square	0.9618	
Dep Mean		10.75946	Adj R-sq	0.9490	
C.V.		2.90536			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEP	1	14.181569	0.26672463	53.169	0.0001
DPA	1	-0.657437	0.06688095	-9.830	0.0001
DD	1	0.027752	0.00442546	6.271	0.0001
DDD	1	-0.000323	0.00008068	-3.999	0.0001

----- VAR=2 POB=2 TALLO=2 -----

Model: MODEL3
 Dependent Variable: PROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	22.28388	7.42796	66.060	0.0001
Error	9	1.01198	0.11244		
C Total	12	23.29587			
Root MSE		0.33532	R-square	0.9566	
Dep Mean		10.53823	Adj R-sq	0.9421	
C.V.		3.18198			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T For H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEPT	1	13.936179	0.28611326	48.7099	0.0001
DPA	1	-0.047111	0.07174263	-0.659	0.5109
DD	1	0.026393	0.00474715	5.5635	0.0001
DDD	1	-0.000393	0.00008655	-3.507	0.0001

VAR=2 POB=3 TALLO=2

Model: MODEL3

Dependent Variable: FROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	19.09986	6.36662	16.650	0.0001
Error	9	3.42514	0.38057		
C Total	12	22.43500			
Root MSE		0.61690	R-square	0.8473	
Dep Mean		10.26362	Adj R-sq	0.7964	
C.V.		6.01059			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T For H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEPT	1	13.539530	0.52636866	25.723	0.0001
DPA	1	-0.649144	0.13198644	-4.918	0.0003
DD	1	0.028947	0.00873343	3.315	0.0009
DDD	1	-0.000365	0.00015922	-2.295	0.0474

VAR=3 POB=1 TALLO=2

Model: MODEL3

Dependent Variable: FROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	3	12.42184	4.14061	69.810	0.0001
Error	8	0.47450	0.05931		
C Total	11	12.89634			
Root MSE		0.24354	R-square	0.9632	
Dep Mean		10.28733	Adj R-sq	0.9494	
C.V.		2.36740			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T For H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEPT	1	12.319933	0.21100263	58.451	0.0001
DPA	1	-0.479560	0.09323920	-5.145	0.0004
DP	1	0.048937	0.00421424	11.621	0.0000
DD	1	0.000191	0.00003381	0.565	0.5770

----- VAR=1 POB=2 TALL=2 -----

Model: MODEL2

Dependent Variable: PROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	8.89587	4.44793	15.073	0.0002
Error	3	2.36070	0.78690		
C Total	10	11.25656			

Root MSE	0.54322	R-square	0.7903
Dep Mean	9.64818	Adj R-sq	0.7372
C.V.	5.51594		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T For H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEPT	1	11.923217	0.41385314	28.810	0.0001
DPA	1	-0.328402	0.06418295	-5.117	0.0003
DP	1	0.009051	0.00206058	4.392	0.0003

----- VAR=3 POB=3 TALL=2 -----

Model: MODEL2

Dependent Variable: PROT

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob > F
Model	2	15.99938	7.99969	53.029	0.0001
Error	10	1.50855	0.15085		
C Total	12	17.50793			

Root MSE	0.38840	R-square	0.9138
Dep Mean	9.43269	Adj R-sq	0.8966
C.V.	4.11760		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	T for H0: Parameter=0	Prob > T
INTERCEPT	1	12.071593	0.27913097	43.247	0.0001
PA	1	-0.146350	0.03602403	-4.0614	0.0004
DE	1	0.007890	0.00090451	8.7304	0.0001

APPENDICE 7

----- VAR=1 FOB=1 TALLO=1 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: EMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1061.592408	1061.592408	2576.64	0.0001
Error	5	2.060030	0.412006		
Corrected Total	6	1063.652439			
	R-Square	C.V.	Root MSE	EMG Mean	
	0.998063	2.533036	0.641077	25.3402386	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PA	1	1061.592408	1061.592408	2576.64	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-17.76182143	-20.11	0.0001	0.88410471
PA	2.05247857	50.76	0.0001	0.04043145

----- VAR=1 FOB=1 TALLO=2 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: EMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	949.3714389	949.3714389	454.16	0.0001
Error	5	10.4519826	2.0903965		
Corrected Total	6	959.8234215			
	R-Square	C.V.	Root MSE	EMG Mean	
	0.989111	6.320120	1.445820	22.3764714	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	-------------	-------------	---------	--------

----- VAR=1 FOB=2 TALLO=1 -----

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std. Error of Estimate
INTERCEPT	-17.361350357	0.92	0.0003	1.86917671
DFA	1.94096548	21.31	0.0001	0.09097317

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: EMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	733.0331212	733.0331212	18.82	0.0074
Error	5	194.7090163	38.9418033		
Corrected Total	6	927.7430375			
	R-Square	C.V.	Root MSE	H0: H=0	
	0.790125	23.92176	6.240351	16.0265000	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
DFA	1	733.0331212	733.0331212	18.82	0.0074

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std. Error of Estimate
INTERCEPT	-5.710431842	-0.74	0.74916	7.6693143
DFA	1.624660751	4.34	0.0074	0.3744638

----- VAR=1 FOB=2 TALLO=2 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: EMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1383.705908	1383.705908	192.96	0.0001
Error	7	50.431835	7.204548		
Corrected Total	8	1434.137744			
	R-Square	C.V.	Root MSE	H0: H=0	
	0.964835	8.604295	2.684129	31.1952247	

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
DFA	1	1334.705902	1334.705902	33.206	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std. Error of Estimate
INTERCEPT	-7.322911111	-2.48	0.0472	2.9496291
DFA	1.600755556	13.86	0.0001	0.1159065

----- VAR=1 POB=3 TALL0=1 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1395.766629	1395.766629	33.03	0.0001
Error	8	338.076049	42.259506		
Corrected Total	9	1733.842678			

R-Square	C.V.	Root MSE	HO: Mean
0.805013	26.25439	6.500731	24.760000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
DFA	1	1395.766629	1395.766629	33.03	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std. Error of Estimate
INTERCEPT	-6.406771942	-1.10	0.3014	5.79960725
DFA	1.272116406	5.75	0.0004	0.22135169

----- VAR=1 POB=3 TALL0=2 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1009.941043	1009.941043	155.25	0.0001
Error	6	39.031510	6.505252		
Corrected Total	7	1048.972553			

R-Square	C.V.	Root MSE	HO: Mean
0.962791	10.53903	2.550539	24.200000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
DFA	1	1009.941043	1009.941043	155.27	0.0001

Parameter	Estimate	T For H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-17.48051190	-5.05	0.0023	3.46464113
DFA	1.63456468	12.46	0.0001	0.13118500

----- VAR=2 POB=1 TALLO=1 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1527.814585	1527.814585	364.58	0.0001
Error	8	33.525076	4.190634		
Corrected Total	9	1561.339661			
	R-Square	C.V.	Root MSE		FMG Mean
	0.978528	8.851419	2.047104		23.1274100

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
DFA	1	1527.814585	1527.814585	364.58	0.0001

Parameter	Estimate	T For H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-13.45120667	-6.65	0.0002	2.02213830
DFA	1.43445556	19.09	0.0001	0.07512624

----- VAR=2 POB=1 TALLO=2 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	860.8724334	860.8724334	241.60	0.0001
Error	6	21.3792981	3.5632164		
Corrected Total	7	882.2517315			
	R-Square	C.V.	Root MSE		FMG Mean
	0.975767	5.558733	1.887648		33.9582500

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	860.8724334	860.8724334	210.00	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std. Error of Estimate
INTERCEPT	-13.57900000	4.34	0.0009	3.11900000
PA	1.50911905	15.54	0.0001	0.09700000

----- VAR=2 POB=2 TALLO=1 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: EMS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1365.220800	1365.220800	380.58	0.0001
Error	8	28.698039	3.587255		
Corrected Total	9	1393.918839			

R-Square	C.V.	Root MSE	EMS Mean
0.979412	7.928376	1.894005	23.8889400

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1365.220800	1365.220800	380.58	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std. Error of Estimate
INTERCEPT	-10.68854485	-5.71	0.0004	1.87050000
PA	1.35597980	19.51	0.0001	0.06950000

----- VAR=2 POB=2 TALLO=2 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: EMS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1175.474786	1175.474786	165.58	0.0001
Error	7	49.692534	7.098933		
Corrected Total	8	1225.167320			

R-Square	C.V.	Root MSE	EMS Mean
0.959440	8.517725	2.664382	31.2804449

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PFA	1	1175.474736	1175.474736	165.53	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std. Error of Estimate
INTERCEPT	-17.98195556	-3.65	0.0001	4.9253096
PFA	1.47540999	12.87	0.0001	0.1131563

----- VAR=2 FOB=3 TALLO=1 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PFG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1396.525283	1396.525283	276.91	0.0001
Error	8	40.345426	5.043178		
Corrected Total	9	1436.870709			

R-Square	C.V.	Root MSE	MEG Mean
0.971921	9.335838	2.245702	31.054649

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
PFA	1	1396.525283	1396.525283	276.91	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std. Error of Estimate
INTERCEPT	-10.91702848	-4.92	0.0012	2.2191454
PFA	1.37143798	16.64	0.0001	0.0824456

----- VAR=2 FOB=3 TALLO=2 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PFG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	965.4797976	965.4797976	131.79	0.0001
Error	7	50.8959380	7.2708483		
Corrected Total	8	1016.3757356			

R-Square	C.V.	Root MSE	MEG Mean
0.949924	8.671996	2.696451	31.0037778

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
DPA	1	863.0841078	863.0841078	137.61	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	15.54918095	-4.04	0.0008	2.8408954
DPA	1.51105635	11.52	0.0001	0.13121619

VAR=3 POB=2 TALLO=1

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1130.078724	1130.078724	463.71	0.0001
Error	6	14.622148	2.437025		
Corrected Total	7	1144.700872			

R-Square	C.V.	Root MSE	PMG Mean
0.987226	6.739671	1.561097	23.1638125

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
DPA	1	1130.078724	1130.078724	463.71	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std Error of Estimate
INTERCEPT	-20.92805357	-9.87	0.0001	2.12958739
DPA	1.72905357	21.53	0.0001	0.08029418

VAR=3 POB=2 TALLO=2

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	920.2691529	920.2691529	137.07	0.0001
Error	6	40.2817607	6.7136268		
Corrected Total	7	960.5509136			

R-Square	C.V.	Root MSE	PMG Mean
0.958064	10.38770	2.591067	24.9436135

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
DFA	1	320.2691529	320.2691529	117.02	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std. Error of Estimate
INTERCEPT	14.34435119	-4.22	0.0056	3.4196316
DFA	1.56031230	11.71	0.0001	0.1332909

----- VAR=3 POB=3 TALL0=1 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	790.8348214	790.8348214	125.69	0.0001
Error	6	37.7519846	6.2919974		
Corrected Total	7	828.5868060			

R-Square	C.V.	Root MSE	FMG Mean
0.954438	9.125052	2.508385	27.4890000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
DFA	1	790.8348214	790.8348214	125.69	0.0001

Parameter	Estimate	T for H0: Parameter=0	Pr > T	Std. Error of Estimate
INTERCEPT	-13.73421429	-3.63	0.0110	3.7824357
DFA	1.44642857	11.21	0.0001	0.12901742

----- VAR=3 POB=3 TALL0=2 -----

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PMG

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1330.993997	1330.993997	256.49	0.0001
Error	8	41.514043	5.189255		
Corrected Total	9	1372.508040			

R-Square	C.V.	Root MSE	FMG Mean
0.969753	8.014591	2.277994	28.4230000

Tratamiento	DF	Tipos de Fertilizante	Elemento (mg/kg)	Coeficiente de variación
DEA	11	1100, 2000, 3000	10, 10, 10	100,00%
Elementos	3 x Elementos	T (N), P (B), K (E)	Elementos (mg/kg)	Coeficiente de variación
INTELLECT	9	1100, 2000, 3000	10, 10, 10	100,00%
DEA	11	1100, 2000, 3000	10, 10, 10	100,00%

APENDICE 8

EXPERIENCIA N°2

FECHA DE MUESTREO: 6/12

	TALLO	N° ESP.	GASTO	PROTEINA -
QUEL. BAJA	TE	9	15,3	11,40
	TE	11	14,75	11,00
	T	9	15,3	11,40
	TE	10	14,3	11,00
			MEDIA	11,15
			DESVEST	0,25
		CV	2,00	
QUEL. MEDIA	TE	11	14,6	11,20
	TE	10	15,1	11,3
	T	9	15,6	11,33
	TE	8	14,9	11,3
			MEDIA	11,07
			DESVEST	0,10
		CV	0,90	
QUEL. ALTA	TE	9	13,1	10,66
	TE	10	11,3	11,20
	TE	7	14,2	11,57
	TE	8	13,55	11,00
			MEDIA	11,13
			DESVEST	0,27
		CV	2,45	
REG. BAJA	TE	11	14,4	11,20
	TE	8	14,3	11,07
	T	8	14,7	11,20
	TE	9	14,65	11,20
			MEDIA	11,20
			DESVEST	0,14
		CV	1,15	

REG. BA MEDIA	TP	12	13.1	10.66
	T1	13	13.3	10.81
	T2	8	13.25	10.73
	T3	9	12.4	9.99
			MEDIA	11.05
			DESVEST	0.25
		CV	2.34	
REG. LU ALTA	TP	11	13.35	10.67
	T1	9	13.25	10.53
	T2	7	14.3	11.69
	T3	5	13.3	10.33
			MEDIA	11.01
			DESVEST	0.47
		CV	3.79	
AERO. BAJA	TP	15	13.5	10.99
	T1	12	13.35	11.23
	T2	11	13.95	11.37
	T3	9	13.9	11.37
			MEDIA	11.24
			DESVEST	0.17
		CV	1.51	
AERO. MEDIA	TP	13	14.1	11.49
	T1	11	14.2	11.57
	T2	10	13.3	10.93
	T3	9	15	12.24
			MEDIA	11.53
			DESVEST	0.53
		CV	5.02	
AERO. ALTA	TP	12	12.2	9.91
	T1	10	13.25	10.73
	T2	10	12.15	9.87
	T3	6	12.4	10.03
			MEDIA	10.16
			DESVEST	0.43
		CV	4.19	