

Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo Final de Graduación

Modalidad: Pasantía

**“Conducción de ensayos a campo y manejo de técnicas de hidroponía
para nutrición en diferentes estructuras de plantas de arroz (*Oryza
sativa* L.)”**

Alumna: Tomasella, Lahysa Khrisé

Asesora: Ing. Agr. Marassi, María Antonia

Tribunal evaluador: Ing. Agr. (Dr.) Neiff, Nicolás
Ing. Agr. (Mgter.) Slukwa, Mario
Ing. Agr. Voss, Mario

Año: 2019

Índice

Objetivos _____	2
Lugar de trabajo _____	2
Descripción de las tareas desarrolladas _____	2
- Ensayo a campo _____	3
- Ensayo en macetas experimentales _____	7
- Ensayo en el laboratorio _____	8
Comentarios finales _____	16
Bibliografía consultada _____	17
Opinión del asesor _____	18
Anexo _____	19

Objetivos

Objetivo general

Evaluar si inciden y cómo inciden las diferentes estructuras de planta en la partición de biomasa y en la respuesta a diferentes dosis de nitrógeno (N) y magnesio (Mg).

Objetivo particular

- Adquirir experiencia en la recolección de datos y análisis de los mismos en un ensayo a campo que evalúa la estructura de planta de tres genotipos de arroz y la partición de biomasa a madurez fisiológica.
- Aprender a realizar la técnica de hidroponía en condiciones de laboratorio para evaluar respuesta a nitrógeno y magnesio.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la carrera para los objetivos planteados.
- Adquirir experiencia sobre las relaciones interpersonales y la resolución de problemas durante una práctica profesional.

Lugar de trabajo

Se trabajó en dos lugares en forma simultánea:

- Estación Experimental Agropecuaria INTA Corrientes, situada sobre Ruta Nacional N°12 Km 1008 en la localidad de El Sombrero, Departamento de Empedrado. Donde las actividades fueron realizadas bajo la supervisión de la Ing. Agr. (MSc) María Inés Pachecoy y el equipo de trabajo del Grupo de Agricultura Extensiva de la EEA.
- Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias UNNE, ubicada en la calle Sargento Juan Bautista Cabral 2131, en la ciudad de Corrientes. Allí todas las labores se efectuaron con la conducción de la Ing. Agr. María Antonia Marassi.

Tareas desarrolladas

Para cumplir con los objetivos planteados, todos los ensayos fueron realizados con las siguientes variedades de arroz (*Oryza sativa L.*), las cuales presentan ciertas diferencias en su estructura de planta:

- Variedad **IRGA 424**, de ideotipo tradicional abierto, donde los macollos presentan ángulos superiores a los 40° respecto del tallo principal.
- Línea experimental **Crianza 2006** (Cr 2006), con ideotipo moderno de estructura columnar, donde los macollos se encuentran con ángulo menores a 40° respecto del tallo principal, y de porte bajo.
- Línea experimental **PAC 103** con ideotipo tradicional, pero mayor porte, cuyas hojas presentan una morfología diferente: lámina más acintada, con una marcada vena media que le da un aspecto triangular y una tendencia muy marcada al acartuchamiento, además de ser más rugosa que la de las otras dos variedades.

A continuación, teniendo en cuenta que se designaron dos lugares de trabajo, se describen las tareas realizadas en cada uno de ellos.

Estación Experimental Agropecuaria INTA Corrientes

Ensayo a campo

Se determinaron los componentes de rendimiento y se evaluó la partición de la biomasa en cada cultivar estudiado.

El ensayo fue planteado con un diseño experimental en bloques completos al azar con 4 repeticiones (4 parcelas por variedad). Para la siembra de este se utilizó una sembradora experimental que permitió hacer parcelas de 6 m de largo con 6 surcos distanciados a 0.17 m. la densidad fue de 250 plantas por metro cuadrado. Además, se observó el comportamiento de las diferentes estructuras de planta y las labores a realizadas en el ensayo. En la figura 1 se observa una de las parcelas de la línea experimental PAC 103 (las demás variedades se muestran en el ANEXO, figura 17 y 18).



Figura 1: Línea experimental PAC 103

Durante el ciclo del cultivo se realizó el seguimiento y reconocimiento de los diferentes estadios fenológicos (Tabla N°1) y también se realizaron las prácticas de manejo habituales para la conducción del mismo (Tabla N°2).

	IRGA 424	Cr 2006	PAC 103
Siembra	05 octubre		
Emergencia	13 octubre		
Diferenciación primordio floral	54 DDE (06 diciembre)	71 DDE (23 diciembre)	61 DDE (13 diciembre)
Floración	83 DDE (04 enero)	103 DDE (24 enero)	94 DDE (15 enero)
Madurez fisiológica	116 DDE (06 febrero)	135 DDE (25 febrero)	127 DDE (17 febrero)
Cosecha	123 DDE (13 febrero)	143 DDE (05 marzo)	135 DDE (25 febrero)

Tabla 1: Momento de inicio de diferentes estadios fenológicos, expresados en Días Después de Emergencia (DDE).

En la figura 2 se presenta la duración (en días) de las diferentes etapas del cultivo, para los tres cultivares. Se puede observar que hay diferencias claras en los días transcurridos entre emergencia y diferenciación del primordio floral (DPF) en las tres variedades y que, en cambio, la duración de los demás estadios es similar en todos los casos.

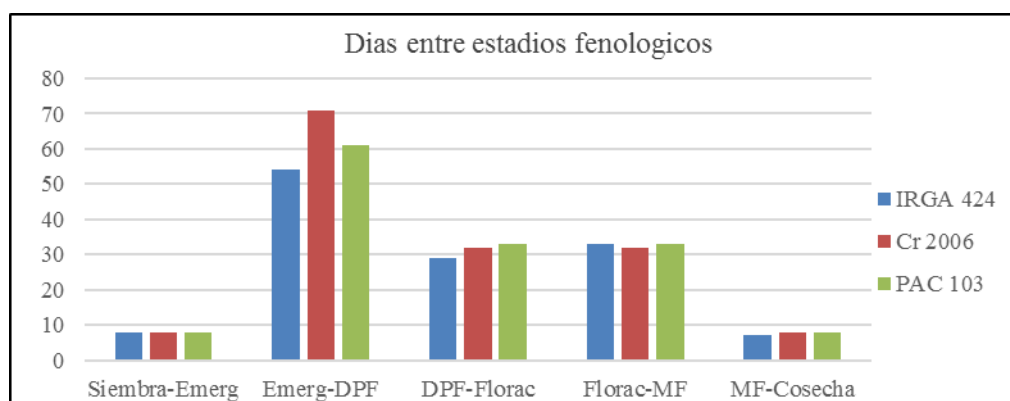


Figura 2: Duración en días de los diferentes estadios fenológicos para los tres cultivares.

Con esto se corroboró que la diferencia en el largo del ciclo en las variedades está asociada a la duración de la etapa vegetativa y su pasaje a reproductivo. Indicando que las variedades IRGA 424 y PAC 103 presentan ciclo de maduración intermedio (presentando PAC un ciclo algo más largo que IRGA 424), y Cr 2006 un ciclo largo.

	IRGA 424	Cr 2006	PAC 103
Fertilización base (pre riego)	Urea: 200 kg/ha Mezcla física (N-P-K) 4-18-40: 200 kg/ha		
Inicio del riego	18 DDE (31 octubre)		
Aplicaciones herbicidas	Pre emergente: Glifosato 3 L/ha + Herbadox 4 L/ha Post emergente: Facet 2 L/ha + Propanil 6 L/ha + Basagran 1.5 L/ha		
Aplicaciones insecticidas	150 cm ³ /ha de "ENGEO". Este producto está formulado con 2 principios activos Lambdacialotrina (piretroide de amplio espectro de acción) + Tiametoxam (neonicotinoide de acción ovicida).		

Tabla N°2: Prácticas de manejo a campo realizadas durante el ensayo.

La fertilización utilizada es representativa del manejo habitual en la zona arrocerá de la provincia de Corrientes, Argentina

La aplicación de herbicidas en las dos etapas indicadas fue importante para tener el lote libre de malezas para la germinación y el crecimiento inicial del cultivo, teniendo en cuenta que una vez iniciado el riego se genera un control natural de las malezas por el efecto que produce la inundación.

Fue necesaria la aplicación de insecticidas en el periodo de floración y llenado de granos ya que se notificó la presencia de plagas típicas de la zona, como ser: larvas de *Spodoptera frugiperda* (Oruga militar tardía) y *Diatraea saccharalis* (Barrenador mayor del tallo), y oviposiciones y adultos de *Tibraca limbativentris* (Chinche del tallo) y *Oebalus poecilus* (Chinche de la panoja).

Una vez que las variedades alcanzaron la madurez de cosecha, se realizó la toma de muestras. Para ello se seleccionó en forma aleatoria un metro lineal del cultivo dentro de cada parcela, el cual se señaló y cosechó en forma manual (Figura 3). Luego en gabinete, con estas muestras, se determinaron los componentes de rendimiento.

Para comenzar, se registró el número de macollos y de panojas en cada muestra, luego se calcularon los valores promedio de las cuatro repeticiones y, con estos datos, se determinó la relación entre macollos fértiles y el total de ellos (Tabla 3).

Variedad	Macollos/m	Panojas/m	Relación panojas/macollos
IRGA 424	106,75	104	0,97
Cr 2006	88,75	85,75	0,96
PAC 103	88,25	86,75	0,98

Tabla 3: Número de macollos y panojas por metro lineal de los tres cultivares de arroz.

Luego, se tomaron 10 panojas al azar dentro de cada muestra para contabilizar el número total de granos en cada panoja y diferenciar dentro de éstas los granos llenos y vanos (Figura 4). Con estos datos se calculó la relación entre los granos llenos y su total (Tabla N°4). El conteo de granos y su clasificación en los diferentes tipos se realizó de manera manual.

Variedad	Granos totales	Granos llenos	Relación llenos/total
IRGA 424	109,93	98,83	0,90
Cr 2006	125,08	112,40	0,89
PAC 103	135,55	116,85	0,86

Tabla 4: Relación entre número de granos llenos y el total de granos por panoja.

Posteriormente, se determinó el peso en gramos de las 1000 semillas de cada variedad, para ello se pesaron en balanza digital 250 granos y este valor se llevó al peso de las 1000 (Tabla 5).

Variedad	Peso 1000
IRGA 424	25,80
Cr 2006	25,96
PAC 103	27,80

Tabla N°5: Peso de los 1000 granos.



Figura 3: Muestra de un metro lineal, variedad IRGA 424.



Figura 4: Muestra de 10 panojas para conteo de granos.

Por otra parte, para saber cómo era la partición de la biomasa, se cosecharon 5 plantas al azar de cada variedad que fueron llevadas a estufa a 60 °C hasta peso constante, apuntando luego el peso seco (PS) de panojas, tallos y raíces de cada planta y calculando la relación entre las diferentes partes (Tabla 6):

Variedad	PS panoja	PS tallo	PS raíces	PS total	PS panoja /PS total	PS tallo/ PS total	PS raíz/ PS tallo
IRGA 424	6,64	5,18	1,26	13,08	0,51	0,40	0,09
Cr 2006	8,06	6,7	1,35	16,11	0,50	0,42	0,08
PAC 103	6,88	7,5	1,42	15,8	0,44	0,47	0,09

Tabla 6: Partición de la biomasa en los tres cultivares de arroz.

Para aprender cómo se analizan e interpretan los datos luego de recolectados se trabajó primero con los datos de las tablas 3, 4 y 5 que permitieron ver cómo se comportan los componentes de rendimiento.

La variedad IRGA 424 presenta el mayor número de macollos por muestra lo que indicaría mayor capacidad de macollaje y, al igual que las otras variedades, un 97% de macollos fértiles.

De estos macollos fértiles, las panojas de esta variedad presentan una fertilidad de aproximadamente el 90% aunque un menor número de granos por panoja con respecto a las otras dos variedades, lo que se complementa con un mayor número de panojas por planta.

Respecto al peso de los 1000 granos no muestra diferencia con Cr 2006, pero si es mucho menor que PAC 103, el cual tiene muchos granos por panoja y mayor peso de granos, pero menor número de panojas por planta.

Esta situación en IRGA 424 podría explicarse teniendo en cuenta que al tener mayor número de panojas con granos fértiles, la planta tendría más destinos para transportar lo producido por fotosíntesis, y por ende menor peso en los granos. Lo que se daría en forma inversa en PAC 103.

Por último, en relación a la partición de biomasa, la variedad IRGA 424 mostró mayor eficiencia de partición al enviar más del 50% de sus fotoasimilados a la panoja y una menor proporción al tallo. Caso contrario el de PAC 103, en la que la mayor partición se produce hacia el tallo. Y la variedad Cr 2006 presenta un comportamiento intermedio en todos los casos (Figura 5):

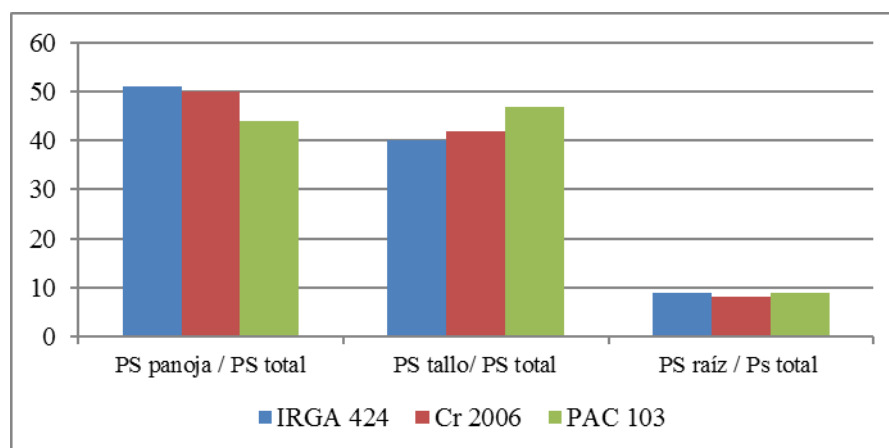


Figura 5: Índices de partición en los tres cultivares.

Cátedra de Fisiología Vegetal

En la misma tuvieron lugar dos ensayos; por un lado, en el laboratorio, donde se realizó la técnica de hidroponía para observar respuesta a nitrógeno (N) y magnesio (Mg) y, por el otro, en las instalaciones al aire libre se sembraron macetas con los cultivares estudiados para poder conocer el número potencial de macollos por planta.

Ensayo en macetas:

Se sembraron 10 macetas por cultivar con 4 semillas cada una, manteniendo una distancia de aproximadamente 15cm entre ellas para evitar la competencia espacial y que las plantas expresen su número potencial de macollos. Las semillas fueron sembradas en sustrato Growmix profesional y se fertilizaron de acuerdo a la práctica habitual en la región. Las mismas fueron regadas regularmente y para lograr mantener una lámina de agua constante se simuló la construcción de una pileta con lonas de plástico y bloques de ladrillo como se puede ver en la Figura 6 (en la sección ANEXO, Figura 19 se muestra el crecimiento de las plantas).



Figura 6: Ensayo en macetas experimentales. De izquierda a derecha: Cr 2006, PAC 103, IRGA 424.

Durante el desarrollo de las plantas se fueron reconociendo los diferentes estadios fenológicos y una vez llegada la etapa de floración, se procedió al conteo del número de macollos por planta y dentro de ellos, el número de macollos fértiles. (Tabla 7):

Variedad	Macollos	Macollos fértiles	Relación fértiles/total
IRGA 424	6,96	2,08	0,30
Cr 2006	5,43	3,1	0,57
PAC 103	6,79	2,93	0,43

Tabla 7: Relación de número de macollos fértiles y estériles por planta.

Al dejar que las plantas expresen su potencial de macollaje se pudo ver el efecto de la estructura de planta, donde las de tipo tradicional tuvieron una relación menor en número de macollos fértiles que la de tipo columnar. Esto tendría que ver de acuerdo a lo visto en *Fisiología Vegetal* con la incidencia de la calidad de la luz en las diferentes estructuras y su pasaje, o no, al estado reproductivo.

Ensayo en laboratorio:

Aquí se aprendió a preparar las soluciones para utilizar la técnica de hidroponía (se muestran los pasos en ANEXO, Figura 20) para poder observar la respuesta que presentan los cultivares seleccionados frente a distintas concentraciones de los elementos nitrógeno y magnesio.

Para ello, se trabajó a partir de una solución de hidroponía formulada específicamente para arroz por Giles y Carraw - 1973 (Tabla 8), que permite el normal crecimiento de las plantas hasta su floración. Sobre las concentraciones de ésta, en nitrógeno y magnesio, se realizaron las modificaciones.

Sales	mg/L	[x10] g/100mL	FeEDTA 0,2g/100mL (2mgFe/mLsol)
NO ₃ K	2830	28,300	
SO ₄ (NH ₄) ₂	463	4,630	
CaCl ₂ 2H ₂ O	166	1,660	
PO ₄ H ₂ K	400	4,000	
MgSO ₄ 7H ₂ O	185	1,850	
Na ₂ EDTA	37,3	0,373	
FeSO ₄ 7H ₂ O	27,8	0,278	
H ₃ BO ₃	1,5	0.015	
MnSO ₄ 4H ₂ O	4,4	0.044	
ZnSO ₄ 7H ₂ O	1,6	0.016	
KI	0,8	0.008	
Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	0,25	0,025 (x100) a 1L	

Tabla 8: Solución de hidroponía para arroz (Giles and Carraw-1973).

Entonces, lo primero fue determinar qué concentraciones tanto de nitrógeno como de magnesio se querían analizar y se optó por combinar concentraciones de 0, ½, 1 y 2 de ambos elementos, en relación a la original de Giles y Carraw, obteniéndose 16 combinaciones posibles (Tabla 9). A estas combinaciones de aquí en más denominaremos Soluciones de crecimiento, en forma simplificada: Sol 1, Sol 2, Sol 3, etc.

Concentración de N	Concentración de Mg			
	0	½	1	2
0	Sol 1	Sol 2	Sol 3	Sol 4
½	Sol 5	Sol 6	Sol 7	Sol 8
1	Sol 9	Sol 10	Sol 11	Sol 12
2	Sol 13	Sol 14	Sol 15	Sol 16

Tabla 9: Soluciones de crecimiento.

Como el objetivo era evaluar solamente los elementos N y Mg se debió buscar la forma de que al quitar una de las sales de la solución que tengan estos elementos se mantenga constante su ión acompañante (K y SO₄). Para ello se hicieron *Soluciones de reemplazo*, donde se mantiene el ion acompañante unido a otro, en lugar del N o del Mg. Como ejemplo se muestra a continuación los cálculos que se debieron realizar para poder reemplazar el NO₃K por ClK manteniendo las concentraciones que indica la solución empleada:

$\text{NO}_3\text{K} \longrightarrow$ Peso Molecular = 101.100 mg/L

$\text{NO}_3 = 62.002 \text{ mg/L}$ y $\text{K} = 39.098 \text{ mg/L}$

En 101.100 mg/L de $\text{NO}_3\text{K} \longrightarrow 39.098 \text{ mg/L}$ de K

En 2.830 mg/L de NO_3K (Sol base) $\longrightarrow X = \text{mg/L}$ de K

Entonces: $X \text{ mg/L de K} = \frac{2.830 \text{ mg/L} \times 39.098 \text{ mg/L}}{101.100 \text{ mg/L}} = \mathbf{1.094 \text{ mg/L de K a reponer en la solución}}$

$\text{ClK} \longrightarrow$ Peso Molecular = 74.560 mg/L

$\text{Cl} = 35.453 \text{ mg/L}$ y $\text{K} = 39.098 \text{ mg/L}$

En 74.560 mg/L de $\text{ClK} \longrightarrow 39.098 \text{ mg/L}$ de K

Y debemos reponer: 1.094 mg/L de K (Sol base) $\longrightarrow X = \text{mg/L}$ de ClK

Entonces: $X \text{ mg/L de ClK} = \frac{1.094 \text{ mg/L} \times 74.560 \text{ mg/L}}{39.098 \text{ mg/L}} = \mathbf{2.086 \text{ mg/L de ClK para reponer el K del NO}_3\text{K}}$

**Los mismos cálculos se realizaron en todos los casos necesarios.*

**Todas las soluciones estaban concentradas x10.*

El siguiente paso fue armar los diferentes stocks para formular las soluciones de crecimiento, resultando en:

- 1) Soluciones base: se prepararon dos de ellas. Por un lado la *Solución base 1*, la cual contiene todas las sales formuladas por Giles y Carrew (Tabla 8) y por el otro, la *Solución base 2*, sin N ni Mg en su composición, es decir que para su preparación no se agregó: NO_3K , $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ ni MgSO_4 . Estos últimos compuestos se prepararon en soluciones aparte para poder generar luego las diferentes concentraciones. Se prepararon concentradas x 10.
- 2) Soluciones de reemplazo: son aquellas que permitieron eliminar el N o el Mg de la solución base sin quitar la sal acompañante al compuesto (ClK y SO_4K). Se prepararon concentradas x 10.

Por último, para preparar las 16 soluciones de crecimiento con las que se trabajó (Tabla 9), se debió determinar las cantidades necesarias de cada solución base y de reemplazo para lograr las diferentes concentraciones planteadas. Se prepararon 100 mL de cada solución y se llevó a volumen con agua destilada. Se muestran dos ejemplos:

Sol 1: no lleva N ni Mg en su composición, por lo cual se lo prepara con solución base 2 y se reponen el K y el SO_4 con las soluciones de reemplazo:

Sol 1	mL de solución
Solución base 2	7mL
ClK	1mL
SO_4K	1mL
SO_4K	1mL
Agua destilada	90mL

Sol 14: contiene el doble de la concentración de N y la mitad de Mg. Para prepararla utilizamos nuevamente solución base 2 y se reponen los demás elementos en las proporciones correspondientes:

Sol 14	mL de solución
Solución base 2	5mL
NO ₃ K	2mL
SO ₄ (NH ₄) ₂	2mL
MgSO ₄ .	0.5mL
SO ₄ K	0.5mL
Agua destilada	90mL

En todas las soluciones se corrigió el pH a 5.8 con soluciones de OHK o HCl según fuera éste muy ácido o muy alcalino.

Por otra parte, para tener las plantas que serían sometidas a hidroponía, se prepararon germinadores con bandejas de plástico, algodón y papel absorbente (Figura 7 y 8). En los mismos se colocaron 60 semillas de cada variedad (con 2 repeticiones cada una), se hidrataron con agua destilada y fueron llevados a cámara de con luz de 160 $\mu\text{mol}/\text{cm}^2$, una temperatura de 27°C ($\pm$ 2°C) y 14 horas de fotoperiodo. Las plantas fueron observadas y regadas periódicamente con agua destilada.



Figura 7: Preparación germinadores.



Figura 8: Plantas germinadas.

Luego de aproximadamente 25 días en los germinadores, las plantas alcanzaron una altura entre 7 a 10 cm (Figura 9) y fueron traspasadas a los frascos en los que se realizaron los tratamientos.

De cada cultivar se pusieron 5-6 plantas por frasco con 50 mL de solución de crecimiento, para aplicar en cada uno los 16 tratamientos planteados (Tabla 9). También se tomaron 5-6 plantas por variedad de los germinadores para tomar el peso seco inicial de las plantas, es decir, antes de ingresar a la hidroponía (estos datos se utilizan más adelante en Tabla 11 de peso seco).

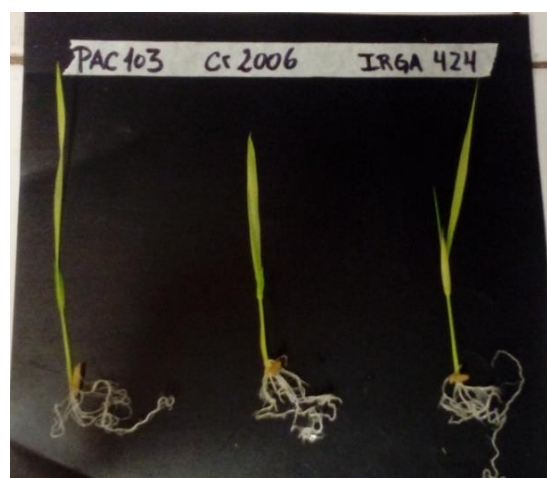


Figura 9: Plantas listas para iniciar los

tratamientos Las plantas continuaron su crecimiento en la cámara de luz artificial (Figura 10) y cada dos semanas se renovaron las soluciones y se lavaron las raíces con agua destilada a fin de evitar la

proliferación de microorganismos en la solución. Así también, en los tiempos intermedios se agregaba agua destilada para mantenerlas hidratadas, aunque, en este transcurso, se perdieron algunas plantas por deshidratación por lo cual nos encontramos sin datos para algunos tratamientos.



Figura 10: Bandeja con los tratamientos en cámara de luz.

Luego de 6 semanas de aplicación de la hidroponía, se pudo observar que las plantas presentaban diferencias en cuanto a su crecimiento y, estas diferencias, se daban tanto entre soluciones como así también entre las variedades en una misma solución de crecimiento. Entonces, se procedió a una serie de observaciones de lo que se puede destacar lo siguiente:

- El efecto del N en las tres variedades fue similar: en los primeros cuatro tratamientos que no tienen N se afectó directamente el crecimiento obteniendo plantas muy pequeñas. Con $\frac{1}{2}$ parte las plantas sí lograron crecer, pero presentaron hojas más finas y color menos intenso que los tratamientos siguientes y que el mayor desarrollo se denota en plantas con 1 parte de N, pero este vuelve a disminuir cuando se aplica el doble (Figura 10).
- Las plantas presentan mayor respuesta al N que al Mg.
- En las soluciones con 0 y $\frac{1}{2}$ de Mg las plantas presentaron una marcada clorosis y necrosis en hojas basales.

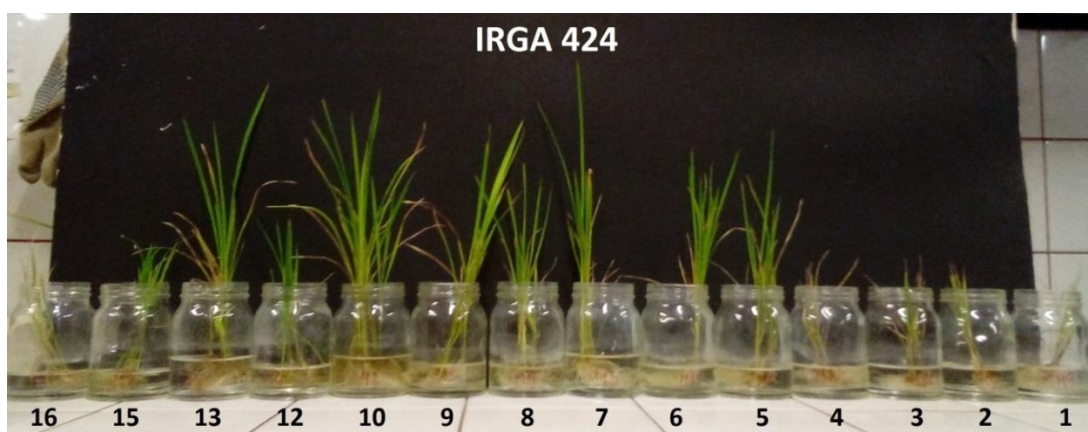


Figura 11: Soluciones de crecimiento ordenadas en forma decreciente en función del N en IRGA 424.

**Los números en la figura corresponden a las soluciones de crecimiento planteadas en la Tabla 9.*

**En la sección ANEXO se muestran los demás cultivares.*

Ahora, a través de las imágenes y partiendo de la variedad IRGA 424 se describen algunas comparaciones:



Figura 12: Efecto de diferentes concentraciones de N en soluciones sin Mg.



Figura 13: Efecto de diferentes concentraciones de N combinadas con ½ parte de Mg.

En ambas imágenes se puede ver como a mayor concentración de nitrógeno hay una mayor altura de planta. También la figura 12 muestra como las plantas a pesar de no tener Mg, tienen cierto desarrollo y una mayor proporción de hojas necrosadas que las plantas que tienen ½ parte de Mg (Figura 13).



Figura 14: Efecto de diferentes concentraciones de N combinados con una parte de Mg.

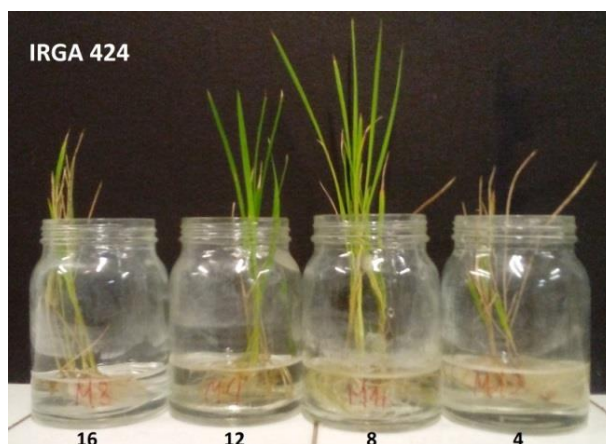


Figura 15: Efecto de diferentes concentraciones de N combinadas con una concentración doble de Mg.

En la figura 14 se ve cómo se afecta el desarrollo de las plantas cuando hay un déficit y un exceso de N (Soluciones de crecimiento 3 y 15, respectivamente).

Luego en la figura 15 podría verse como el Mg resulta negativo en exceso en esta variedad, ya que ninguna planta presenta un buen desarrollo.

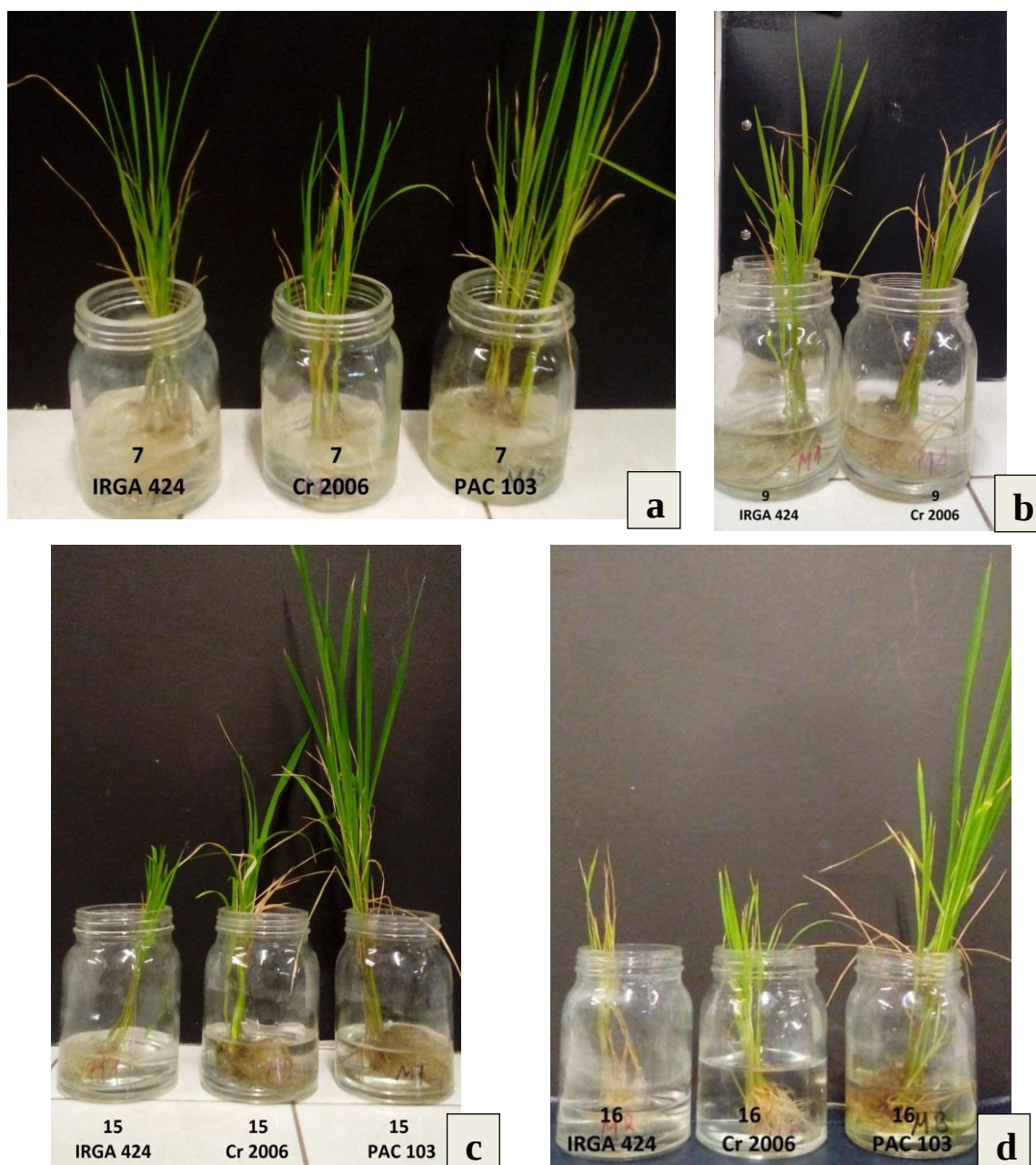


Figura 16 (a, b, c, d): Resultados de diferentes soluciones de crecimiento en los tres cultivares.

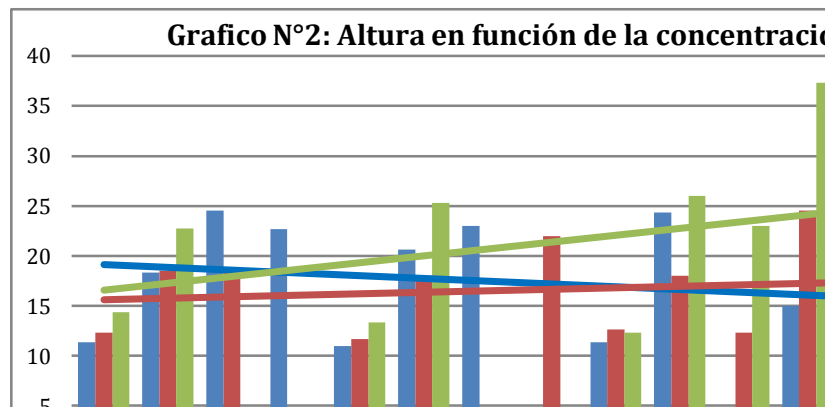
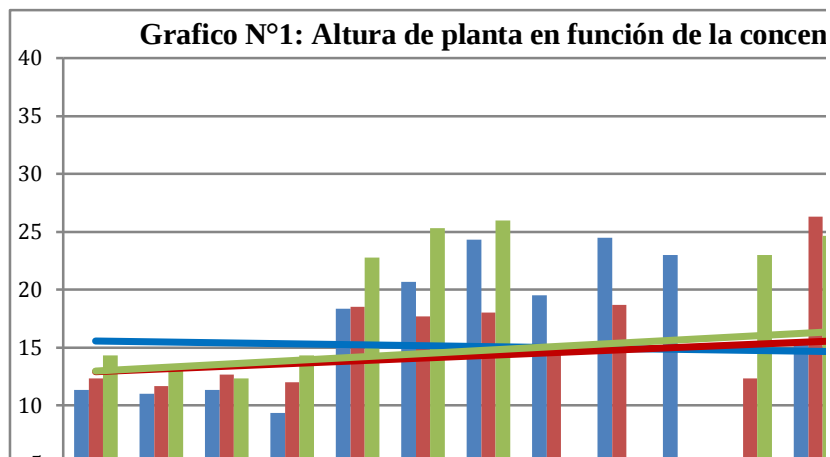
A través de estas imágenes se puede advertir que la variedad IRGA 424 con $\frac{1}{2}$ y 1 parte de N (Figura a y b) presenta mayor desarrollo que Cr 2006, pero se da lo contrario con el doble de N, donde Cr 2006 supera a IRGA 424 (Figura c). Por otra parte, se observa cómo, en todos los casos, la variedad PAC 103 presenta mayor crecimiento que las demás variedades a mayor proporción de N.

Ahora bien, la Figura d muestra las diferencias que se dan entre las tres variedades cuando se aplica el doble de magnesio: IRGA 424 se encuentra muy afectado, luego Cr 2006 se afectó, pero en menor intensidad y PAC 103 no mostró ningún efecto negativo.

Por último, con el objetivo de obtener más datos que sirvan a la comparación, se tomaron las medidas de altura de todas las plantas (Tabla 10) y después fueron llevadas a estufa a 80 °C hasta peso constante para obtener los datos de peso seco de las mismas (Tabla 11). Estos datos nos permitieron obtener gráficos de barras y a partir de ello, líneas de tendencia que muestran las variaciones de los diferentes tratamientos.

Tabla 10: Altura promedio de planta.

	IRGA 424	Cr 2006	PAC 103
Sol 1	11,33	12,33	14,33
Sol 2	11	11,66	13,33
Sol 3	11,33	12,66	12,33
Sol 4	9,33	12	14,33
Sol 5	18,33	18,5	22,75
Sol 6	20,66	17,66	25,33
Sol 7	24,33	18	26
Sol 8	19,5	14,66	s. d.
Sol 9	24,5	18,66	s. d.
Sol 10	23	s. d.	s. d.
Sol 11	s. d.	12,33	23
Sol 12	15,33	26,33	24,66
Sol 13	22,66	s. d.	s. d.
Sol 14	s. d.	22	s. d.
Sol 15	15	24,5	37,33
Sol 16	12,66	13,66	30



En general se puede ver que hasta la concentración normal la altura de las plantas parece responder al N y, que a partir de 1 y 2 veces la concentración de Mg parece haber un efecto negativo del exceso de este elemento sobre la altura.

Mirando el grafico N°1 que en ausencia de N las variedades muestran muy poco crecimiento y como la variedad IRGA 424 si bien aumenta la altura de planta al aumentar el N, esta no es proporcional al incremento del elemento en la solución, más bien presenta una tendencia negativa en los últimos tratamientos. Algo similar ocurre con Cr 2006 con una marcada disminución de altura en la última solución, sin embargo, PAC 103 muestra una alta respuesta a los aumentos en las concentraciones de N.

Al mirar los incrementos de altura en relación a las concentraciones de Mg (Grafico N° 2), se puede ver que la respuesta de las variedades es diferente: IRGA 424 vuelve a mostrar (como en el caso del N) una tendencia descendente al aumentar las concentraciones de Mg, mientras que Cr 2006 parece no responder a éstas y PAC 103 muestra una relación positiva entre el aumento de altura y el aumento del elemento en cuestión.

Tabla 11: Peso seco promedio de planta.

	IRGA 424	Cr 2006	PAC 103
Inicio (1)	0,004	0,006	0,006
Sol 1	0,013	0,017	0,015
Sol 2	0,010	0,015	0,014
Sol 3	0,011	0,018	0,012
Sol 4	0,011	0,014	0,013
Sol 5	0,022	0,035	0,031
Sol 6	0,028	0,025	0,026
Sol 7	0,033	0,022	0,034
Sol 8	0,023	0,024	s. d.
Inicio (2)	0,009	0,006	0,008
Sol 9	0,048	0,032	s. d.
Sol 10	0,053	s. d.	s. d.
Sol 11	s. d.	0,022	0,073
Sol 12	0,027	0,091	0,052
Sol 13	0,048	s. d.	s. d.
Sol 14	s. d.	0,079	s. d.
Sol 15	0,024	0,065	0,107
Sol 16	0,016	0,022	0,064

Grafico N°3: Peso seco en función de la concent

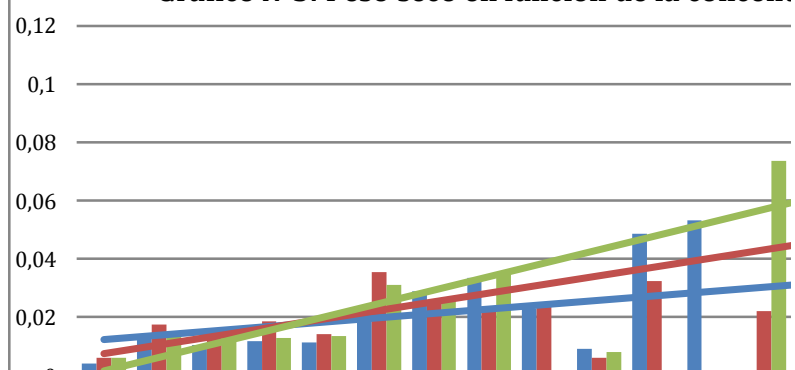
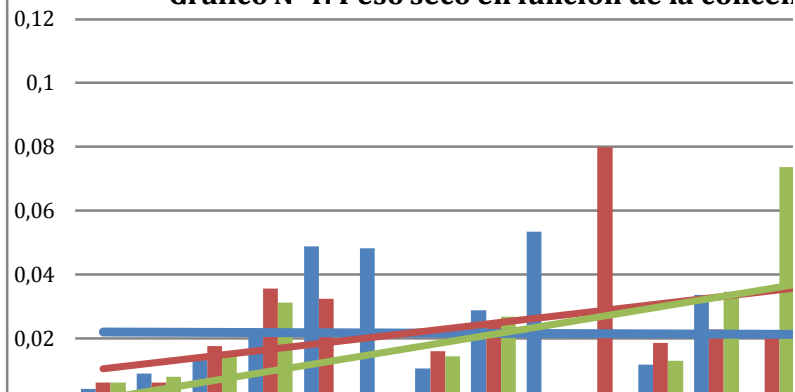


Grafico N°4: Peso seco en función de la concen



*Los datos de Inicio (1) e Inicio (2) corresponden al peso seco de las plantas antes de ser sometidas a los tratamientos.

En cuanto al peso seco de planta se puede ver que, en relación al N (Grafico N°3), todas las variedades aumentan su peso seco al amentar el N, aunque los incrementos son mayores en PAC 103 que en Cr 2006 y estos, que en IRGA 424. Y al relacionarlo con las concentraciones de Mg (Grafico N°4) tanto PAC 103 como Cr 2006 muestran un incremento en su peso seco mientras que IRGA 424 pareciera mantenerlo constante.

Comentarios finales

Me gustaría destacar lo provechoso de esta pasantía como experiencia ya me permitió llevar a la práctica lo aprendido durante el dictado de la carrera, comenzando con la participación en el INTA, en donde pude conocer cuál es la metodología llevada a cabo para hacer los ensayos del cultivo de arroz y las practicas que se realizan en él, aprender cómo se toman las muestras para la recolección de datos y sacar el mejor provecho de ellos, como sucedió en este caso que me permitió ver como las distintas variedades actúan en forma diferente según su estructura de planta. Sin dejar de lado la importancia de la relación que entablé con los investigadores y el personal de campo de la institución con los cuales tuve el gusto de trabajar.

Luego en la Cátedra de Fisiología Vegetal, con el ensayo en macetas experimentales, el cual me permitió conocer cuál es el potencial de macollamiento de las variedades elegidas y ver que éste es distinto al que se da en situaciones de campo. Como así también me permitió conocer una forma de simular la situación de inundación en espacios pequeños y utilizando macetas, aprender a coordinar los momentos de riego según las necesidades y la interacción con el resto de investigadores que utilizaban el mismo espacio.

La experiencia en el laboratorio me resulto excepcional ya que aprendí cómo aplicar la técnica de hidroponía y todo el procedimiento que ésta implica, la importancia de los trabajos previos de cálculos antes de iniciar las tareas, cómo tomar datos y analizarlos; en este caso logre ver lo que había aprendido de la importancia de conocer la estructura de planta en las practicas agronómicas, porque se logró ver que la diferencia de estructura incide en la respuesta a las diferentes dosis de los elementos analizados (N y Mg). Por otro lado, esta experiencia incluyó compartir y discutir resultados con otras personas y vincularlo con lo que sabía del cursado de materias de la carrera.

Por último, quisiera dejar mis agradecimientos a los profesionales que han contribuido con este periodo de aprendizaje; en primer lugar, a la directora de este proyecto, la Ing Agr. María Antonia Marassi por su acompañamiento, enseñanzas y constante motivación; y luego al equipo de trabajo del INTA, a la Ing. Agr. (MSc) María Inés Pachecoy que me guió, aconsejo y acompañó en todo momento, a la Ing. Agr. María Laura Fontana quien supo brindarme su ayuda constantemente y al personal del INTA por su predisposición. A todos ellos, muchas gracias.

Bibliografía consultada

- ACPA & Bolsa de Cereales de Entre Ríos. 2017. Disponible en: http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Informes_arroceros.html
- Betrano, J, and D.O. Gimenez (2015) Cultivo en hidroponía. edulp. Buenos Aires - Argentina. p. 181
- Cassman, K.G. (ed.) (1994). Breaking the yield barrier: Proceedings of a Workshop on rice yield potential in favourable environments, IRRI, 29 November - 4 December 1993. IRRI, P.O. Box 933, Manila 1099, Philippines.
- Crepy M.A., H.J. Pirchi, M.B Meichtry, L.A. Gregori and G.G. Arguissain. 2013. Relación fuente-destino y su incidencia en el llenado de granos de 3 genotipos de arroz. VIII Congreso Brasileiro de Arroz Irrigado. Anais Vol. 1: 49-52.
- Evans L.T.; R.M. Visperas and B.S. Vergara (1984). Morphological and physiological changes among rice varieties used in the Philippines over the last seventy years. Field Crops Research. 8: 105-124.
- Evans J.R. (2013). Improving Photosynthesis. Plant Physiology; 162: 1780–1793.
- Janoria M.P. (1989). A basic plant ideotype for rice. International Rice Research Newsletters. 14(3): 12-13.
- Kurtz, D., J. Fedre and D. Ligier. 2016. Importancia del cultivo y zonas arroceras. En: Guía de buenas prácticas agrícolas (GBPA) para el cultivo de arroz en Corrientes, pp 13-18
- Peng S.; G. Khush, P. Virk, Q. Tang and Y. Zou (2008). Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. Field Crops Research 108: 32–38.
- Tambussi, E.A., J. Bort, J.J. Guamet, S. Nogués and J.L. Araus. 2007. The photosynthetic role of ears in C3 cereals: metabolism, water use efficiency and contribution to grain yield. Critical Reviews Plant Sciences 26: 1-16.
- Venkateswarlu, B. 1976. Source-sink interrelationships in lowland rice. Plant Soil 44: 575–586.
- Wang, Y. and J. Li. 2005. The plant architecture of rice (*Oryza sativa*). Plant Molecular Biology 59:75–84
- White, A.C., A. Rogers, M. Rees and C.P. Osborne. 2015. How can we make plants grow faster? A source-sink perspective on growth rate. J. Exp. Bot. 67(1): 31-45.
- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. Los Baños, Laguna. 269 p.

Opinión del asesor

La alumna Lahysa Tomasella demostró una muy alta capacidad de trabajo, de curiosidad científica al realizar las diferentes tareas, **responsabilidad** en el cuidado y control de las plantas, toma de datos, además de una excelente interacción con el resto de las personas tanto del laboratorio como del campo experimental del INTA Corrientes.

Anexo

ENSAYO EN EL INTA:



Figura 17: Variedad IRGA 424.



Figura 18: Línea experimental Cr 2006.

- Datos de número de macollos totales y de panojas de los tres cultivares utilizados para construir la **Tabla 3: Número de macollos y panojas por metro lineal de los tres cultivares de arroz.**

Variedad	Nº Parcela	Macollos/m	Panojas/m
IRGA 424	234	91	86
	249	92	91
	253	123	118
	272	121	121
Promedio		106,75	104
Cr 2006	239	87	84
	248	97	95
	255	92	86
	268	79	78
Promedio		88,75	85,75
PAC 103	238	80	79
	250	88	88
	256	105	102
	271	80	78
Promedio		88,25	86,75

- Datos de número de granos llenos, vanos y totales a partir de los cuales se construyó la **Tabla 4: Relación entre número de granos llenos y el total de granos por panoja.**

Var.	N° Parcela	Granos por panoja											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
IRGA 424	234	Llenos	63	135	118	78	143	104	75	68	117	84	98,5
		Vanos	16	18	18	4	20	29	16	8	17	8	15,4
		Total	79	153	136	82	163	133	91	76	134	92	113,9
	249	Llenos	93	108	107	63	96	60	89	78	69	59	82,2
		Vanos	17	8	9	8	3	5	17	1	5	5	7,8
		Total	110	116	116	71	99	65	106	79	74	64	90,0
	253	Llenos	104	114	106	103	114	115	96	110	121	96	107,9
		Vanos	1	13	10	10	3	1	4	7	8	24	8,1
		Total	105	124	116	113	117	116	100	117	129	120	115,7
	272	Llenos	103	96	90	139	152	99	96	88	106	98	106,7
		Vanos	32	3	6	15	16	19	7	6	18	10	13,2
		Total	135	99	96	154	168	118	103	94	126	108	120,1
Cr 2006	239	Llenos	121	87	135	136	125	108	101	100	132	124	116,9
		Vanos	11	5	11	13	23	10	12	7	13	12	11,7
		Total	132	92	146	149	148	118	113	107	145	136	128,6
	248	Llenos	133	79	128	92	104	110	108	131	137	115	113,7
		Vanos	28	18	16	14	20	13	12	16	14	16	16,7
		Total	161	97	144	106	124	123	120	147	151	131	130,4
	255	Llenos	104	102	105	118	114	101	115	88	95	84	102,6
		Vanos	6	5	8	7	11	14	10	1	7	5	7,4
		Total	110	107	113	125	125	115	125	89	102	89	110
	268	Llenos	124	144	111	126	121	84	150	108	85	111	116,4
		Vanos	26	24	5	14	14	5	27	9	7	18	14,9
		Total	150	168	116	140	135	89	177	117	92	129	131,3
PAC 103	238	Llenos	172	144	108	165	103	79	111	145	128	105	126
		Vanos	28	20	11	18	12	34	22	14	22	22	20,3
		Total	200	164	119	183	115	113	133	159	150	127	146,3
	250	Llenos	63	178	117	112	97	85	149	105	111	89	110,6
		Vanos	20	24	19	11	13	11	14	17	12	20	16,1
		Total	83	202	136	123	110	96	163	122	123	109	126,7
	256	Llenos	106	122	117	89	131	152	174	94	110	83	117,8
		Vanos	15	16	16	32	21	25	32	12	19	25	21,3
		Total	121	138	133	121	152	177	206	106	129	108	139,1
	271	Llenos	135	98	128	106	94	113	115	118	108	115	113
		Vanos	20	7	17	12	17	15	35	17	15	16	17,1
		Total	155	105	145	118	111	128	150	135	123	131	130,1

- Datos a partir de los cuales se calculó el peso de los 1000 granos para la **Tabla 5: Peso de los 1000 granos.**

Variedad	Parcela	Peso 250	Peso 1000
IRGA 424	249	6.41	25.64
	272	6.49	25.96
Cr 2006	248	6.50	26.00
	268	6.48	25.92
PAC 103	250	6.88	27.52
	271	7.02	28.08

- Datos de peso seco en cada muestra a partir del cual se obtuvo la **Tabla 6: Partición de la biomasa.**

Variedad	Nº muestras	PS panojas	PS tallos	PS raíces
IRGA 424	5	33,2	25,9	6,3
Cr 2006		40,3	33,5	6,7
PAC 103		34,4	37,5	7,1

ENSAYO EN MACETAS:

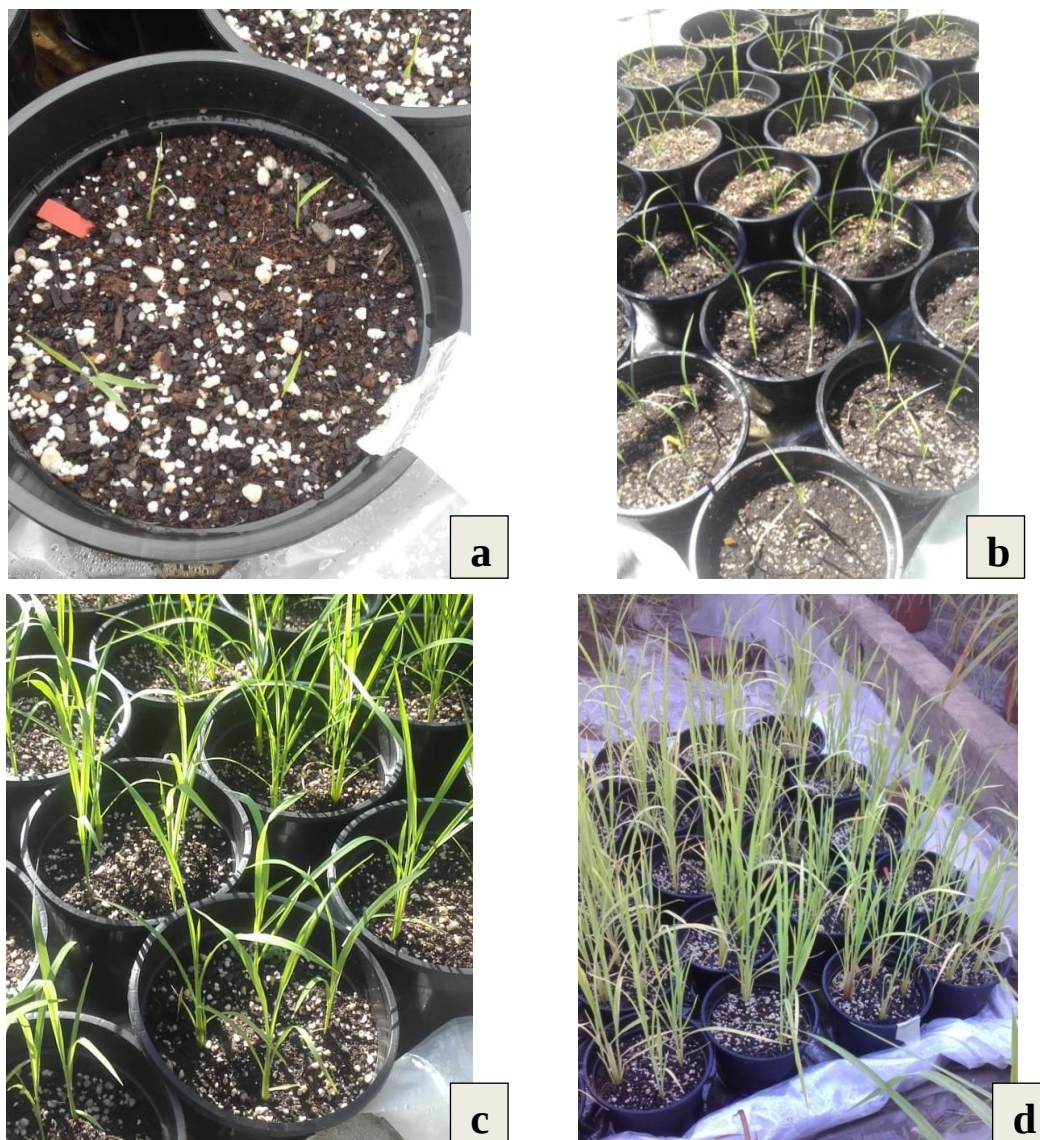


Figura 19: Evolución de las plantas en macetas experimentales.

- a- Plantas germinadas.
- b- Plantas con dos semanas de crecimiento.
- c- Plantas en crecimiento.
- d- Plantas en macollamiento

- Datos de número de macollos y macollos fértiles por variedad para construir la **Tabla 7: Relación de número de macollos fértiles y estériles por planta.**

	IRGA 424																										Promedio				
Macollos/pl	9	6	7	8	6	7	9	5	9	6	8	6	5	6	7	8	5	6	5	6	9	7	6	10	8	7					6,96
Mac fértiles/pl	2	1	2	1	3	2	3	1	2	3	3	1	1	3	3	3	1	1	1	2	3	1	1	4	3	3					2,08
	Cr 2006																														
Macollos/pl	7	5	5	9	7	6	6	6	5	5	7	4	5	4	5	4	3	5	6	4	4	5	5	6	6	6	6	8	4	5	5,43
Mac fértiles/pl	4	2	2	4	4	4	3	3	3	3	3	1	3	2	4	2	1	3	3	2	4	4	3	3	4	4	3	6	2	4	3,1
	PAC 103																														
Macollos/pl	7	7	8	9	8	6	4	7	4	6	10	7	7	7	5	7	9	7	6	5	8	5	5	7	7	8	5	6	10		6,79
Mac fértiles/pl	2	3	5	4	3	2	1	4	2	2	4	2	4	3	2	2	5	3	2	3	4	3	2	3	3	3	2	3	4		2,93

ENSAYO EN LABORATORIO:

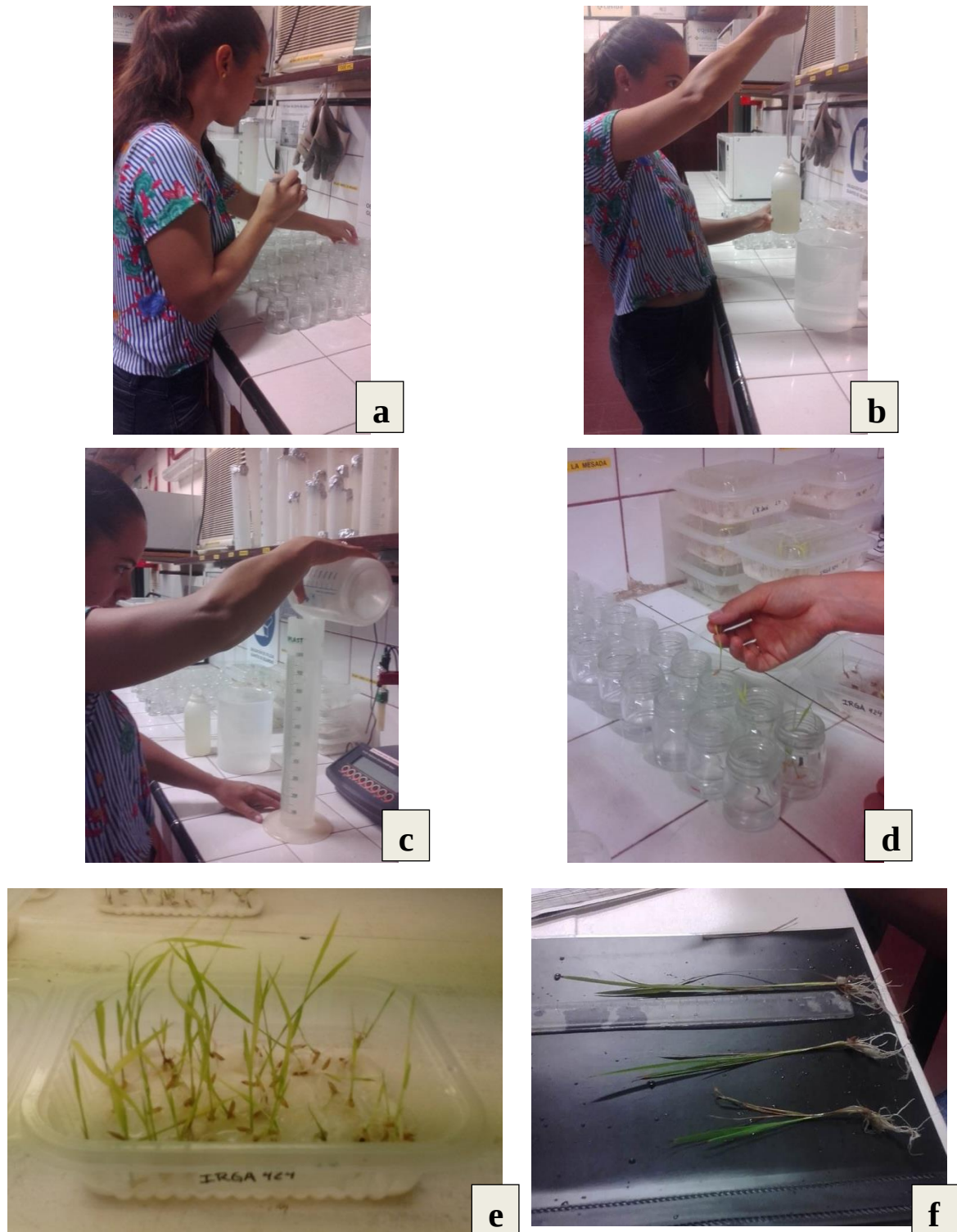


Figura 20: Realización de la hidroponía.

- a- Rotulación de recipientes.
- b- Pipeteo de soluciones.
- c- Llevado a volumen de las soluciones de crecimiento.
- d- Llenado de recipientes con las soluciones de crecimiento.
- e- Bandeja germinadora.
- f- Medición de altura de las plantas.

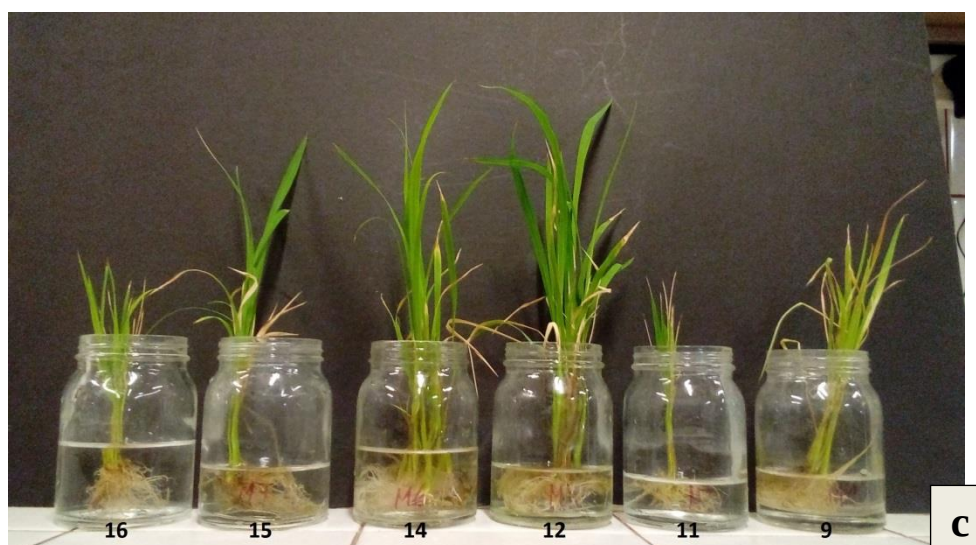
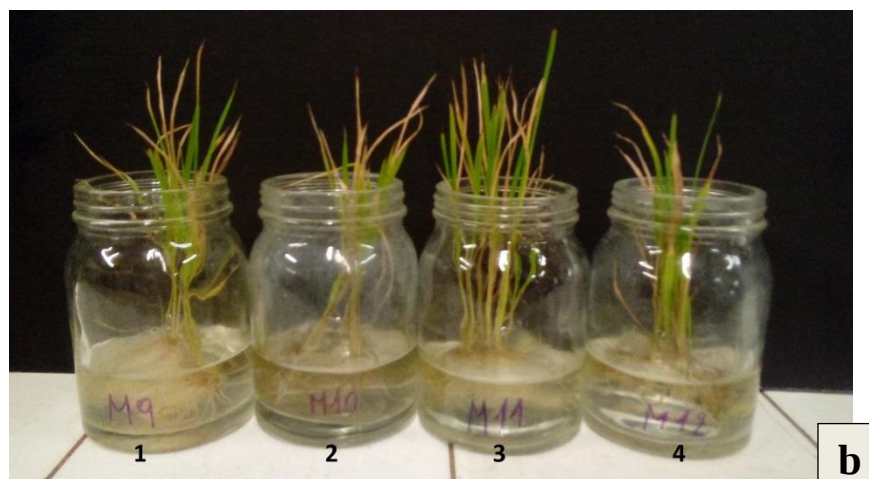
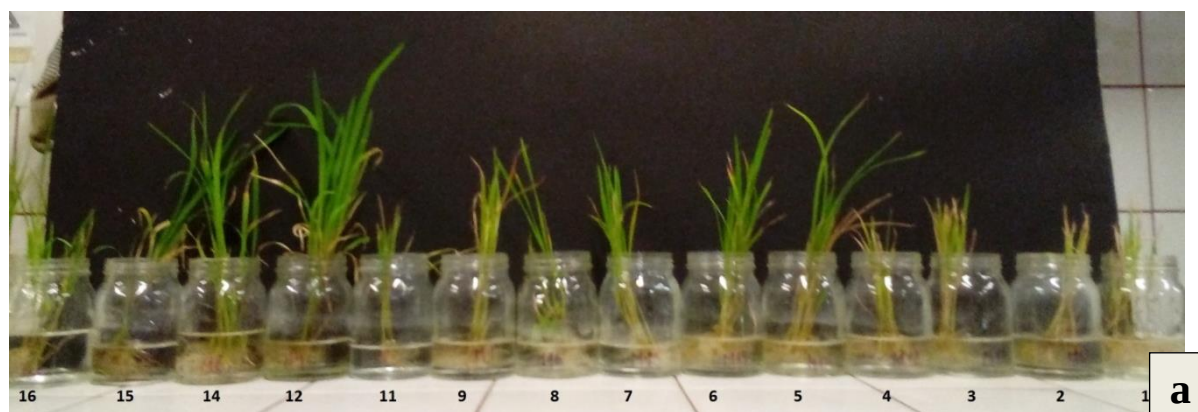


Figura 24: Observaciones en línea experimental Cr 2006.

a- Tratamientos ordenados en función del N (de derecha a izquierda) en Cr 2006.

b- Efecto de soluciones sin N.

c- Efecto de soluciones con concentraciones de 1 y 2 partes de N.

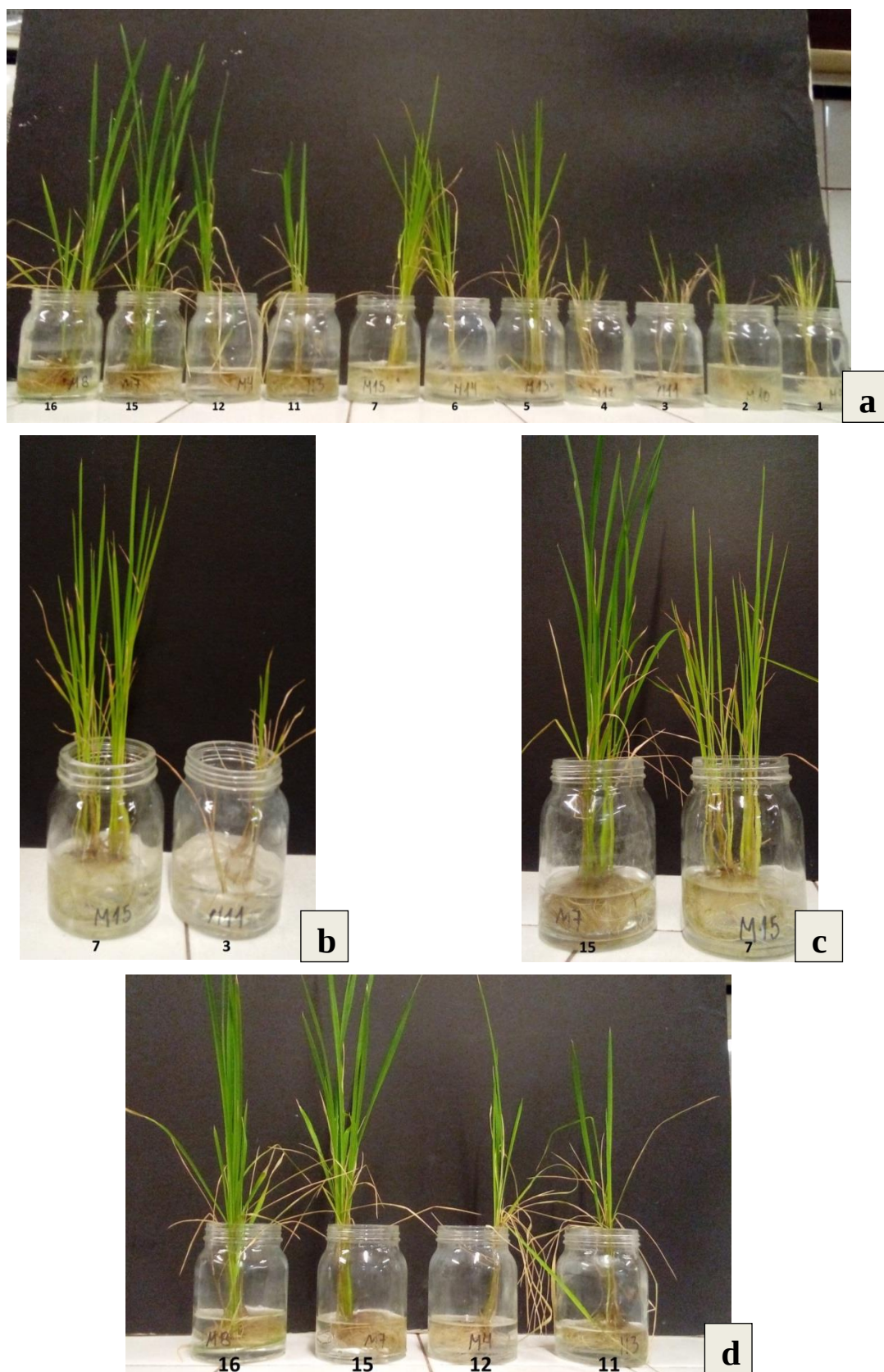


Figura 25: Observaciones en línea experimental PAC 103.

a- Tratamientos ordenados en función del N (de derecha a izquierda) en PAC 103.

b y c- Comparación entre concentración de $\frac{1}{2}$ de N (Sol 7) con déficit (Sol 3) y con el doble de N (Sol 15).

d- Efecto de soluciones con concentraciones de 1 y 2 partes de N.