

1-INTRODUCCIÓN

La soja (*Glycine max* (L.) Merr.) es el principal cultivo de Argentina por su participación en el valor total de la producción y de la exportación. En los últimos años ha tenido un crecimiento exponencial debido a sus características de adaptabilidad a diferentes ambientes, ocupando en la campaña agrícola 2005-2006 más de 15.2 millones de ~~hectáreas~~ sembradas, lo que representa más del 50 % de la superficie agrícola del país (SAGPYA, 2006). Este crecimiento se ha producido, en suelos con buena aptitud agrícola por desplazamiento de otros cultivos, y en zonas marginales ha permitido extender la frontera agrícola hacia regiones dedicadas a la ganadería extensiva. Paralelamente al aumento del área sembrada, los rendimientos medios nacionales se han mantenido e inclusive han aumentado en años climáticamente favorables. Esto implica que los rendimientos unitarios en las zonas centrales han aumentado, ya que las nuevas áreas que se incorporaron al cultivo normalmente muestran rendimientos bajos, principalmente en los primeros años (Míguez, 2004).

En la mayoría de los sistemas productivos, el objetivo principal es maximizar los rendimientos obtenidos, es decir, lograr que a través de ~~con~~ la disponibilidad de recursos que ofrece de cada lote, el cultivo alcance la mayor producción de granos por unidad de superficie. Por ello, gran parte de las prácticas agronómicas están orientadas a mejorar y/o aprovechar el ambiente en el que crece el cultivo, aumentando la cantidad y disponibilidad de los recursos y reduciendo el riesgo o el impacto de las adversidades. Sin embargo, el rendimiento es el resultado de múltiples interacciones que el cultivo tiene con el ambiente debido a su repuesta foto-~~---~~termoperiódica donde se desarrolla y crece, por lo que es un atributo altamente variable. Analizar y comprender, ~~al menos~~ parcialmente, las causas de esta variabilidad es indispensable para poder manejar con criterio el cultivo. Con ello, pueden diseñarse estrategias agronómicas que modificarían sustancialmente el resultado del cultivo, ya que gran parte del manejo de estas interacciones está al alcance del productor o profesional.

2-ANTECEDENTES

2.1 - ACUMULACIÓN Y PARTICIÓN DE MATERIA SECA

La acumulación de ~~materia seca~~ (MS) en el cultivo se produce inicialmente sobre las estructuras vegetativas (hojas, tallos, pecíolos y raíces) y tiene una distribución de forma sigmoidea; al principio del ciclo es lenta y se hace máxima entre el comienzo de la floración (R1) y llenado de los granos (R5), - este período dura entre 20 y 40 días, según ~~cultivares~~ (cvs) y fechas de siembra -, en este último estado los nutrientes comienzan a redistribuirse hacia las vainas y semillas. En éstas, el período de rápida acumulación continúa hasta R6.5, durante el cual la semilla alcanza el 80 % de su ~~peso seco~~PS, pero el máximo valor lo logra en R7. Se considera que en madurez fisiológica cesa la acumulación de MS, este estado se produce cuando estos órganos (principalmente la vaina) se tornan amarillos, perdiendo totalmente la coloración verde (Giorda y Baigorri, 1997).

Los fotoasimilados producidos por los tejidos fotosintéticos son transportados a otras partes del vegetal, donde se utilizan en distintos procesos, tales como el crecimiento, desarrollo, almacenaje, etc. Esta distribución de asimilados entre los órganos de la planta se denomina partición. Durante el crecimiento vegetativo los fotoasimilados son utilizados para el crecimiento radical y la parte aérea. Durante la floración y fructificación, los mismos comienzan a dirigirse ~~principalmente~~ ~~orientadamente~~ hacia las estructuras reproductivas. Este fenómeno afecta directamente el rendimiento del cultivo, determinando la proporción de asimilados que se acumulan en los órganos cosechables (semillas) y no cosechables (raíces, tallos y hojas) (Morandi *et al.*, 1994).

El ~~índice de cosecha~~ (IC) refleja la partición de fotoasimilados hacia los granos. Se lo define como la proporción del ~~peso seco~~PS total que se acumula en los órganos cosechados. El mismo varía con el genotipo, el ambiente y la interacción ~~del~~ genotipo ~~con~~ ~~el~~ ~~por~~ ambiente, pero estas variaciones son de menor magnitud que las experimentadas por la producción de biomasa (Cárcova *et al.*, 2003). En soja, el IC varía entre 0.42-0.52 (Baigorri *et al.*, 1995c). El mejoramiento genético ha tenido mayor incidencia sobre el desarrollo de los cvs de ciclo más corto. Los nuevos genotipos tienen la capacidad de acumular mayor cantidad de biomasa, la que se traduce en un mayor peso y ~~número~~° de semillas por planta. Este conjunto de características hace que el IC en estos cvs sea mayor (Kumudini *et al.*, 2001).

2.2 - COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

El diseño de estrategias para incrementar los rendimientos del cultivo de soja en los diferentes ambientes, implica, como requisito previo, comprender cómo los componentes del rendimiento interactúan afectando el rendimiento de los granos (Board *et al.*, 1999), ya que los mismos pueden ser modificados por el genotipo, el ambiente y el manejo, los que afectan el rendimiento final (Morandi *et al.*, 1994).

Los componentes del rendimiento pueden ser clasificados en:

- ❖ Componentes primarios o directos que modifican el rendimiento final (número de granos m^{-2} y peso de granos).
- ❖ Componentes secundarios o indirectos que modifican el número de granos m^{-2} (número de plantas m^{-2} , granos por vaina y número de vainas m^{-2}).

Con formato: Sangría: Izquierda: 2,22 cm

Con formato: Sangría: Izquierda: 2,22 cm, Punto de tabulación: 2,86 cm, Lista con tabulaciones + No en 2,54 cm

Considerando los componentes directos se puede observar que la caída de los rendimientos en las diferentes situaciones productivas se debe, en general, a una disminución en el número de granos. El peso de los mismos, por el contrario, raramente es afectado (Gutiérrez Boem y Scheiner, 2003).

El número de granos por unidad de área queda determinado durante el período R2-R5 (floración-inicio de llenado de granos) y su reducción sólo puede ser compensada parcialmente por el aumento en el peso unitario de las semillas (Giorda y Baigorri, 1997). El número final de granos, que el cultivo puede establecer en relación al número potencial, se asocia principalmente con la capacidad de crecimiento de los individuos dentro del cultivo durante el período crítico de fijación de vainas y semillas (Vega y Andrade, 2000).

El peso individual de los granos de soja puede variar en un rango muy amplio, pero dentro de las variedades que se cultivan tradicionalmente y en la mayor parte de las condiciones ambientales, varía entre 140 y 220 mg. El peso final del grano puede describirse como una función de su tasa de crecimiento y de la duración del período de llenado. Ambos atributos varían de acuerdo a las condiciones ambientales (Kantolic, 2003). Gran parte de las modificaciones del tamaño de la semilla debidas al ambiente pueden ser explicadas por cambios en la duración del período de llenado. Por ejemplo, las disminuciones en el peso de los granos, causada por deficiencias hídricas o nitrogenadas, están más frecuentemente asociadas a un acortamiento en el período de llenado que a cambios evidentes en la tasa de crecimiento de los granos (Egli, 1998). Igualmente, el incremento en el peso de las semillas observado a través de ~~ante~~-mejoras en la nutrición nitrogenada es el resultado del alargamiento del período de llenado. La dinámica de acumulación de ~~materia seca~~ (MS) en el grano es afectada por la disponibilidad de asimilados y por la capacidad fotosintética del cultivo (Andrade *et al.*, 2000).

En cuanto a la relación entre los componentes directos con los indirectos, el número de semillas por superficie es más influenciada-influenciado por el número de frutos por superficie que por el número de granos por fruto (Board *et al.*, 1999). Este componente ~~1-nº de semillas por vaina~~ tiene alta heredabilidad, no obstante puede variar (Giorda y Baigorri, 1997). Algunos genotipos tienen una alta proporción de vainas con tres lóculos, mientras que en otros predominan las vainas con dos lóculos. Uno o más de los granos de una vaina pueden abortar antes de ingresar en su fase de llenado efectivo, modificando el número de granos logrados por vaina. Sin embargo el número de granos por vaina es mucho más estable que los demás subcomponentes del número de granos ante variaciones ambientales (Board *et al.*, 1999).

El grado de sensibilidad de cada componente frente a los factores ambientales varía con el estado de desarrollo del cultivo. La soja tiene, además, la capacidad de compensar (dentro de ciertos límites) reducciones en un componente del rendimiento debidas a factores de estrés, aumentando el componente subsiguiente, una vez desaparecido el estrés. En condiciones de campo, es común la ocurrencia de diferentes grados de estrés (especialmente hídrico) y las diferencias de rendimiento entre cvs puede responder no sólo a diferencias en alguno de sus componentes, sino también a diferencias en su capacidad para compensar (Morandi *et al.*, 1991; Andreani y Brodero, 1995). Cuál es el componente que se ve afectado depende del estado reproductivo de la planta cuando se produce el estrés. A medida que la planta de soja progresa de R1 a R5.5, su capacidad para compensar se reduce ante la presencia de un estrés, y el potencial de reducción del rendimiento por parte del mismo se incrementa (Ritchie *et al.*, 1985).

Los dos aspectos principales a tener en cuenta para el rendimiento son: el potencial y la estabilidad. Ambos atributos dependen del genotipo, pero el primero está fuertemente influenciado por el ambiente, mientras que el segundo se caracteriza por su baja variabilidad a través de los mismos.

2.3 - GRUPOS DE MADUREZ EN INTERACCIÓN CON EL AMBIENTE

Para elegir y manejar cultivos (cvs) de soja es necesario disponer en primer lugar de una adecuada caracterización del ambiente de producción, ya que esto define el crecimiento del cultivo, el rendimiento promedio y su variabilidad, que determinan cuáles son los grupos de madurez (GM) más adaptados y el manejo de los mismos para obtener las mayores productividades (Baigorri y Martini, 2006b).

Debido a la respuesta fotoperiódica de la soja, los cambios de latitud modifican la longitud del ciclo de cada cultivar (cv). En consecuencia existe un rango de GM adaptados a

cada región que se comportan como ciclo corto, medio o largo. Por lo tanto, es muy importante la elección de los grupos a utilizar en cada ambiente. En el centro de nuestro país se emplean principalmente los GM III, IV, V y VI. En la zona de Río Cuarto, en general, los ambientes de alta producción se siembran con cv de soja de ciclos más cortos (III, IV), ya que las variedades de ciclos más largos, por diferentes motivos (vuelco, enfermedades), alcanzan rendimientos más bajos. En los ambientes de menor potencial de rendimiento, las variedades de GM más largos (V, VI) se adaptan mejor -son más estables- y llegan incluso a alcanzar altos niveles de rendimientos cuando las condiciones climáticas son adecuadas (Tellería, 2004); en este tipo de ambientes, los déficit hídricos disminuyen drásticamente el desarrollo y los rendimientos de los cvs de GM corto. Esto se debe a que el período reproductivo de los cvs de ciclo corto es más estrecho que los de ciclo largo, lo que define una menor capacidad de compensación cuando ocurren adversidades durante el mismo; las pérdidas por aborto floral sumado a las de vainas pequeñas (que son más susceptibles a abortar que las más grandes) no pueden ser compensadas si las precipitaciones se producen durante el llenado (Baigorri *et al.*, 1995 a y b).

Los cvs de soja de ciclo largo sembrados en su fecha óptima, con alta densidad y surcos angostos, en condiciones ambientales favorables, puede generar un excesivo crecimiento vegetativo que provoque vuelco, aborto de vainas y un ambiente más propicio para el desarrollo de enfermedades como la *Sclerotinia*. Por lo tanto la elección de la variedad -GM y arquitectura de planta-, fecha de siembra, la distancia entre surcos y la densidad de siembra nos permiten regular eficientemente la biomasa aérea para optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles (Miguez, 2004).

El ambiente tiene un rol importante en la definición del rendimiento al regular los procesos que determinan cuánto se genera de cada componente y cuánto de lo logrado sobrevive.

En la zona agrícola de Río Cuarto hay una gran variabilidad de suelos y ambientes entre áreas, entre campos y dentro de cada lote en un mismo campo. Esta gran variabilidad nos genera dificultades a la hora de seleccionar los GM y variedades más adecuadas para cada lote del establecimiento, ya que en el mismo podemos tener ambientes de alta producción en los bajos y de menor potencial en las lomas (Tellería y Martini, 2002).

Los ambientes determinados por la posición en el relieve, poseen características netamente diferentes; los bajos representan zonas de alto potencial de rendimiento debido a la mayor retención y acumulación de agua debido al escurrimiento de las lomas (Tellería, 2002), granulometría fina -donde hay mayor cantidad de poros pequeños que facilitan el ascenso del agua (Baigorri y Martini, 2006a)-, la napa más cerca de la superficie y mejor fertilidad química del suelo - mayores contenidos de MO, ~~fósforo (P)~~ y ~~azufre (S)~~ -. Este ambiente favorece el crecimiento vegetativo del cultivo, por ende, un mayor

aprovechamiento de la radiación incidente, modificándose la ~~TCC~~ tasa de crecimiento del cultivo (TCC), con lo cual tarda menos tiempo en cerrar el surco y lograr un índice de área foliar (~~IAF~~) crítico (Tellería y Martini, 2002).

La deficiencia de agua es generalmente la limitante más importante en la producción de soja (Dardanelli *et al.*, 2003). ~~El E~~ Estrés hídrico durante las primeras etapas del período reproductivo se traduce ~~en~~ en pérdidas de rendimiento debido a reducciones en el ~~nº~~ nº de vainas por planta y con menor efecto el ~~nº~~ nº de semillas por vaina y peso de las mismas. El estado R4 marca el inicio del período más crítico en el desarrollo de la planta, en términos de rendimiento de grano. La ocurrencia de estrés hídrico entre R4 y R6, reducirán el rendimiento más que si el mismo ocurre en cualquier otro período de desarrollo del cultivo. El período entre R4.5 a R5.5 es especialmente crítico, ya que la capacidad de compensación se reduce porque la floración casi ha finalizado y al aborto floral se agrega el de las vainas pequeñas, que son más susceptibles que las de mayor tamaño. El peso de la semilla, puede compensar en parte la reducción del ~~nº~~ nº si las condiciones son favorables después de R5.5. Condiciones de estrés entre R5.5 y R6 pueden causar grandes pérdidas de rendimiento, por reducciones en el ~~nº~~ nº de las vainas por planta y de semillas por vaina y en menor medida por el peso de las semillas. A pesar de que las vainas en estado avanzado de llenado de granos, en general, no abortan, bajo condiciones de estrés se puede acortar el período de rápida acumulación de ~~peso seco~~ PS, reduciendo el peso de la semilla y el rendimiento (Ritchie *et al.*, 1985).

La zona de Río Cuarto presenta un déficit hídrico en diferentes momentos del desarrollo del cultivo de soja, de diferente intensidad y con una gran variabilidad de ocurrencia entre años, pues afectan al cultivo tanto en las etapas de crecimiento vegetativo como en las reproductivas. Si bien las lluvias se registran prácticamente en su totalidad en el semestre cálido, los meses de enero y febrero son los que presentan la mayor frecuencia de faltante de agua para cubrir la demanda potencial del cultivo. Con excepción de los años lluviosos, el factor más escaso es el agua (Tellería, 2000).

Con respecto a los nutrientes, el contenido de MO en el suelo condiciona la cantidad de los mismos en suelos con bajo contenido de MO, los mismos son fácilmente lixiviados y además de disminuir la cantidad relativa de estos, se reduce su capacidad de pasar a la solución del suelo (Matos, 1998). Según Tellería y Martini (2002), en la zona de Río Cuarto, se han encontrados, dentro de un mismo campo y en la mayoría de los casos dentro de un mismo lote, suelos livianos, arenoso francos o franco arenosos, con la capacidad de almacenar ~~seó~~ 80 mm de agua útil en el primer metro de suelo, niveles de MO entre 1,3-1,5 % y de ~~Pfósforo~~ P asimilable de 5-10 ppm, a los cuales denominaron *ambientes de baja producción* y ambientes con suelos más pesados, con menores porcentajes de arena, con mayor capacidad de retención de agua (150 mm en el primer metro de suelo), con niveles de

MO variables entre 1,8 y 2,5 % y de **Pfósforo** asimilable entre 15 y 45 ppm, a los que denominaron *ambientes de alta producción*.

La soja tiene particular necesidad de P en el estado de plántula por su limitada extensión radicular y por su influencia en la nodulación (González *et al.*, 1990). La deficiencia de este nutriente reduce el crecimiento de las plantas y las hojas, en esa situación éstas se tornan de color verde oscuro y alcanzan un mayor grosor. La máxima tasa de absorción del mismo ocurre entre R2 y R6 (Gutiérrez Boem y Thomas, 1999 y 2001). Las reducciones en los rendimientos, como consecuencia de deficiencias de la oferta de P, se explican principalmente por reducciones en el **nº** de granos, al afectar el área foliar y consecuente captación de la radiación en estadios tempranos de desarrollo del cultivo (Gutiérrez Boem y Thomas, 1999). El nivel crítico de P, de 0-20 cm de profundidad por el método de Kurtz y Bray I se sitúa en los 10 ppm (Melgar *et al.*, 1995).

Otro nutriente importante en soja es el S. Su deficiencia puede reducir la fotosíntesis al disminuir la síntesis de las enzimas que forman parte del aparato fotosintético. Los síntomas de deficiencia azufrada son el amarillamiento de las hojas más jóvenes. Sin embargo este tipo de síntomas se perciben en caso de deficiencias severas, cuando las mismas son más leves pueden pasar desapercibidas al ojo humano. La disminución en el rendimiento -producto de una deficiencia de S- puede ser debida a una reducción tanto del **nº** como del tamaño de los granos (Gutiérrez Boem *et al.*, 2000). Redes de ensayos han permitido determinar umbrales críticos de **S-SO₄⁼-S sulfatos** a 0-20 cm de profundidad en pre-siembra, valores cercanos a 10 ppm **S-sulfatos (S-SO₄²⁻)**. Lamentablemente los análisis de suelos no son tan precisos para el S como lo son para indicar deficiencias de otros nutrientes (García, 2005).

Estos factores modifican el crecimiento del cultivo debido a que afectan la captura de la radiación incidente y la eficiencia fotosintética (Andrade y Sadras, 2000). Por lo tanto, al existir diferente disponibilidad de recursos ocurren importantes variaciones de los componentes ecofisiológicos del cultivo y, por ende, del rendimiento en grano.

|

3-HIPÓTESIS

Los cvsultivares de soja de distintos grupos de madurez (GM) crecerán diferente según la condición del relieve donde se desarrollen, en el bajo un cultivarcv_ de GM III (largo) tendrá un mayor rendimiento que uno de GM V (corto), en la loma ocurrirá lo inverso.

4-OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

➤ Evaluar el comportamiento de cvsultivares de soja de GMgrupo de madurez III y V en una situación de loma y de bajo.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el crecimiento en las etapas reproductivas de cada uno de los cvsultivares.
- Determinar los componentes directos (número^o (n^o) de granos por m²etro cuadrado y peso de 1000 granos) e indirectos (n^on^o de plantas por m²etro cuadrado, n^on^o de vainas por m²etro cuadrado, n^on^o de granos por vaina) del rendimiento.
- Estimar el rendimiento (kg ha⁻¹).

Con formato: Superíndice

Con formato: Superíndice

5-MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la campaña agrícola 2004/2005, en el establecimiento “San Miguel” ubicado 6 km al sur de la localidad de Las Acequias, departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba.

Se utilizó un diseño en bloques con arreglo factorial, con cinco repeticiones. Donde un factor fue la situación de relieve con dos niveles: bajo y loma, y el otro factor fue el cultivar (cv) con dos niveles: GM III (DMon Mario 3700) y GM V (DMon Mario 50048).

El lote donde se realizó el ensayo presenta áreas productivas netamente diferentes, por este motivo, se lo dividió en dos zonas: bajos fértiles (Hapludol típico) y lomas degradadas (Hapludol éntico). Para caracterizar los ambientes se realizó un análisis de suelo para cada situación al inicio del experimento, donde se tomaron muestras para determinar el contenido de MO, P y S-SO₄⁼ (Cuadro 1), en los primeros 20 cm de profundidad. Los resultados fueron los siguientes:

Cuadro 1: Contenido de materia orgánica, fósforo y sulfatos en la loma y el bajo.

Situación	MO (%)	P (ppm)	S-SO ₄ ⁼ (ppm)
Loma	1.36	7.5	5.1
Bajo	2.87	18	6.3

MO Método Walkley - Black
P Método Kurtz y Bray I
S -SO₄⁼ Método Turbidimetría

Además, se evaluó el contenido de agua en el suelo, aproximadamente en la etapa R5 de cada uno de los cvs. Se usó el método gravimétrico, tomando 3 muestras de suelo con 3 repeticiones, las 2 primeras a 20 cm (hasta los 40 cm) y la última de 40 cm hasta llegar a 1 m de profundidad en las dos situaciones - loma y bajo -, extraídas con barreno manual. Las mismas fueron colocadas en recipientes de aluminio, se registró su peso húmedo y se las llevó a estufa a 105 °C (72 hs) hasta peso constante para ser secadas. Luego, mediante la ecuación (1), se calculó la humedad gravimétrica (g g⁻¹). ~~Con los datos de humedad gravimétrica y la densidad aparente del suelo (DAP), se calculó la humedad volumétrica (cm³ cm⁻³) según la ecuación (2). La lámina de agua total (mm) de cada capa de suelo se obtuvo a partir de la ecuación (3). De la sumatoria de la lámina de agua total de cada intervalo de medición se obtuvo el agua en el suelo de 0 a 1 m de profundidad.~~

$$CGA (g g^{-1}) = \frac{(PH + T) - (PS + T)}{PS - T} \quad (1)(+)$$

Donde: CGA= contenido gravimétrico de agua (g g⁻¹)

PH= peso de la muestra de suelo húmedo (g)

Con formato: Alemán (Alemania)

Con formato: Alemán (Alemania)

PH= peso de la muestra de suelo seco (g)

T= tara del recipiente de aluminio (g)

$$HV(\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}) = CGA \times DAP \quad (2)$$

Donde: HV= humedad volumétrica ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

CGA= Contenido gravimétrico de agua ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

DAP= densidad aparente ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

$$LA(\text{mm}) = HV \times P \quad (3)$$

Donde: LA= lámina de agua (mm)

HV= humedad volumétrica ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

P= espesor del estrato (mm)

Los ~~cultivares (cvs)~~ utilizados fueron los siguientes:

DMon Mario 3700 RG¹: Grupo de Madurez (GM) III largo, de ~~hábito de crecimiento (HCHC) indeterminado~~, de rápido crecimiento inicial, planta con altura media (85 cm), variedad de mayor ~~índice de cosecha (IC)~~, con alta ~~ísima~~ capacidad de fijación de vainas fértiles en el tallo principal y ramificaciones, posee un excelente paquete sanitario, alto peso de grano, alcanzando los 200 gr para las 1000 semillas en los buenos ambientes. Con 125 días desde emergencia a R8. Se recomienda la siembra a 35 cm entre hileras.

Con formato: Subrayado

DMon Mario 50048 RG¹: GM V corto de HC indeterminado, planta de mayor porte vegetativo y capacidad de ramificación que DM 4800, especialmente en ambientes de baja calidad, 115 cm de altura, regular comportamiento frente al vuelco, rápido cierre de entresurco, muy alto peso de grano (194 gr las 1000 semillas). Con 139 días desde emergencia a R8. ~~Esta variedad se recomienda~~~~Se recomienda~~ para la siembra en ambientes de baja calidad de la zona núcleo sojera, con una distancia entre hileras a 35 cm y para ambientes de buena calidad a 52 cm entre surcos. Tiene mayor adaptación a diferentes ambientes que DM 4800.

Con formato: Subrayado

La siembra se realizó el 28 de noviembre de 2004, con una sembradora FABIMAG convencional de 10 surcos, sobre un suelo preparado bajo labranza reducida. La distancia entre hileras fue de 0.35 m con una distribución de 20 semillas por metro lineal. El tamaño de las parcelas fue de 0,5 ha para cada cv en los dos sectores. Las malezas, durante el ciclo del cultivo, fueron controladas con una aplicación de glifosato.

En cada situación ambiental (bajo y loma) y cv se tomaron 5 muestras al azar (en 5 surcos) para realizar las siguientes evaluaciones:

¹ Catálogo de semillas Don Mario 2004-2005

En emergencia

- Se estimó el ~~número~~ (~~n°~~) de plantas por ~~ha~~ hectárea. La misma se obtuvo del recuento de plántulas en 1 ~~metro~~ lineal con 10 repeticiones, lo que luego se ponderó a ~~ha~~ hectárea.

Durante el ciclo

Se evaluaron en 5 plantas continuas en las 5 muestras:

En los estados reproductivos, R5.5, R6 y R7 (Fehr y Caviness, 1977).

- Peso de MS de hoja, tallo y frutos. Se secaron en estufa de circulación forzada de aire a 105 °C hasta peso constante.

- N° de ramas primarias.
- N° de vainas discriminadas por tallo y ramas.

A cosecha (R8)

- Peso de la ~~MS~~ materia seca de tallos y frutos. Se secaron en estufa de circulación forzada de aire a 105 °C hasta peso constante.

- N° de vainas discriminadas por tallo y ramas.
- N° de granos por vaina discriminadas por tallos y ramas. Para el caso de las primeras se tomaron 20 vainas y se determinó el n° de granos por vaina. Para las segundas se contaron los granos en su totalidad y se los dividió por el n° de vainas en ramas primarias.

- N° de grano por ~~m²~~ metro cuadrado, se determinó multiplicando el n° de plantas por ~~m²~~ metro cuadrado a cosecha por el n° de semillas por planta.

Con formato: Superíndice

Con formato: Superíndice

- Peso de 1000 granos. Se determinó pesando 100 granos y se lo multiplicó por 10. Se hicieron 3 repeticiones, para cada cv y situación.

- Índice de cosecha. Se estimó a partir de los valores del peso de las semillas sobre el peso total.

- N° de plantas por ~~ha~~ hectárea. Se contaron las plantas en un 1 m lineal en los dos sectores -loma y bajo- y en los dos cvs -DM 3700 y DM 50048-, con 10 repeticiones, y se ponderó a ~~ha~~ hectárea.

Con formato: Portugués (Brasil)

Con formato: Portugués (Brasil)

- Rendimiento en kg ha⁻¹. Se estimó a través del peso y del n° de granos por ~~m²~~ metro cuadrado. Además se cosechó, con una máquina marca VASALLI 1200, una superficie de 0.5 ha en cada situación y cv. Los datos obtenidos se multiplicaron por 2 para llevarlos a ~~ha~~ hectárea.

Con formato: Superíndice

Los datos fueron analizados estadísticamente con el programa InfoStat y las medias comparadas con el test de Duncan al 5%.

6-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la variabilidad del rendimiento de los cultivos es un tema de particular importancia dentro de las investigaciones agrícolas. Las características topográficas del suelo se encuentran entre los factores más importantes que afectan el rendimiento de los cultivos (Kravchenko y Bullock, 2000). El rendimiento del cultivo de soja es el resultado de procesos y cambios que ocurren en las plantas desde el momento de la siembra hasta la cosecha. Estos cambios incluyen la generación y aparición de los órganos (hojas, tallos, raíces) encargados de capturar los recursos (nutrientes, agua y luz) para formar los fotoasimilados que conducirán a la generación del rendimiento (granos).

A continuación se describen los cambios morfológicos que ocurrieron durante el ciclo de dos cultivares (cvs) de soja de grupo de madurez (GM) III (DM 3700) y GM V (DM 50048) que crecieron y desarrollaron en dos situaciones de paisaje - loma y bajo - y los efectos de la interacción genotipo- ambiente. Estos cambios son referidos al peso de la MS de órganos vegetativos (hojas, tallos, pecíolos, ramas) y reproductivos (vainas, semillas) de la planta, a la partición entre las estructuras de crecimiento e Índice de cosecha, como así también al número (n°) de los componentes directos (granos por unidad de superficie y peso de los mismos) e indirectos del rendimiento (n° de plantas a cosecha, granos por vaina, n° de vainas por m^2 cuadrado).

Las condiciones ambientales durante la experiencia, fueron relativamente favorables para el crecimiento del cultivo, especialmente el régimen hídrico durante el ciclo de los dos cvs (Fig. 1).

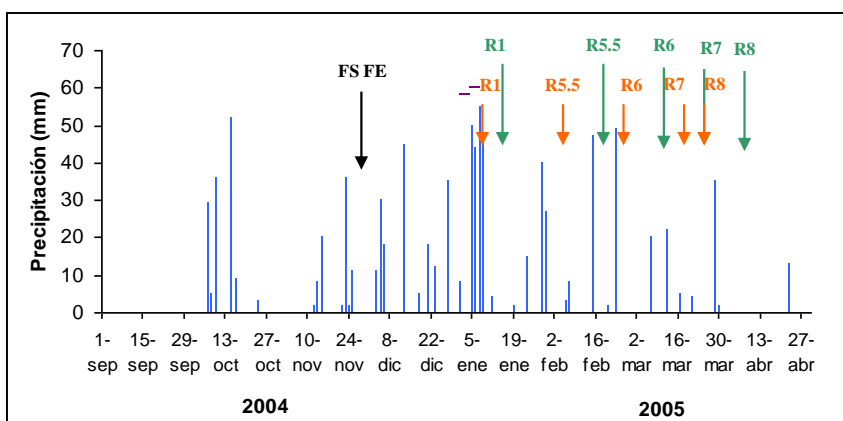
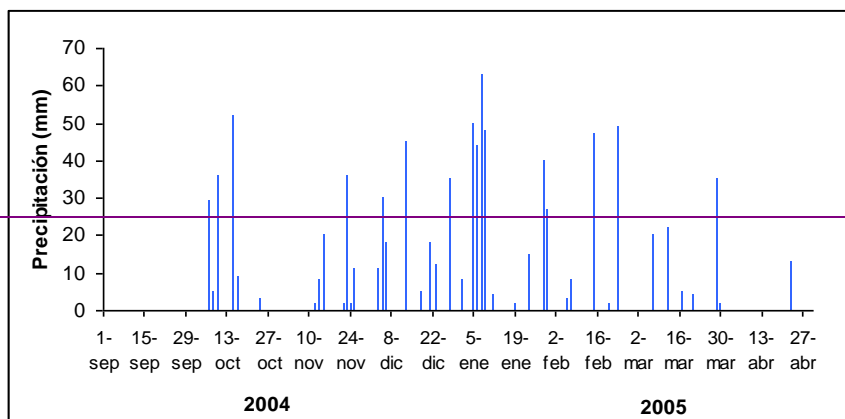


Fig. 1: Precipitaciones ocurridas durante el ciclo de dos cultivares de soja.

Con formato: Superíndice

Con formato: Fuente: Sin Negrita



Con formato: Izquierda

Ref.: FS: fecha de siembra (28/11/04), FE: fecha de emergencia (4/12).

~~Naranja-Anaranjado~~: cv DM 3700 (R1: 8/1/05; R5.5: 3/2; R6: 25/2; R7: 17/3 y R8: 26/3).

~~Verde~~: cv DM 50048 (R1: 16/1/05; R5.5: 17/2; R6: 8/3; R7: 26/3 y R8: 10/4).

En el cv DM 3700 la precipitación durante el ciclo fue de 635 mm, mientras que en DM 50048 fue de 672 mm, lo que permitió alcanzar altos rendimientos en las situaciones planteadas en el ensayo.

Con formato: Sin subrayado

Con formato: Portugués (Brasil)

Con formato: Portugués (Brasil)

Con formato: Portugués (Brasil)

El estado R4 marca el inicio del período más sensible a estrés, en términos de rendimiento de grano, durante el desarrollo de la planta. La ocurrencia de estrés hídrico entre R4 y R6, reducen el rendimiento más que si el mismo ocurre en cualquier otro período de desarrollo del cultivo. Específicamente, el período entre R4.5 a R5.5 es el más crítico de todo el ciclo reproductivo, ya que la capacidad de compensación se reduce porque la floración casi ha finalizado y al aborto floral se agrega el de las vainas pequeñas, que son más susceptibles que las de mayor tamaño (Ritchie *et al.*, 1985). Con respecto a los cvs evaluados, se ~~pu~~~~de~~ observar que durante este período el cv DM 3700 recibió 82 mm, mientras que DM 50048 58 mm (Fig. ~~ura~~ 1), esto nos indica que ambos cvs no sufrieron estrés durante este período, sobre todo el de ciclo corto. En relación a la situación del paisaje, si bien los mm recibidos son iguales, el contenido de agua gravimétrica (CGA) ~~lámina de agua~~ -hasta 1 m de profundidad-, fue mucho menor en la loma que en el bajo (~~0,228 59 mm~~ vs ~~0,591447 g g⁻¹ mm~~, respectivamente) (Cuadro 2). Estos bajos valores en la loma se deben a la menor capacidad de retención y acumulación de agua ~~debido a la mayor proporción de partículas gruesas~~.

Cuadro 2: Contenido hídrico en lámina gravimétrica de agua hasta un metro de profundidad en la loma y el bajo, en R5.

Situación	Profundidad (cm)	CGA (g g ⁻¹)
Loma	0-20	0,070
	21-40	0,087

Tabla con formato

Con formato: Superíndice

	41-100	0,071
	Total	0,228
Bajo	0-20	0,204
	21-40	0,201
	41-100	0,186
	Total	0,591

Con formato: Fuente: Negrita

Con formato: Fuente: Negrita

CGA= Contenido gravimétrico de agua. HV= Humedad volumétrica.
LA= Lámina de agua.

Con formato: Sangría: Primera línea: 0 cm

Ciclo del cultivo

La duración del ciclo -emergencia a R8- fue de 113 días para el cv DM 3700 y de 128 días para DM 50048 (Fig. 2). Estos valores son inferiores a los informados por DMen Mario Semillas¹ (125 y 139 días para los cvs DM 3700 y DM 50048, respectivamente), estas diferencias pueden ser debidas a que los datos del semillero corresponden a la localidad de Chacabuco y a la siembra en la primera quincena de noviembre, y en esta experiencia la misma fue llevada a cabose sembró a fines de noviembre. La duración del ciclo del cultivo disminuye a medida que se reatrasa la siembra (Cano *et al.*, 2000).

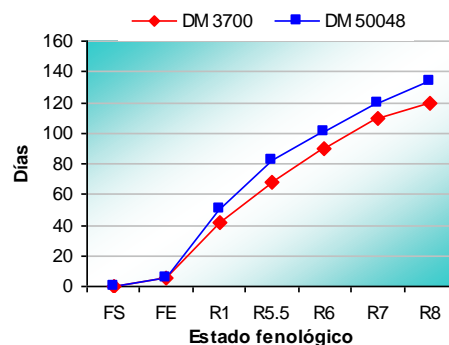


Fig. 2: Días desde la siembra hasta R8 en cultivares de soja.

Hojas

En el estado fenológico R5.5 ocurren varios eventos de importancia, la planta alcanza su máxima altura, n° de nudos e índice de área foliar (IAF) (Giorda y Baigorri, 1997). Existe una relación positiva entre la acumulación de MS en las hojas y el área foliar (Piretro, 2004). En esta experiencia se observaron diferencias en el peso seco (PS) de las

¹ Catálogo de semillas Don Mario 2004-2005

hojas (Fig. 3) entre los cvs DM 50048 y DM 3700 en R5.5, pero debido a los bajos valores registrados, las mismas fueron se consideradas despreciables.

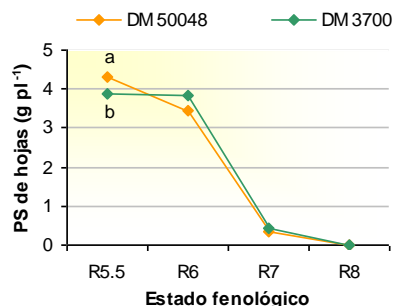


Fig. 3: Peso seco de hojas entre los estadios R5.5 y R8 en función de los cultivares.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

También, se observó en ese estadio fenológico (R5.5) mayor PS de las hojas en el bajo que en la loma (Fig. 4). La disponibilidad de agua depende mucho de la posición en el relieve en el que se encuentre el cultivo, los bajos poseen mayor cantidad de agua acumulada (Cuadro 2) y mejor fertilidad química (Cuadro 1) por lo que son considerados de mayor productividad (Tellería y Martini, 2002). Esta mayor disponibilidad de agua favoreció el crecimiento de la planta debido a que se produce un aumento de transpiración que se relaciona con un incremento en la fijación de carbono y por ende una mayor producción de biomasa (Dardanelli *et al.*, 2003). En cambio en la loma - que tuvo menor disponibilidad hídrica - (Cuadro 2), el crecimiento vegetativo fue menor, con lo cual el cultivo tarda más tiempo en cerrar el surco y lograr su IAF crítico (Tellería y Martini, 2002).

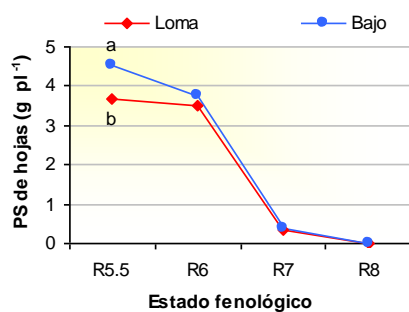


Fig. 4: Peso seco de hojas entre los estadios R5.5 y R8 en la loma y el bajo.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Interlineado: sencillo

En el estadio R7 se encontró interacción entre cvs y situación (Fig. 5), observándose que el cv de ciclo más corto (DM 3700) tuvo mayor PS de hojas en la loma que el cv de ciclo más largo (DM 50048), mientras que en el bajo el comportamiento fue inverso.

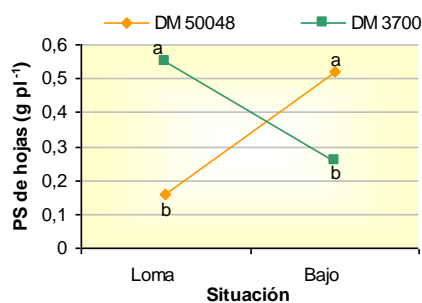


Fig. 5: Peso seco de hojas en función del cultivar y la situación en R7.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

El cv DM 50048 en el bajo presentó un excesivo crecimiento vegetativo, esto se puede atribuir al mayor potencial de desarrollo de estos genotipos que se vio favorecido por la mayor disponibilidad de recursos (hídrico -Cuadro 2- y nutricional -Cuadro 1-). Además, esta característica del genotipo se magnificó debido a la siembra realizada a fines del mes de noviembre y al espaciamiento reducido entre surcos (0.35 m). La soja de ciclo intermedio-largo sembradas en fecha óptima, con alta densidad y surcos angostos -en condiciones ambientales favorables-, puede generar un excesivo crecimiento vegetativo (Miguez, 2004). Este comportamiento fue observado en esta experiencia ya que la siembra se realizó en una fecha próxima a la óptima.

Con formato: Justificado, Sangría: Primera línea: 1,27 cm

Pecíolos

En general, se puede observar que el cv DM 3700 presento tiene mayor PS de pecíolos que DM 50048 (Fig. 6), aunque sólo se observaron diferencias significativas en el estadio R6. Esto se puede atribuir a que los pecíolos en el cv de ciclo corto fueron eran de mayor grosor que el de ciclo intermedio, y/o fueron son más largos. En el bajo el PS de pecíolos fue mayor que en la loma con diferencias estadísticas en R5.5 y R6 (Fig. 7). Éstas diferencias pueden deberse a las mejores condiciones de disponibilidad hídrica (Cuadro 2) y nutricional (Cuadro 1) en el sector más bajo del paisaje.

Con formato: Fuente: 8 pto

Con formato: Justificado, Sangría: Primera línea: 1,27 cm

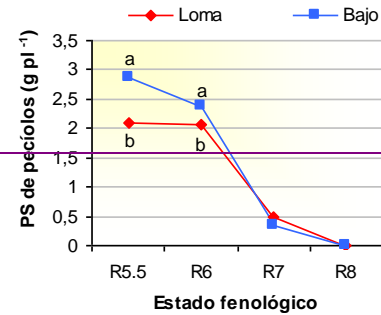
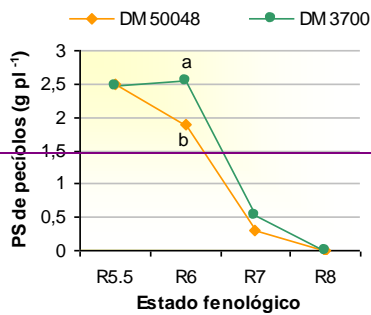
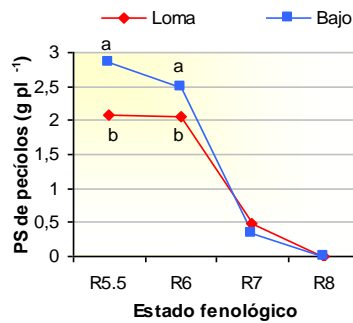
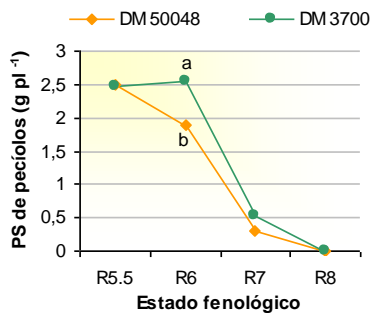


Fig. 6: Peso seco de pecíolos entre los estadios R5.5 y R8 en función de los cultivares.

Fig. 7: Peso seco de pecíolos en la loma y el bajo entre los estadios R5.5 y R8.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Interlineado: sencillo

Con formato: Centrado, Espacio Después: 6 pto, Punto de tabulación: No en 5,19 cm

Con formato: Sangría: Primera línea: 0 cm

Con formato: Centrado, Espacio Después: 6 pto, Punto de tabulación: No en 5,19 cm

El PS de los pecíolos tuvo un comportamiento similar al de las hojas (Fig. 5) en R7, hubo interacción entre cv y situación, el cv DM 3700 tuvo mayor peso en la loma que DM 50048 y viceversa (Fig. 8).

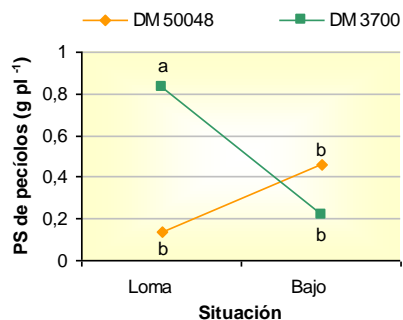


Fig. 8: Peso seco de pecíolos en función del cultivar y la situación en R7.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Centrado

Tallos

Con respecto a los tallos se observó en R6 y R8, que el PS de los mismos tallos es mayor en DM 50048 que DM 3700 (Fig. 9) y también son mayores en el bajo que en la loma (Fig. 10). Las diferencias entre los cvs pueden ser atribuidas a la morfología de las plantas de cada cv; los de ciclo largo tienen mayor altura que los de ciclo corto para una misma fecha de siembra (Baigorri *et al.*, 2000; Poffo, 2005).

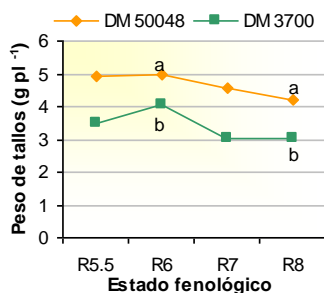


Fig. 9: Peso seco de tallos entre R5.5 y R8 en función de los cultivares.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

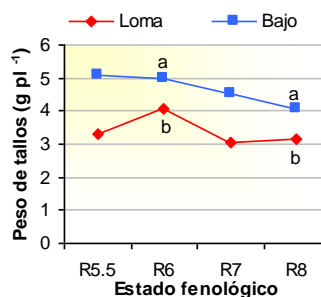
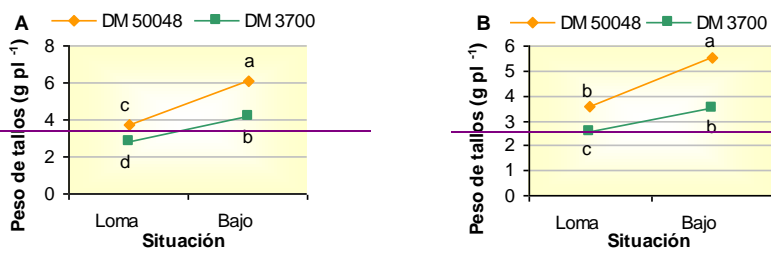
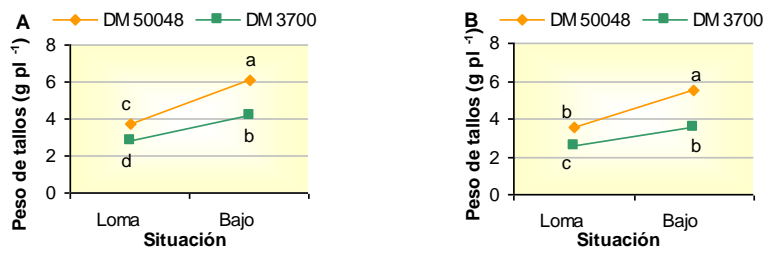


Fig. 10: Peso seco de tallos entre R5.5 y R8 en la loma y el bajo.

En los estadios R5.5 y R7 se observó interacción en el PS de los tallos entre el cv y la situación (Fig. 11 -A y B-). El cv de ciclo intermedio tuvo los mayores valores en las dos situaciones, y en el bajo los dos cvs alcanzaron el mayor peso. Esto puede deberse por el efecto de la mayor disponibilidad hídrica (Cuadro 2) y nutricional en el sector de bajo (Cuadro 1) lo que genera una mayor expresión de la altura, especialmente el en cv de ciclo intermedio.



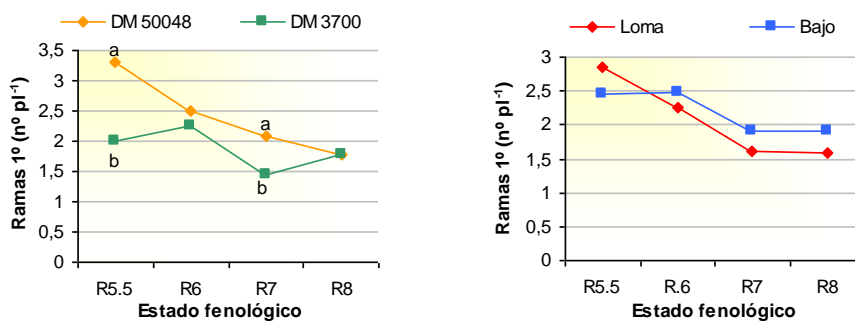
Con formato: Sangría: Primera línea: 0,95 cm

Fig. 11: Peso seco de tallos en función del cultivar y la situación en R5.5 (A) y R7 (B).

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Ramas

El n° de ramas presentó diferencias entre cvs en los estadios R5.5 y R7, siendo siempre mayor en el de ciclo más largo (Fig. 12). Además se puede observar una pequeña reducción de las ramas con el incremento del ciclo, aunque se considera insignificante debido a los bajos valores (1,5 y 0,2 ramas entre R5.5 y R8 en el cv DM 50048 y DM 3700, respectivamente). Esta disminución puede ser atribuida a la competencia entre plantas, aunque este efecto ya fue observado por Piretro (2004). Es necesario aclarar que el n° de ramas está compuesto, en ambos cvs, solamente por las ramas primarias, ya que ninguno de ellos produjo ramas secundarias. Con respecto a la situación no hubo diferencias estadísticas en este parámetro, pero la tendencia fue disminuir en el ambiente de menor calidad (Fig. 13).



Con formato: Portugués (Brasil)

Con formato: Portugués (Brasil)

Fig. 12: Número de ramas entre R5.5 y R5.5

y R8 en función de los cultivares.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Fig. 13: Número de ramas entre

y R8 en la loma y el bajo.

Con formato: Portugués (Brasil)

Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

En general, el cv DM 50048 tuvo mayor PS de ramas durante casi todo el ciclo de desarrollo reproductivo evaluado, aunque las diferencias fueron significativas entre cvs en los estadios R5.5 y R8 (Fig. 14), posiblemente debido a la mayor longitud y volumen de las mismas (observación visual).

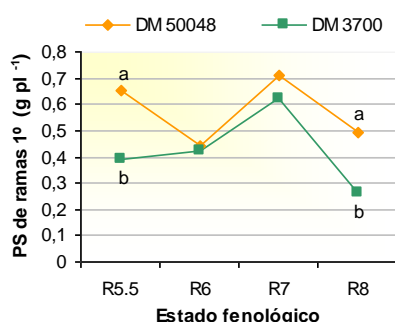


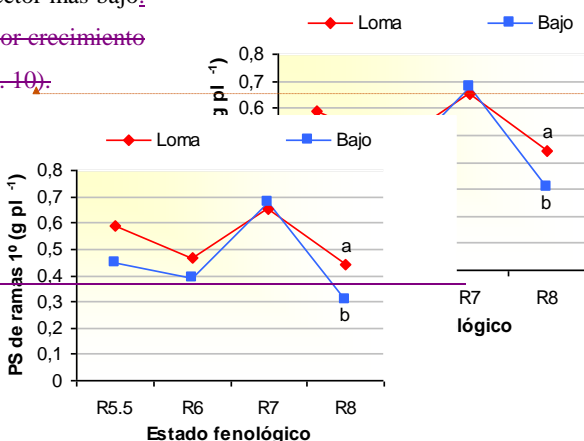
Fig. 14: Peso seco de ramas entre R5.5 y R8 en función de los cultivares.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Centrado

Las diferencias entre situaciones no fueron tan marcadas como entre los cvs (Fig. 15), además se observó que en la loma las plantas tuvieron mayor peso de ramas que el bajo con diferencias significativas en R8. Estas ~~se~~ pueden ser atribuidas al menor número de ramas en el sector más alto del relieve (Fig. 13), pero de mayor desarrollo en longitud que en el sector más bajo, menor crecimiento (Fig. 10).

para compensar el vegetativo y tallos



Con formato: Resaltar

Con formato: Resaltar

Fig. 15: Peso seco de ramas entre R5.5 y R8 en loma y el bajo.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Izquierda

Con formato: Centrado

Con formato: Centrado

Vainas en ramas y tallos

Analizando el n° de vainas en ramas en relación con los cvs (Fig. 16), se observó que el mayor valor se registró en R7. Ambos cvs son de crecimiento indeterminado por lo cual producen vainas hasta los últimos estadios, luego disminuyen por el aborto de los frutos pequeños que no pueden completar su desarrollo. Comparando los dos cvs, hubo diferencias significativas en R5.5, el de ciclo más corto (DM 3700) presentó mayor n° que el de ciclo intermedio (DM 50048), ya que presenta una alta fijación de vainas¹ pero a cosecha el n° fue aproximadamente el mismo que el alcanzado por el otro cv de ciclo más largo.

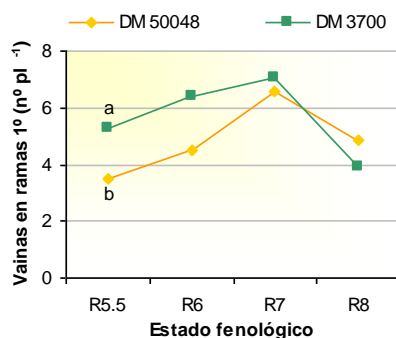


Fig. 16: Número de vainas en ramas entre R5.5 y R8 en función de los cultivares.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %)-

Con formato: Centrado

En el PS de las vainas (carpelos y semillas) en las ramas, prácticamente no hubo diferencias entre cvs (Fig. 17), aunque el de ciclo corto presentó mayor PS en R6 y R7 debido al mayor n° de vainas en esos estadios (Fig. 16). La acumulación de MS en estos órganos al inicio del período R5.5 – R8 fue lenta, luego los nutrientes acumulados en las estructuras vegetativas comienzan a redistribuirse hacia las vainas y semillas y se hace

¹ Catálogo de semillas Don Mario 2004-2005.

máxima en R7 durante el cual la semilla alcanza más del 80 % de su ~~PS peso seco~~, la acumulación de MS cesa cuando llega a madurez fisiológica (Giorda y Baigorri, 1997).

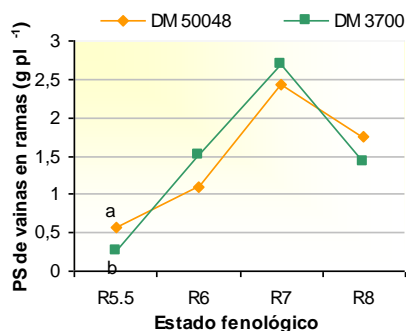


Fig. 17: Peso seco de vainas en ramas en función de los cultivares entre R5.5 y R8.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

En la Fig. 18 -A y B- se observa un incremento en el n° y PS de las vainas en ramas, respectivamente, alcanzando el máximo en R7 en las dos situaciones (loma y bajo). Ambos parámetros siempre fueron mayores en la loma que en el bajo, con diferencias estadísticas en R5.5. Posiblemente, esto sea debido a que en la situación más alta los bajos contenidos hídricos (Fig. 1) y nutricionales (Cuadro 1) provocaron una reducción del área foliar ya que se observó menor PS de hojas (Fig. 4), compensando esta situación con mayor número de ramas en este estadio (Fig. 13), por ende mayor n° de vainas en las mismas, debido a que la soja es una especie de gran plasticidad.

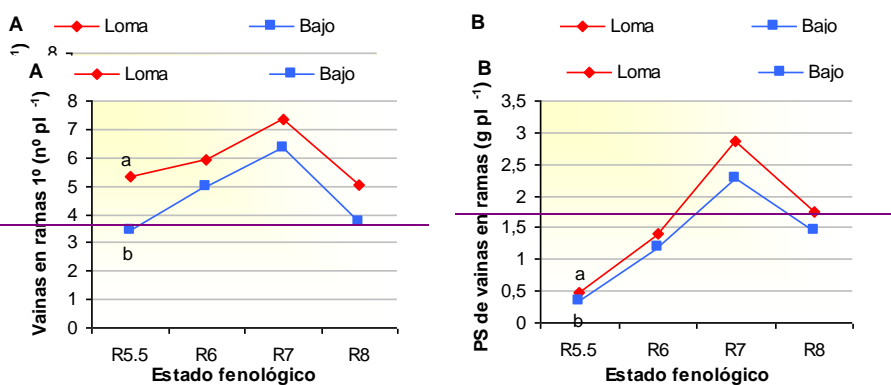


Fig. 18: Número y peso seco de ramas (A y B, respectivamente) entre R5.5 y R8 en la loma y el bajo.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

En cuanto a la relación entre el nº de vainas en ramas (Fig. 16), por el nº de ramas (Fig. 12) se observó que el cv de ciclo corto (DM 3700) presentó mayor valor que el de ciclo intermedio (DM 50048), con diferencias significativas en R5.5 (Fig. 19). El cv DM 3700 tiene menor nº de ramas que DM 50048 pero tiene mayor nº de vainas por rama, lo que se puede atribuir a la alta fijación de vainas que presenta el cultivar de ciclo más corto, aunque no todas llegan a madurez por el aborto de las mismas.

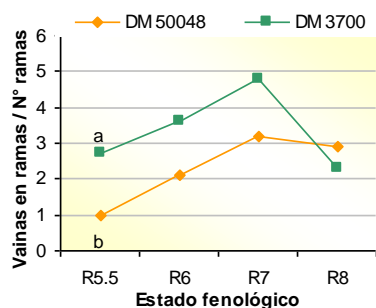


Fig. 19: Número de vainas en ramas sobre el número de ramas en función de los cultivares entre R5.5 y R8.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

Al igual que en el caso anterior, la relación entre estos componentes indirectos con respecto a la situación, permitiéndose apreciar que la loma presentó los mayores valores comparativamente con el bajo, con diferencias estadísticas en R8 (Fig. 20). El mayor nº en la loma se debe a que el nº de vainas en la misma es superior a la del es mayor que en el bajo (Fig. 18 A), en cambio en el nº de ramas prácticamente no hay diferencias entre las situaciones de relieve (Fig. 13).

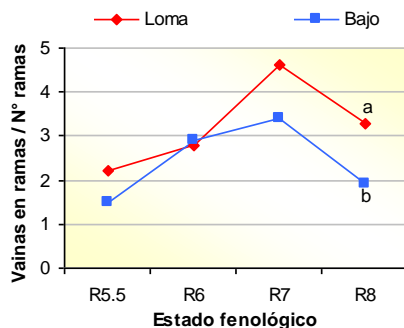
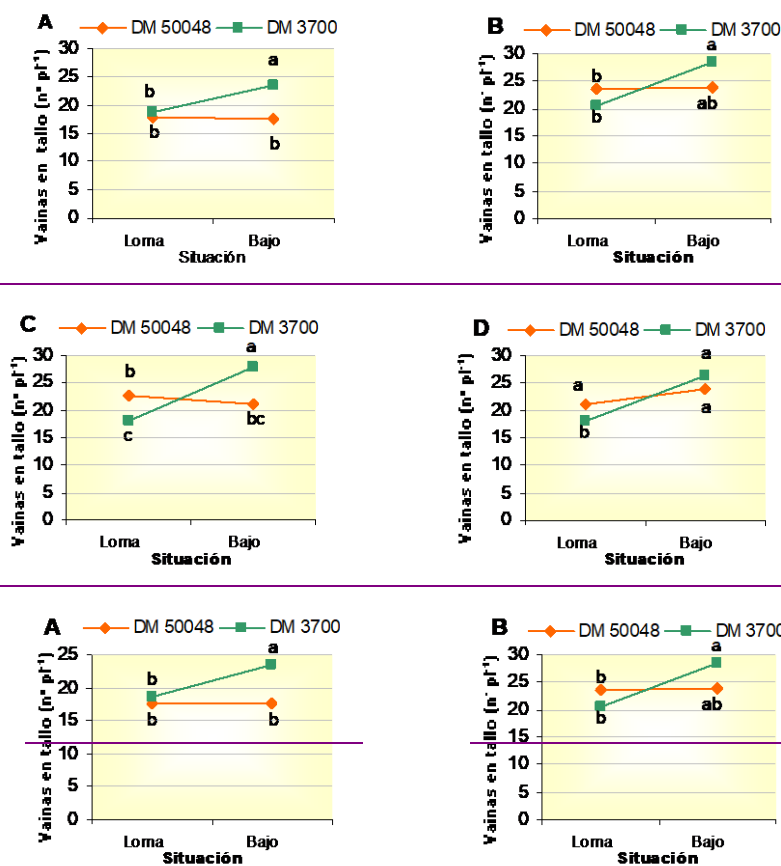


Fig. 20: Número de vainas en ramas sobre el número de ramas entre R5.5 y R8 en la loma y el bajo.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

En todos los estadios reproductivos evaluados en esta experiencia (Fig. 21: A -R5.5-, B -R6-, C -R7- y D -R8-), se observó interacción entre factores, en el bajo el cv DM 3700 tuvo mayor n° de vainas en el tallo que DM 50048. Según el catálogo¹ esta variedad tiene alta capacidad de fijación de vainas fértiles en el tallo principal, pero en la loma el comportamiento de los cv fue inverso, lo que demuestra que en ambientes de menor calidad no se expresa el potencial del cv de ciclo corto.



Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Fuente: 8 pto

Con formato: Izquierda, Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Interlineado: 1,5 líneas

¹ Catálogo Don Mario semillas 2004-2005

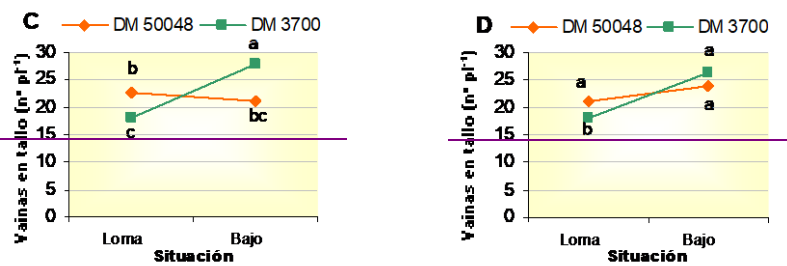


Fig. 21: Número de vainas en tallo principal en función del cultivar y la situación en R5.5 (A), R6 (B), R7 (C) y R8 (D).

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Fuente: 11 pto

También, se puede apreciar que DM 50048 es más estable en las dos situaciones. En los ambientes de menor potencial de rendimiento, las variedades de grupos más largos se adaptan mejor, son más estables y llegan incluso a altos niveles de rendimientos cuando las condiciones climáticas son adecuadas. Si en estos ambientes ocurren déficit hídricos, las variedades de sojasejas de GM corto disminuyen drásticamente su desarrollo, debido a que los períodos críticos de estas variedades son cortos comparativamente con las de GM más largos, por lo cual las exigencias hídricas son mayores, como consecuencia los rendimientos finales son mucho menores (Tellería y Martini, 2002).

El PS de las vainas en el tallo siempre fue mayor en el bajo que en la loma, aunque sólo se observaron diferencias significativas en R8 (Fig. 22). Cuando el cultivo crece en diferentes condiciones de relieve (loma y bajo) se encuentra ~~lo expuesto~~ a distinta disponibilidad hídrica y nutricional durante el ciclo (Andrade y Sadras, 2000). Por lo tanto, al existir esta variabilidad de recursos ocurren importantes cambios en los componentes ecofisiológicos del cultivo, el ambiente de mejor calidad favorecerá su crecimiento-desarrollo y, por ende, el rendimiento en grano.

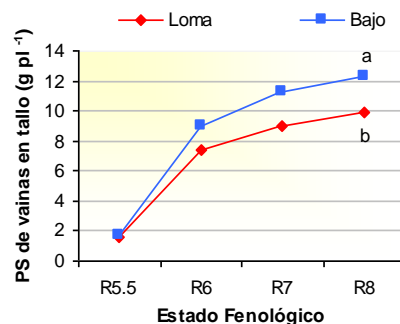


Fig. 22: Peso seco de vainas en tallo entre R5.5 y R8 en la loma y el bajo

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Interlineado: sencillo

Con formato: Fuente: 8 pto

En los otros estadios R5.5, R6 y R7 se encontró interacción entre cv y situación en el PS de vainas en tallo (Fig. 23). Al igual que en el n.º de vainas (Fig. 21), el cv DM 3700 tuvo mayor valor que DM 50048 en el bajo, y en la loma ocurrió lo inverso. Esto se debe a que el peso de las mismas está relacionado con el an.º. Además se puede observar que a medida que transcurre el ciclo del cultivo las diferencias entre los cvs en el bajo son mayores, debido a la mayor disponibilidad hídrica (Cuadro 2) y nutricional (Cuadro 1).

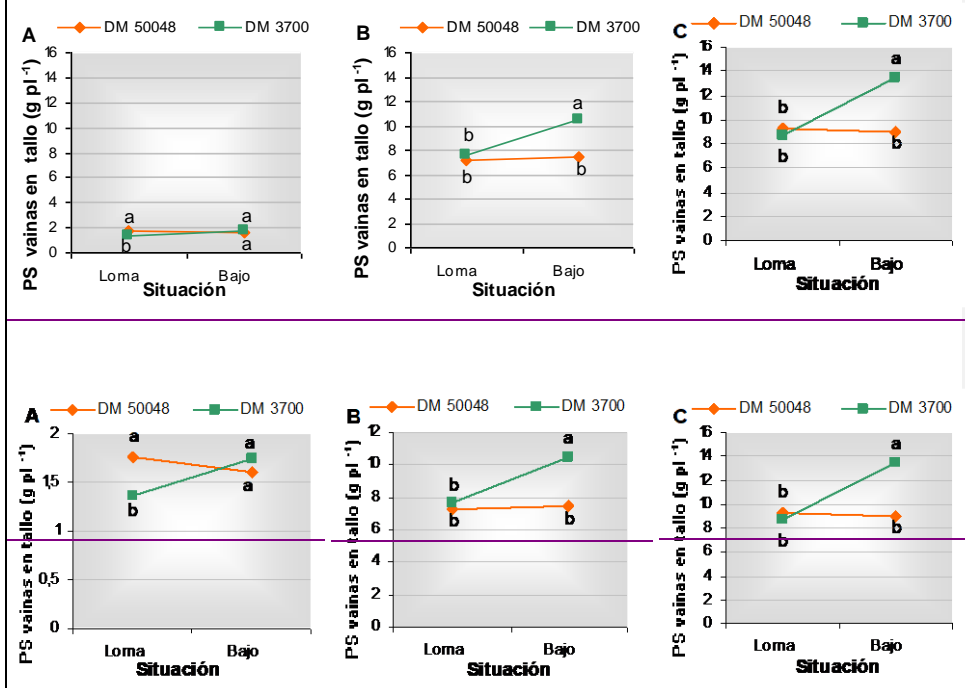


Fig. 23: Peso seco de vainas en tallo en función del cultivar y la situación en R5.5 (A), R6 (B) y R7 (C).

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Fuente: 8 pto

Materia Seca Total

La acumulación de MS máxima y constante se produce inicialmente en las estructuras vegetativas (hojas, tallos, pecíolos y raíces) y luego gradualmente cambia hacia las vainas y semillas. Poco después de R5.5 se alcanzan los mayores valores de MS vegetativa, mientras que los valores máximos de MS reproductiva se alcanzan al comienzo de R7, momento en que también se obtienen los mayores valores de MS total (Shibles *et al.*, 1966).

El PS total es la sumatoria de los valores de los órganos vegetativos y reproductivos. Durante el período evaluado (R5.5 a R8) la MS acumulada prácticamente no presentó diferencias entre cvs (Fig. 24). Considerando el peso individual de los órganos, se observa que en los estadios R5.5 y R6 los tallos (Fig. 9), vainas en tallo (Fig. 23) y hojas (Fig. 3)

fueron los que tuvieron mayor efecto sobre el valor total por planta, mientras que en R7 y R8, los tallos y vainas en tallo principalmente representan el mayor porcentaje del PS total.

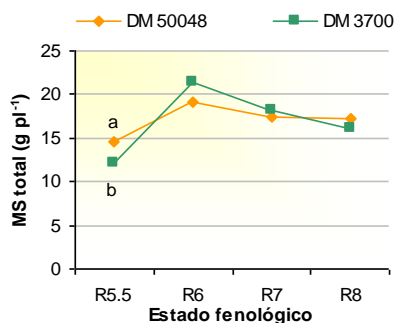


Fig. 24: Evolución de la materia seca total durante R5.5 y R8 de los cultivares DM 3700 y DM 50048.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Fuente: 8 pto

La acumulación de MS de acuerdo a la situación fue mayor en el bajo que en la loma, con diferencias estadísticas en todos los estadios evaluados, excepto en R6 (Fig. 25). Los bajos son considerados los ambientes de mayor productividad porque poseen mayor cantidad de agua acumulada y mejor fertilidad química. Este ambiente favorece el crecimiento vegetativo del cultivo, por ende, un mayor aprovechamiento de la radiación incidente (Tellería y Martini, 2002), a partir de R5.5 la acumulación de MS y nutrientes de los órganos vegetativos comienzan a redistribuirse hacia las vainas y semillas que es beneficiada en esta posición del relieve, mientras que en la lomas sucede lo contrario; tal condición ocurrió en esta experiencia (Cuadro 1 y 2).

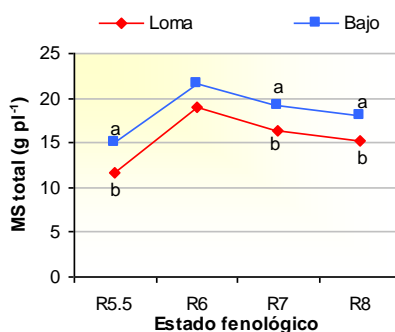


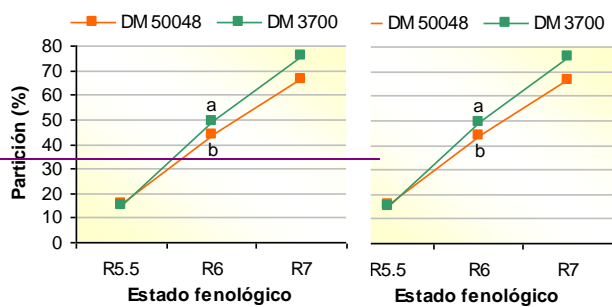
Fig. 25: Evolución de la materia seca total durante R5.5 y R8 en la loma y el bajo.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Partición

La partición es la distribución de asimilados entre las distintas partes de la planta. Durante el crecimiento vegetativo los fotoasimilados son utilizados para el crecimiento radical y de la parte aérea. Cuando empiezan las etapas de floración y fructificación, los

mismos comienzan a dirigirse prioritariamente hacia las estructuras reproductivas. En la Fig. 26 se observa cómo la partición de fotoasimilados hacia los órganos cosechables aumenta a medida que avanza los estados fenológicos del cultivo.



Con formato: Fuente: 8 pto

Fig. 26: Partición de fotoasimilados entre R5.5 y R7 en función de los cultivares.

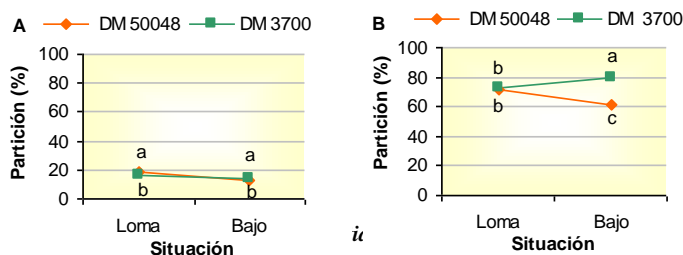
Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

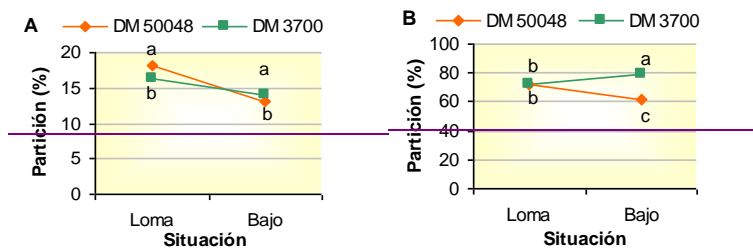
En los cvs se observó que DM 3700 presentó mayor partición que DM 50048, con diferencias significativas en R6. El mejoramiento genético ha tenido mayor incidencia sobre el desarrollo de los cvs de ciclo más corto. Estos alcanzan el máximo valor de MS en los órganos aéreos próximo a R5 y tienen la capacidad de mantener el IAF por más tiempo - durante el período de llenado de las semillas-; estas características contribuyen a la mayor disponibilidad de fotoasimilados para el llenado de las semillas (Kumudini *et al.*, 2001).

Con formato: Fuente: 5 pto

En los estadios R5.5 y R7 (Fig. 27 A y B, respectivamente) se encontró interacción en la partición entre los cvs y la situación. Se observó que en el bajo el cv DM 3700 particionó más hacia los órganos reproductivos que DM 50048, esto se debe al mayor n° (Fig. 21) y PS de vainas (Fig. 23), que sumado a los altos contenidos de disponibilidad hídrica (Cuadro 2) y nutricional (Cuadro 1) en este sector favorecieron la acumulación en las mismas.

Con formato: Punto de tabulación: 7,62 cm, Izquierda





Con formato: Fuente: 8 pto

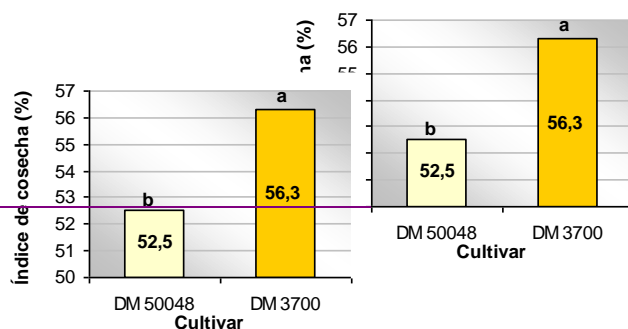
Fig. 27: Partición en función de los cultivares y la situación en R5.5 (A), y R7 (B).

Con formato: Justificado

Qb: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Sin Resaltar

El índice de cosecha (IC) refleja la partición de fotoasimilados hacia los granos. Se lo define como la proporción del PS total que se acumula en los órganos cosechados. El mismo varía con el genotipo, el ambiente y la interacción genotipo por ambiente, pero estas variaciones son de menor magnitud que las experimentadas por la producción de biomasa (Cárcova *et al.*, 2003). En la Fig. 28 se observa que el IC es mayor en el cv de ciclo corto con diferencias estadísticas respecto al de ciclo intermedio. Esto se debe a que esta variedad, como se mencionó anteriormente, es una de las que posee de mayor IC¹. Los nuevos genotipos tienen la capacidad de acumular mayor cantidad de biomasa, lo que se traduce en un mayor peso y número de semillas por planta. Este conjunto de características hace que el IC en estos cvs sea mayor (Kumudini *et al.*, 2001).



Con formato: Espacio Después: 6 pto

¹ Catálogo de semillas Don Mario 2004-2005

Fig. 28: Índice de cosecha en función de los cultivares, en R8.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Fuente: 8 pto

Componentes del rendimiento

El rendimiento de un cultivo de grano queda definitivamente establecido y puede ser medido recién al finalizar el ciclo del cultivo. Sin embargo, el mismo se genera a lo largo de toda la ontogenia del cultivo debido al aporte que van realizando las distintas estructuras que lo componen. Entonces, dentro de este marco, es posible concebir al rendimiento como un conjunto de distintos componentes que se van generando durante el desarrollo del cultivo, quedando cada uno de ellos fijado en un determinado momento (Cárcova *et al.*, 2003).

El rendimiento es un atributo sumamente complejo, por estas razones resulta conveniente en ocasiones subdividirlo en componentes más sencillos, que resultan más fáciles de comprender y, por lo tanto, de manejar. Puede entenderse al rendimiento como el producto de dos componentes directos: el número° de granos por unidad de superficie y el peso de los granos.

Con formato: Fuente: 8 pto

Número de vainas por metro cuadrado

El número° de vainas por ~~metro cuadrado~~ ($Nv\ m^{-2}$) no presentó diferencias estadísticas entre los cvs, sin embargo fue el componente indirecto del rendimiento que mostró mayor variación entre ambientes (Fig. 29), modificándose aproximadamente 4 veces más que el n° de granos vaina⁻¹ (24.8 % vs 6.5 %) (Cuadro 3).

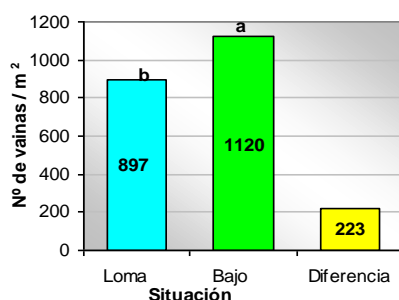


Fig. 29: Número de vainas por metro cuadrado en la loma y el bajo.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Fuente: 5 pto

Número de granos por vaina

El límite superior del n° de semillas por vaina está determinado genéticamente, no obstante este componente puede variar (Giorda y Baigorri, 1997). Algunos genotipos tienen

una alta proporción de vainas con tres lóculos, mientras que en otros predominan las vainas con dos lóculos. Uno o más de los granos de una vaina pueden abortar antes de ingresar en su fase de llenado efectivo, modificando el n° de granos logrado por vaina. Sin embargo el n° de granos por vaina es mucho más estable que los demás subcomponentes del n° de granos ante variaciones ambientales (Board *et al.*, 1999).

En la Fig. 30 -A- se observa que el número de granos por vaina (Ng_{vainas}^{-1}) promedio - $Ng_{vainas}^{-1} \cdot Ngv_{de\ vainas}$ en tallos y $Ng_{vainas}^{-1} \cdot Ngv_{en\ ramas}$, es mayor en el bajo, lo que se puede atribuir a que hubo menor aborto de granos que en la loma debido a la mayor disponibilidad hídrica (Fig. 1) y nutricional (Cuadro 1). En relación a los cvs, el de ciclo corto (DM 3700) presentó mayor $Ng_{vainas}^{-1} \cdot Ngv$ debido a que es una variedad con vainas de 3 lóculos principalmente, y en menor medida con 2 y 4 lóculos. En cambio DM 50048 presenta en mayor medida vainas con 2 y 3 lóculos (Fig. B).

Con formato: Superíndice

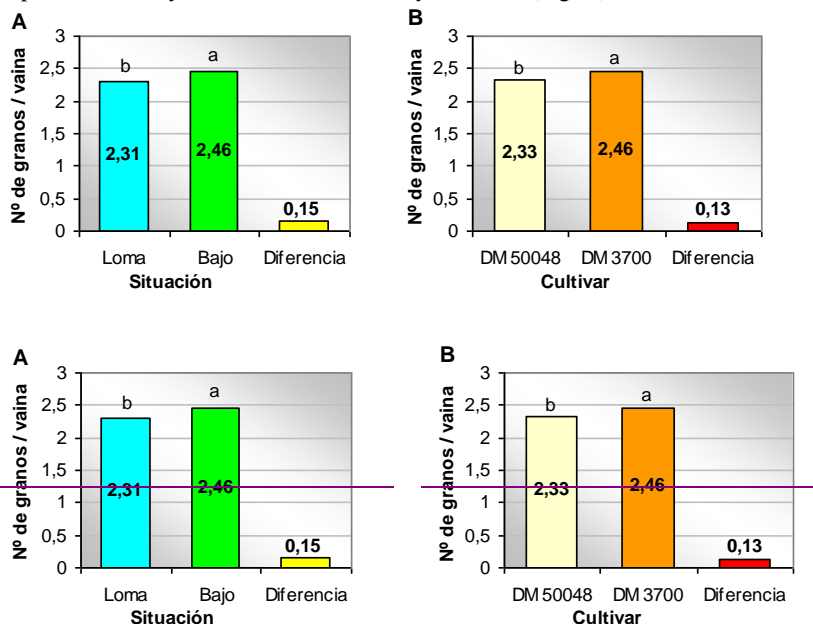


Fig. 30: Número de granos por vaina en función de la situación y cultivar -A y B-, respectivamente.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Centrado

Número de granos por metro cuadrado

Las variaciones del rendimiento en el cultivo de soja están altamente asociadas con las variaciones en el ~~número de granos (Ng)~~ (Egli, 1998). Por otra parte, el Ng es un componente altamente afectado por el ambiente productivo. Dos aspectos primarios que determinan la calidad de un ambiente productivo son su condición edáfica y el clima en que se desarrolla el cultivo. Mientras que el primero resulta predecible y varía poco de un año a otro, el segundo es impredecible y altamente variable entre años. La combinación de ambos, conjuntamente con las decisiones de manejo, determinarán las condiciones de crecimiento en que se desarrollará un cultivo. El Ng entonces será el resultado del crecimiento de un cultivo que se desarrolla en un suelo y clima determinado. En este ensayo, el Ng m² en relación a los cvs prácticamente no presentó diferencias (Fig. 31).

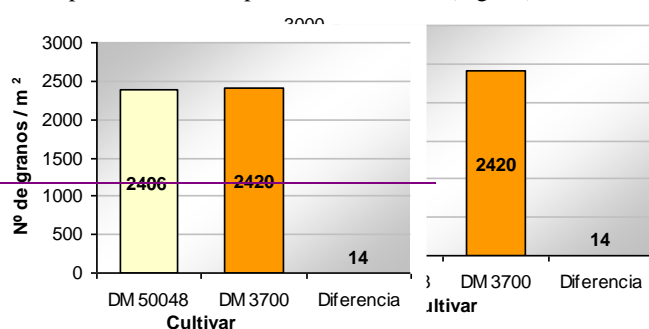


Fig. 31: Número de granos por metro cuadrado de los cultivares DM 3700 y DM 50048.

En la ~~Fig. gura~~ 32 se observa que el Ng ~~por metro cuadrado (m²)~~ es marcadamente superior en el bajo que en la loma, -con diferencias significativas-, esto se debería a la disponibilidad de recursos, principalmente hídrico (Cuadro 2) y nutricional (Cuadro 1) con que cuenta el cultivo en cada sector. Las reducciones en los rendimientos como consecuencia de deficiencias en la oferta de P (Cuadro 1) se explican principalmente por las reducciones en el n° de granos al afectar el área foliar y la consecuente captación de la radiación en estadios tempranos de desarrollo del cultivo (Gutiérrez Boem y Thomas, 1999).

Con formato: Interlineado: sencillo

Con formato: Fuente: 8 pto

Con formato: Sangría: Primera línea: 1,27 cm, Ajustar espacio entre texto latino y asiático, Ajustar espacio entre texto asiático y números, Punto de tabulación: 5,19 cm, Izquierda

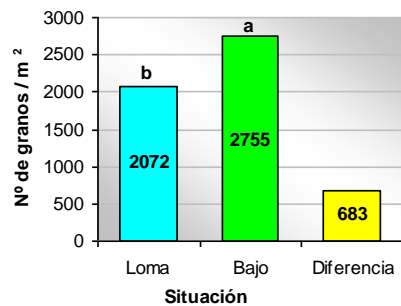


Fig. 32: Número de granos por metro cuadrado en el sector de la loma y el bajo.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con respecto al nº de granos por planta se observaron diferencias significativas entre los dos sectores: bajo y loma. El primero fue superior que el segundo (Fig. 33), debido al mayor nº de vainas en el tallo, principalmente en el cv de ciclo corto (Fig. 21).

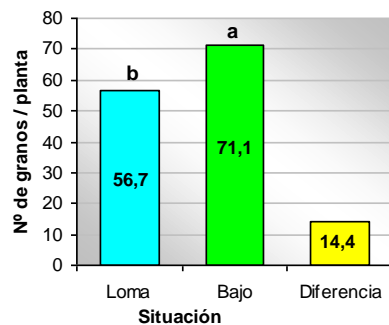


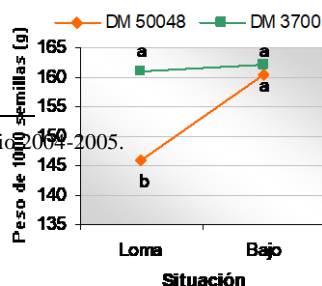
Fig. 33: Número de granos por planta en la loma y el bajo.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Peso de 1000 semillas

Según Kantolic (2003) el peso de los granos de soja puede variar en un rango muy amplio, pero de las variedades que se cultivan tradicionalmente y de acuerdo a las condiciones ambientales, el peso individual de los granos varía entre 140 y 220 mg.

En la Fig. 34 se puede observar que el peso de 1000 semillas presentó diferencias estadísticamente significativas entre cv y situación. Según catálogo¹ el peso medio de 1000 semillas de DM 3700 es levemente superior (195 gr) que DM 50048 (194 gr), y alcanza los 200 gramos en los mejores ambientes. Estas diferencias se mantuvieron en este



¹ Catálogo de semillas Don Mario 2004-2005.

Con formato: Interlineado: sencillo

Con formato: Centrado, Sangría: Primera línea: 0 cm, Ajustar espacio entre texto latino y asiático, Ajustar espacio entre texto asiático y números

Con formato: Interlineado: sencillo

Con formato: Fuente: 8 pto

ensayo, excepto en la loma donde el cv DM 50048 presentó menor peso (146 gr) con respecto a las otras situaciones (160-162 gr), aunque los valores fueron menores a los señalados en el catálogo.

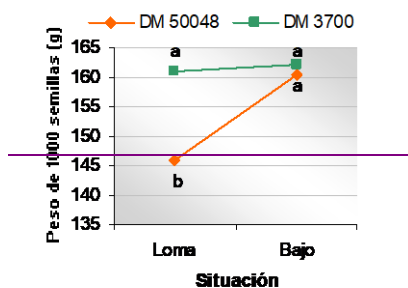


Fig. 34: Peso de 1000 semillas en función de los cultivar y la situación al 13.5 % de humedad.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

El peso de las semillas se define en el período de llenado de granos. El peso final del grano puede describirse como una función de su tasa de crecimiento y de la duración del período de llenado (Andrade *et al.*, 2000). En este ensayo, el peso de las semillas del cv de ciclo corto fue mayor que el de ciclo más largo en las dos situaciones -loma y bajo-, debido a la mayor tasa de crecimiento (TCC) del cv de ciclo corto (0.34 y 0.45 gr día⁻¹, en la loma y en el bajo) con respecto al de ciclo intermedio (0.32 y 0.41 gr día⁻¹ en cada situación), ya que el período de llenado fue semejante (51 días vs 52 días en el cv de ciclo corto e intermedio, respectivamente). Además, los cvs de ciclo corto se caracterizan por tener una fuerza de destino muy importante (pesos de 1000 granos genéticamente muy altos) (Ermácora, 2006).

Según Andrade *et al.* (2000) la dinámica de la acumulación de MS en los granos es afectada por la disponibilidad de asimilados, que influencia la tasa y en algunos casos la duración del período de llenado, y por la capacidad fotosintética del cultivo. En esta experiencia no se observó prácticamente diferencias entre cvs en relación a la acumulación de MS de hojas (Fig. 3). Bajo condiciones ambientales no limitantes (disponibilidad hídrica), la tasa de llenado de los granos es el parámetro que mejor explica las diferencias en el peso de los mismos (Chowdbury y Wardlaw, 1978). La limitada disponibilidad hídrica -en términos de CGA lámina de agua- (Cuadro 2) y nutricionales (Cuadro 1) en la loma, habrían

Con formato: Centrado, Sangría:
Primera línea: 0 cm, Espacio Después:
0 pto

ocasionado una anticipada senescencia foliar en el cv de ciclo intermedio -5 a 6 días **menorantes** que en el bajo- y, por lo tanto, una reducción de la tasa y la duración del período de llenado de los granos reflejado en un menor peso de las 1000 semillas. En cambio, el cv de ciclo corto presentó una senescencia más pareja.

Número de plantas por metro cuadrado

El nº de plantas por **metro cuadrado (m²)** es uno de los componentes indirectos que modifican el nº de granos m⁻². En la **Fig.ura** 35 se observa el nº de plantas a emergencia (A) y a cosecha (B).

Con formato: Fuente: 8 pto

Con formato: Espacio Después: 0 pto

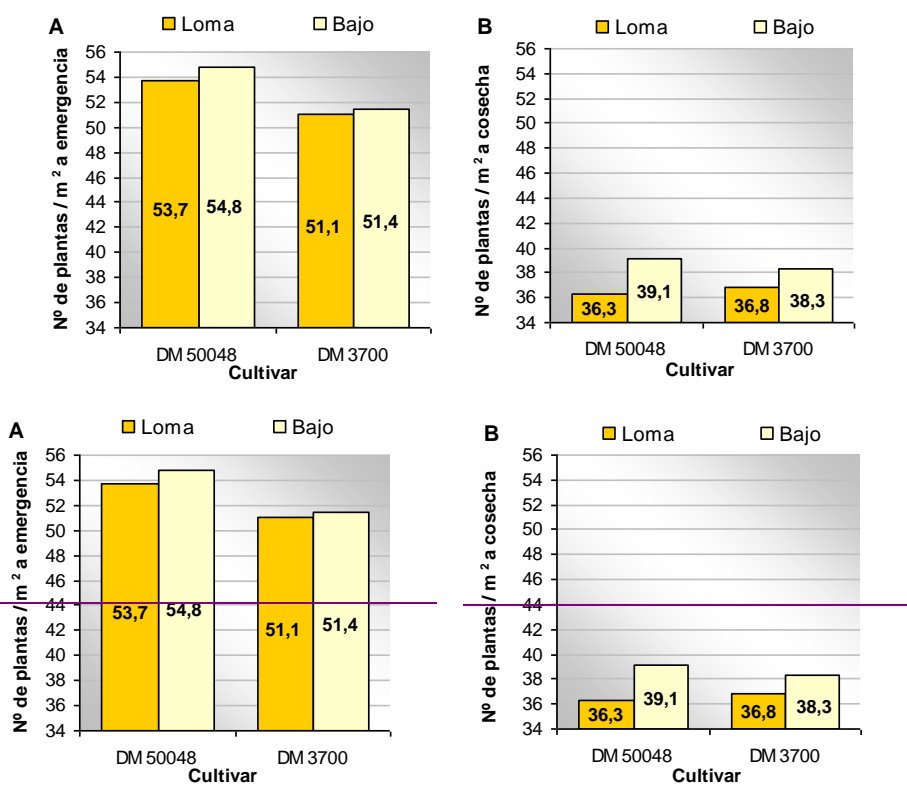


Fig. 35: Número de plantas m⁻² a emergencia y a cosecha -A y B- respectivamente, en función de los cultivares y la situación.

A emergencia el cv DM 50048 presentó mayor n° de plantas que DM 3700, aunque las diferencias no fueron significativas; en parte debido a las diferencias en el poder germinativo entre los mismos (95% vs 90%, respectivamente). En relación a la situación, no hubo diferencias entre la loma y el bajo.

A cosecha, en el bajo hubo un mayor n° de plantas (5.9 %) que en la loma, aunque estas diferencias no fueron significativas, pero traducida a n° por hectárea serían unas 21.500 plantas ha⁻¹. Esto se puede atribuir a que en el sector más bajo el cultivo tuvo mejores condiciones ambientales, por lo cual el alto n° de plantas no se vio tan afectado por la competencia intraespecífica como en la loma. En relación a los cvs no hubo diferencias en este componente.

Las diferencias entre los valores registrados en emergencia y cosecha pueden ser debido a la competencia intraespecífica ya que los cultivos se encontraban en alta densidad.

Rendimiento

Entre los cvs (Cuadro 3) no se observaron grandes diferencias en los componentes del rendimiento. Dentro de los componentes indirectos, el n° de vainas m⁻² fue el parámetro que presentó la mayor variación entre ambos cvs, pero no fue significativa. En relación a los componentes directos el peso de las 1000 semillas fue el parámetro más sensible; el cv de ciclo corto tuvo un 5.5% más de peso que el intermedio comparativamente con el n° granos m⁻² que solamente se modificó aproximadamente 1%.

Con formato: Derecha: -0,09 cm, Espacio Después: 0 pto

Cuadro 3: Componentes indirectos y directos del rendimiento, y rendimiento de cultivares de soja.

Con formato: Interlineado: sencillo

Cultivar	Componentes indirectos		Componentes directos		Rendimiento* (kg ha ⁻¹)	
	Vainas m ⁻²	Granos vaina ⁻¹	Granos m ⁻²	Peso de 1000 granos (gr)		
DM 3700	984	2.46 a	2420	161.5	3908	
DM 50048	1033	2.33 b	2406	153.1	3683	
Diferencias	Absoluta	49	0.13	14	8.4	225
	Relativa (%)	4.7%	5.6%	0.6%	5.5%	6.1%

*13.5 % humedad.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

Con formato: Fuente: 8 pto

El rendimiento no presentó diferencias significativas entre cvs (Cuadro 3 y Fig. 36), aunque el cv de ciclo corto mostró un rinde superior que el de ciclo intermedio (de 225 kg ha⁻¹) más que el de ciclo intermedio, lo que se puede atribuir a la

influencia de los componentes que tienen mayor heredabilidad como el n° de granos vaina⁻¹ y al peso de los granos. Esto demuestra que si bien hay diferencias entre cvs en relación a todos los componentes del rendimiento, la variabilidad de los mismos y el rendimiento entre los sectores loma y bajo ~~fue es~~ mucho más importante (Cuadro 4).

Cabe aclarar que el rendimiento también se determinó mediante una máquina cosechadora donde los cvs DM 3700 y DM 50048 ~~mostraron valores de rinde deieron~~ ~~4130.3~~ ~~kg ha⁻¹~~ y ~~3880 kg-8-qq ha⁻¹~~ respectivamente. Si bien los valores obtenidos son mayores con lo estimado por los componentes del rendimiento, las diferencias entre los cvs son similares.

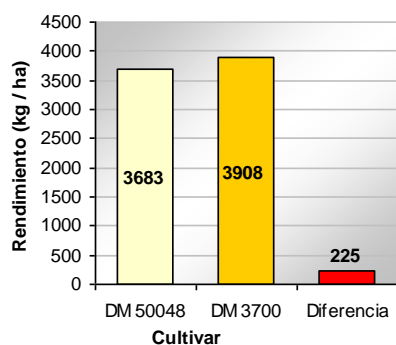


Fig. 36: Rendimiento del cultivo de soja de los cultivares DM 3700 y DM 50048.

El primer resultado para destacar entre los sectores analizados -loma y bajo- es la gran diferencia de los rendimientos. Tal como se observa en el Cuadro 4 y en la Fig. 37, la diferencia ~~en~~ entre ambos sectores fue de 1266 kg ha⁻¹, es decir que el cultivo rindió un 39,8% más en el sector del bajo que el de loma (4444 kg ha⁻¹ vs 3178 kg ha⁻¹).

Cuadro 4: Componentes indirectos y directos del rendimiento, y rendimiento de cultivares de soja sembrados en un ambiente de loma y de bajo.

Situación	Componentes indirectos		Componentes directos		Rendimiento* (kg ha ⁻¹)	
	Vainas m ⁻²	Granos vaina ⁻¹	Granos m ⁻²	Peso de 1000 granos (gr)		
Loma	897 b	2.31 b	2072 b	153.4	3178 b	
Bajo	1120 a	2.46 a	2755 a	161.3	4444 a	
Diferencias	Absoluta	223	0.15	683	7.9	1266
	Relativa (%)	24.8 %	6.5 %	32.9 %	5.1 %	39.8 %

*13.5% humedad.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

La diferencia encontrada entre ambos sectores se debería a la modificación, en mayor o menor medida, de todos los componentes que determinan el rendimiento del cultivo.

Dentro de los componentes indirectos, el n° de vainas m⁻² fue el parámetro que presentó la mayor variación entre ambientes, incrementándose aproximadamente 4 veces más que el n° de granos vaina⁻¹ (24.8% vs 6.5%). Por otra parte, el n° de granos m⁻² fue el parámetro más sensible entre los componentes directos, en el bajo hubo un 32.9% más de granos que en la loma en cambio el peso de las semillas solamente se incrementó un 5%. Resultados similares fueron encontrados por Tellería (2004) y Board *et al.* (1999). Estos resultados se deberían a que el n° de vainas m⁻² y el n° de granos m⁻², son variables que están determinadas, en mayor medida, por factores ambientales. En cambio, el n° de granos vaina⁻¹ y el peso de los granos tienen mayor heredabilidad (Board *et al.*, 1999).

Entre los factores ambientales que habrían tenido efecto sobre el n° de granos m⁻² se encuentran, principalmente, el agua (Cuadro 2) y los nutrientes (Cuadro 1). En el sector del bajo, la alta disponibilidad hídrica y nutricional, ocasionó una mayor TCC lo que se tradujo en un incremento en la acumulación del MS en las hojas a R5.5 (Fig. 4) y total del cultivo (Fig. 25), y por ende un mejor aprovechamiento de la radiación incidente en el período de definición de estos componentes del rendimiento.

Otro resultado importante para destacar es la ausencia de compensación entre componentes del rendimiento, principalmente entre los que tienen diferente heredabilidad. Así, en los componentes indirectos se observó que el menor n° de vainas m⁻² en la loma, en comparación con el bajo, no fue compensado por un aumento en el n° de granos vaina⁻¹. Del mismo modo, en los componentes directos, el menor n° de granos m⁻² no fue compensado por un aumento en el peso de las semillas. Tellería (2004) y Board *et al.* (1999), analizando datos de diferentes ambientes, han encontrado una ausencia de compensación entre los componentes del rendimiento.

Con la cosechadora, el sector de la loma rindió 3740 kg ha⁻¹ y en el bajo 4270 kg ha⁻¹. Comparando el rendimiento estimado y lo cosechado se observó una gran diferencia, sobre todo en la loma (3170 kg ha⁻¹ vs. 3740 kg ha⁻¹). Esto se puede atribuir a la desuniformidad de las plantas en este sector por la competencia de las mismas y a que las repeticiones de las muestras tomadas no hayan sido lo suficientemente representativas.

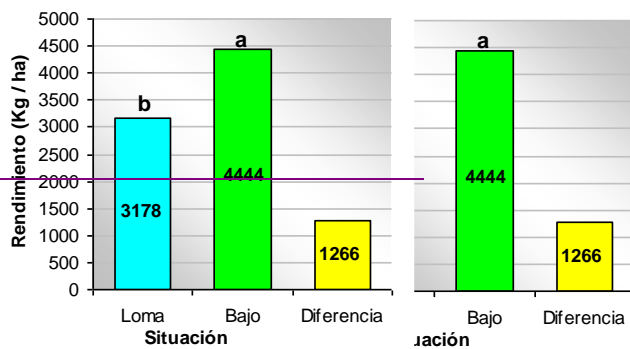


Fig. 37: Rendimiento del cultivo de soja (DM 3700 y DM 50048) en la loma y el bajo.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

El comportamiento de los cvs de soja de GM III y V en los sectores de la loma y en el bajo fue diferente pero sin diferencias estadísticas entre genotipo y ambiente (Cuadro 5).

Se observó que el cv de ciclo corto en el bajo fue el que presentó los mayores valores respecto a los componentes del rendimiento y el rendimiento, por lo que se lo atribuyó el valor relativo 100. Comparando los dos sectores se observó una gran diferencia entre la loma y el bajo, sobre todo en el n° de vainas m⁻² y el n° de granos m⁻² ya que son variables que están determinadas, en mayor medida, por factores ambientales.

Cuadro 5: Componentes indirectos y directos del rendimiento, y rendimiento de los cultivares en la loma y el bajo.

Situación	Cultivar	Componentes indirectos		Componentes directos		Rendimiento* kg ha ⁻¹ (%)
		Vainas m ⁻² N° (%)	Granos vaina ⁻¹ N° (%)	Granos m ⁻² N° (%)	1000 granos Peso en gr (%)	
Loma	DM 3700	838 (74)	2.4 (96)	2011 (71)	160.9 a (99)	3236 (71)
	DM 50048	957 (85)	2.23 (89)	2134 (75)	145.9 b (90)	3113 (68)
Bajo	DM 3700	1131(100)	2.5 (100)	2827 (100)	162.2 a (100)	4585 (100)
	DM 50048	1109 (98)	2.42 (97)	2683 (95)	160.3 a (99)	4301 (94)

*13.5 % humedad.

Ob: Letras distintas indican diferencias significativas con el test de Duncan (5 %).

- Los valores del cuadro entre paréntesis representan un índice relativo a los componentes del rendimiento y rendimiento del cv DM 3700 en el sector de el bajo.

Al comparar dentro de un mismo sector los dos cvs, se observa que ~~dentro de~~ los componentes indirectos el n° de vainas m⁻² en la loma fue menor en el cv DM 3700 aunque este cv tuvo más granos por vaina que DM 50048. Este ~~cultivar~~, en esa situación, tuvo mayor cantidad de vainas totales por planta aunque las diferencias no fueron significativas (datos no mostrados). Por otra parte, la diferencia en el n° de granos vaina⁻¹ se debe a que el

cv de ciclo más corto es una variedad con predominio de vainas de 3 lóculos y en menor medida con 2 y 4 lóculos, en cambio DM 50048 presenta en mayor medida vainas con 2 y 3 lóculos (Fig. 30). Dentro de los ~~En los~~ componentes directos, el peso de los granos fue el parámetro que más diferencia ~~hubo~~ entre los cvs, debido a las diferentes potenciales genéticos de cada uno de ellos.

En el bajo, prácticamente no hubo diferencias entre los componentes del rendimiento, esto demuestra la gran influencia sobre el rendimiento que tienen las condiciones ambientales, entre ellas como es el sector d el relieve donde que se encuentre el cultivo. Si bien existe influencia genética, el ambiente tiene mayor peso en la definición del rendimiento, pues condiciona la disponibilidad de los recursos.

La hipótesis de esta experiencia fue que el cultivar de soja de GM III en el bajo tendría un mayor rendimiento que el de GM V ~~(corto)~~ y en la loma ocurrirá lo inverso. Los resultados obtenidos no confirman exactamente lo planteado (Cuadro 5 y Fig. 38). Del mismo modo fueron los resultados obtenidos con la cosechadora aunque los valores no eran exactamente los mismos.

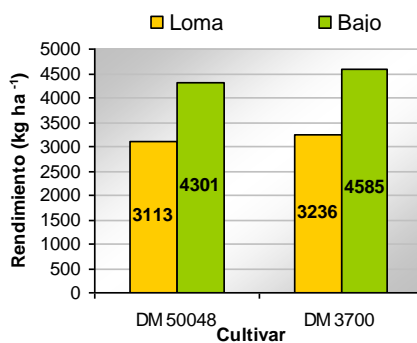


Fig. 38: Rendimiento en la loma y el bajo en los dos cultivares.

Estas diferencias pueden ser atribuidas a las condiciones ambientales, principalmente las precipitaciones ocurridas durante el ciclo de los dos cultivares, las que fueron relativamente favorables para al crecimiento del cultivo. Esta situación favoreció el cv de ciclo corto ya que tienen la característica de expresar altos rendimientos cuando hay una alta disponibilidad hídrica, por lo que sería importante evaluar el comportamiento en condiciones de un año normal para la región.

7-CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran el gran efecto que tienen las condiciones ambientales en el rendimiento; si bien existe influencia genética, el ambiente tiene mayor peso en la definición del rendimiento.

Las variaciones del rendimiento que sufrió el cultivo de soja entre los sectores de bajo y loma se debió a la modificación de los componentes que influyen en el rendimiento de granos, principalmente el n° de vainas m⁻² -entre los componentes indirectos- y el n° de granos m⁻² -entre los componentes directos-. La variación de estos componentes se debería a la disponibilidad de recursos, principalmente hídrico y nutricional, con que cuenta el cultivo en cada sector, los cuales modifican el crecimiento que definen estos componentes.

El cultivar (cv) de ciclo corto (DM 3700), comparado con el cv de ciclo intermedio (DM 50048), presentó un mayor rendimiento en los dos sectores -loma y bajo- lo que puede ser atribuido a las condiciones ambientales del año en que se realizó la experiencia que favorecieron el crecimiento y desarrollo de ambos cultivares (cvs), pero principalmente DM 3700 en el sector de la loma. Sería necesario evaluar su comportamiento en un año con menor menor disponibilidad hídrica.

8-BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ANDRADE, F.E.; L.A.N. AGUIRREZÁBAL y R.H. RIZZALLI. 2000. Crecimiento y rendimiento comparados. En: ANDRADE, F.E. y V.O. SADRAS (editores). **Bases para el manejo del cultivo del maíz, el girasol y la soja**. Cap. 3. p: 61-96.
- ANDRADE, F.E. y V.O. SADRAS. 2000. Efectos de la sequía sobre el crecimiento y rendimiento de los cultivos. En: ANDRADE, F. E. y V.O. SADRAS (editores). **Bases para el manejo del cultivo del maíz, el girasol y la soja**. Cap. 7. p: 173-206.
- ANDRIANI, J.M. y M.L. BRODERO. 1995. Respuesta de cultivares de soja a la disponibilidad hídrica. **Primer Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos**. AIANBA. Pergamino. Bs. As. Argentina. Cap II. p: 81-87.
- BAIGORRI, H.; M. BODRERO; E. MORANDI; R. MARTIGNONE; F. ANDRADE y D. CROATTO. 2000. Ecofisiología, formación del rendimiento y manejo del cultivo de soja. Soja: Resultados de Ensayos de la Campaña 1999-2000. **Información para Extensión INTA**. N° 63. p: 3-8.
- BAIGORRI, H.E.J. y E. MARTINI. 2006a. Pautas de manejo del cultivo de soja en ambientes con napa freática. En: www.planetasoja.com. Consultado: 09/10/06.
- BAIGORRI, H.E.J. y E. MARTINI. 2006b. Elección y manejo de cultivares de soja de segunda. En: www.planetasoja.com. Consultado: 09/10/06.
- BAIGORRI, H.E.J., R. SCARAFONI y B. MASIERO. 1995a. Comportamiento de cultivares de ~~grupos de madurez~~ grupos de madurez III al VII en 5 fechas de siembra entre octubre y febrero en Marcos Juárez: parte 1, desarrollo. **Primer Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos**. Compendio de Trabajos Presentados. p: 222-229.
- BAIGORRI, H.E.J.; R. SCARAFONI y B. MASIERO. 1995b. Comportamiento de cultivares de grupos de madurez III al VII en 5 fechas de siembra entre octubre y febrero en Marcos Juárez: parte 2, desarrollo. **Primer Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos**. Compendio de Trabajos Presentados. p: 214-221.
- BAIGORRI, H.E.J., M. TRAVASSO y F.H. ANDRADE. 1995c. Simulación del desarrollo y crecimiento del cultivar de soja ASGROW 3127 en Balcarce. **Primer Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos**. Pergamino. Octubre de 1995. Compendio de trabajos presentados. p: 222-229.
- BOARD, J.E., M.S. KANG y B.G. HARVIELLE. 1999. Path analyses of the yield formation process for late – planted soybean. **Agron. J.** 91: 128-135.
- CANO, W.; J. LÚQUEZ y M.E. WEILENMANN de TAU. 2000. Variabilidad de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) sembrados en diferentes fechas de siembra para

Con formato: Español (alfab. internacional)

- rendimientos de grano, índice de cosecha y contenido de aceite y proteínas. **Unidad Integrada Balcarce**. p: 90.
- CÁRCOVA, J., L.G. ABELEDO y M. LOPÉZ PEREIRA. 2003. Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes. En: SATORRE, E. *et al.* **Producción de granos. Bases funcionales para su manejo**. FAUBA, Buenos Aires. Cap. 6. p: 75-98.
- CHOWDBURY, S.Y. y J. WARDLAW. 1978. The effect of temperature on kernel development in cereals. **Aust. J. Agric. Res.** 29: 205-223.
- DARDANELLI, J., D. COLLINO., M.E. OTEGUI y V.O. SADRAS. 2003. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. En: SATORRE, E. *et al.* **Producción de granos. Bases funcionales para su manejo**. FAUBA, Buenos Aires. Cap. 16. p: 376-440.
- EGLI, D.B. 1998. Seed biology and the yield of grain crops. **Cab International**. Wallingford. UK.80, Ames, IOWA. 12 p.
- ERMÁCORA, M. 2006. Ensayos comparativos. Variedades comerciales de soja y repuesta a fungicidas. En: www.planetasoja.com.ar. Consultado: 12/10/06.
- FEHR, W.R. y C.E. CAVINESS. 1977. Stages of soybean development. **Iowa State University, Special Report 80**. 11 p.
- GARCIA, F. 2005. Criterios para la fertilización del cultivo. Cuadernillo de Mundo Soja. En: fgarcia@inpofofos.org. Consultado: 15/10/05.
- GIORDA, L.M. y H.E.J. BAIGORRI 1997. El cultivo de soja en Argentina. **INTA. Centro Regional Córdoba EEA Marcos Juárez – EEA Manfredi**. 448 p.
- GONZÁLEZ, P.E., H.S. VIVAS y R. PARRA. 1990. Encalado, pH del suelo y la fertilización fosfatada. Influencia sobre la nodulación de soja. EEA INTA Reconquista. **Informe Técnico N° 4**. 11 p.
- GUTIÉRREZ BOEM, F.H. y G.W. THOMAS. 1999. Phosphorus nutrition and water deficits in field-grown soybeans. **Plant and Soil**. 204:87-96.
- GUTIÉRREZ BOEM, F.H. y G.W. THOMAS. 2001. Leaf area development in soybean as affected by phosphorus nutrition and water deficit. **J. Plant Nutrition**. 24: 1711-1729.
- GUTIÉRREZ BOEM, F.H. y J.D. SCHEINER. 2003. Fertilización fosforada del cultivo de soja. En: www.elsitioagricola.com. Consultado: 20/11/04.
- GUTIÉRREZ BOEM, F.H., J.D. SCHEINER, N. CAPURRO y R.S. LAVADO. 2000. Fertilización azufrada en Soja en el centro-norte de la Pcia. de Buenos Aires. **XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo**. Actas CD.
- KANTOLIC, A.G. 2003. Bases funcionales de la determinación del rendimiento y manejo del cultivo de soja. En: SATORRE, E. *et al.* **Producción de granos. Bases funcionales para su manejo**. FAUBA, Buenos Aires Cap. 2. p: 31-38.

Con formato: Español (alfab. internacional)

Con formato: Español (alfab. internacional)

Código de campo cambiado

Con formato: Español (alfab. internacional)

Con formato: Alemán (Alemania)

Con formato: Inglés (Reino Unido)

- KRAVCHENKO, A.N. y G. BULLOCK. 2000. Correlation of corn and soybean grain yield with topography and soil properties. **Agron. J.** 92: 75-83.
- KUMUDINI, S., D.J. HUME y G. CHU. 2001. Genetic improvement in short season soybeans: I. Dry matter accumulation, partitioning, and leaf area duration. **Crop Sci.** 41:391-398.
- MATOS, G.E. 1998. Rol Fisiológico de los nutrientes en la vida de las plantas. (La Paz-Bolivia). En: 100cia.com/monografias/quimica/el_ciclo_de_azufre.html. Consultado: 15/10/06.
- MELGAR, R.J., E. FRUTOS, M.L. GALETTO y H. VIVAS. 1995. El análisis de suelo como predictor de la repuesta de la soja a la fertilización fosfatada. **I Congreso Nacional de soja y II Reunión Nacional de oleaginosos**. Pergamino. Octubre de 1995. Compendio de trabajos presentados. p: 167-174.
- MIGUEZ, F. 2004. Por qué soja?. En: Technidea. **Encuentros Crompton**. p: 01-09.
- MORANDI, E.N., M.L. BRODERO; R.A. MARTIGNONE y A. QUIJANO. 1991. Respuesta de distintos genotipos de soja a la época de siembra y a la disponibilidad hídrica. **Actas de la Primera Reunión Nacional de Oleaginosos**. Rosario. p: 89-95.
- MORANDI, E.N.; M.L. BRODERO.; R.A. MARTIGNONE. y A. QUIJANO. 1994. Sowing date and irrigation effects on soybean dry matter partitioning and yield in the southern Santa Fe area of Argentina. **World Soybean Research Conference V**. Chiang Mai. Thailand. Proceeding. p: 128.
- PIRETRO, E. 2004. Comportamiento de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) de crecimiento determinado en fecha de siembra tardía. Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC. 20 p.
- POFFO, G.F. 2005. Comportamiento de cultivares de soja de diferentes grupos de amidez en relación a la fecha de siembra en la región de Achiras. Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC. 52 p
- RITCHIE, S.W., J.J. HANWAY., H.E. THOMPSON y G.O. BENSON. 1985. How a soybean plant develops. **Iowa State University of Science and Technology**. Special Report 53. 20 p.
- SAGPYA. 2006. Dirección de coordinación de delegaciones, estimaciones agrícolas. En: www.sagpya.gov.ar. Consultado: 20/10/06.
- SHIBLES, R.M. y C.R. WEBER 1966. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Sci.** 6: 55-59.
- TELLERIA, G. y G. MARTINI 2002. Agricultura de precisión – Maíz y Soja. Ajustes de manejo en función de la variabilidad ambiental. **Tercer Taller Internacional de Agricultura de Precisión del Cono Sur de América**. Carlos Paz, Cba. 17-19/12/02.

Con formato: Español (alfab. internacional)

Con formato: Inglés (Reino Unido)

Con formato: Inglés (Reino Unido)

Con formato: Inglés (Reino Unido)

- TELLERIA, G. 2000. Soja de primera: un modelo para armar. **Revista Agromercado**, suplemento soja. En: www.agrobit.com/Info_tecnica/agricultura/soja/AG_000036so.htm. Consultado: 10/10/06.
- TELLERIA, G. 2004. Soja en el Sur de Córdoba: ¿Qué debemos saber para mejorar nuestros rendimientos? En: www.agriculturadepresicion.org. Consultado: 20/11/04.
- VEGA, C.R. y F.H. ANDRADE. 2000. Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. En: ANDRADE, F.E. y V.O. SADRAS (editores). **Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja**. Editorial Médica Panamericana S.A. Cap. 4. p: 97-133.