V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO

INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN AGUA - NITRÓGENO EN LA PARTICIÓN DE BIOMASA Y EL RENDIMIENTO DE 7 VARIEDADES DE ALGODÓN EN EL VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA.

Núbia Hestela Rodríguez Hernandez (Corpoica / nrodriguez@telesat.com.co), C. J. de J. Peña, (Corpoica), P. G.A. Dávila (Corpoica).

RESUMEN - En Colombia, el Valle del Cauca se caracteriza por obtener altos rendimientos y excelente calidad de fibra en el cultivo del algodonero; sin embargo, prácticas agronómicas asociadas al riego y uso de nitrógeno han incrementado los costos de producción. Para optimizar el uso de agua y nitrógeno, en los materiales con potencial para las condiciones locales, se requiere conocer la relación entre estos factores. Se consideró la calibración del SPAD-502 como una ayuda para corregir la fertilización nitrogenada. El rendimiento, porcentaje de fibra y partición de biomasa bajo los diferentes niveles de agua, no presentaron diferencias estadísticas. El rendimiento en Sinuana M-137, Delta-Opal, Makina y Acala 151791 respondió positivamente a la fertilización con 150 kg de N ha^{-1}, mientras que con 250 kg de N ha^{-1} tiende a disminuir. Las interacciones de N por época y variedad por época para la biomasa reproductiva fueron significativas. La asociación entre la concentración de clorofila obtenida por métodos espectrofotométricos y las lecturas registradas en campo con el SPAD-502 a los 50 DDE, para 0, 150 y 250 kg N ha-1 sin restricción de agua y utilizando una regresión lineal simple no mostraron un buen ajuste.
Palabras claves: algodón, agua, nitrógeno

INFLUENCES OF INTERACTION WATER - NITROGEN IN THE PARTITION OF DRY MATTER AND YIELD OF 7 VARIETIES OF COTTON IN THE VALLEY OF CAUCA, COLOMBIA.

ABSTRACT - In Colombia, the Valley of Cauca have being characterized to obtain high yields and excellent fiber quality in cotton crop; however, practical agronomic associated to the irrigation and nitrogen have increased the production costs. To optimize the use of water and nitrogen, in the materials with potential for the local conditions, it is required to know the relationship among these factors. It was considered the calibration of the SPAD-502 like a help to correct the N fertilization. The yield, fiber percentage and partition of biomass, under the different levels of water, didn't present statistical differences. The yield in Sinuana M-137, Delta-Opal, Makina and Acala 151791 responded positively to the fertilization with 150 kg of N ha^{-1}, while with 250 kg of N ha^{-1} it spreads to diminish. The interactions of N for time and variety for time for the reproductive biomass were significant. The association among the chlorophyll concentration obtained by spectrophotometrics methods and the readings registered in field with the SPAD-502 to the 50 DAE, for 0, 150 and 250 kg N ha^{-1} without restriction of water and using a simple lineal regression didn't show a good adjustment.
Key words: cotton, water, nitrogen

INTRODUCCIÓN

En Colombia, la zona del Valle del Cauca ha registrado históricamente los mayores rendimientos en la producción de algodón, con una excelente calidad de fibra; sin embargo, algunas prácticas agronómicas han incrementado los costos de producción. En esta zona se aplica un promedio de cinco riegos durante el ciclo de cultivo, sin tener como criterio el agua requerida por la planta y el momento de aplicación; el año anterior la fertilización y específicamente la nitrogenada, alcanzó valores hasta de 300 kg de N ha^{-1}, solo con el objetivo de obtener altos rendimientos. Lo anterior hace importante conocer la eficiencia del uso del agua y su interacción con el nitrógeno, en los materiales con potencial para ser utilizados en las condiciones locales. El medidor SPAD-502, usado en otras latitudes para determinar el estado del nitrógeno en el cultivo y tomar decisiones para corregirlo, se basa en la determinación indirecta de clorofila (BRONSON *et al*., 2003, PIEKIELEK *et al*., 1997). El equipo estima los niveles de clorofila en la hoja en forma instantánea, basado en la atenuación de la luz a 430 nm (un pico de transmitancia de la clorofila *a* y *b*) y a 750 nm (región del infrarrojo cercano donde no ocurre transmitancia) (Levy and Skiles, 1994). En Colombia, para generalizar el uso de este equipo, se requiere calibrarlo en las diferentes zonas de producción, variedades y estados de desarrollo de la planta, frente a diferentes niveles de fertilización nitrogenada. Los resultados obtenidos es este ensayo contribuyen a su calibración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Utilizando la metodología descrita por Hanks *et al.* (1976) que permite establecer simultáneamente diferentes tratamientos de riego de acuerdo con la distancia a la línea de aspersión, se estableció en el Centro de Investigación Palmira de Corpoica, un ensayo para evaluar el efecto de la interacción agua-nitrógeno en siete variedades de algodón: Caribeña, Corpoica M-123, Sinuana M-137, Del Rut Fibra Larga, Acala 1517, Mákina y Delta-Opal.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo de parcelas subdivididas con tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a cinco niveles de humedad como factor no aleatorizable y tres niveles de Nitrógeno (0, 150 y 250 kg de N ha^{-1}). Con una población de 111.000 plantas ha^{-1}, a 0.9 m entre surcos y 10 plantas m^{-1}. El suelo se preparó con un pase de cincel y dos pases de rastra. A la siembra se aplicó la totalidad del fósforo (70 kg ha^{-1} P_2O_5) y del boro (15 kg ha^{-1}), utilizando como fuente DAP y Borogram respectivamente. A los 12 días después de siembra (DDS) se aplicó la totalidad del hierro (15 kg ha^{-1}, como Sulfato de Hierro) y el 50% del nitrógeno (en los tratamientos 150 y 250 kg ha^{-1}, como fuente urea) y del potasio (K_2O 170 kg ha^{-1}, como fuente KCl); el 50% restante se aplicó a los 27 DDS.

Las plantas arvenses se controlaron con desyerbas manuales y el suministro del agua de riego se realizó cuando el nivel con mayor disponibilidad estuvo por debajo del 50% de la lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA). Para el manejo y control de lepidópteros, se realizaron liberaciones de *Trichogramma* (50 pulgadas ha^{-1} por semana) hasta los 65 DDE. El control del picudo se hizo por focos y en forma general cuando hubo ataque en varios sitios. Para la mosca blanca, se aplicaron de acuerdo con la evaluación insecticidas de baja toxicidad.

El desarrollo de la planta, en cuatro puntos del ciclo del cultivo 37, 80, 97 y 125 días después de emergencia (DDE), se evaluó a través de: altura de planta desde nudo cotiledonal hasta el ápice, número de nudos por planta, partición de biomasa a cada uno de los órganos (ramas, hojas, botones

florales, flores, cápsulas y motas). En los dos primeros muestreos se tomó una planta por material y por tratamiento de N en cada repetición en el nivel con mayor disponibilidad de agua; en los siguientes, se tomaron en todas las parcelas. A la cosecha, se tomaron todas las plantas de los dos surcos centrales, en una longitud de 3 m, y se determinó el rendimiento de algodón-semilla y el porcentaje de fibra.

La determinación de la concentración de clorofila y contenido de nitrógeno en hojas se realizó a los 50 DDE, se eligieron cinco plantas al azar por tratamiento y repetición, en el nivel correspondiente a mayor disponibilidad de agua. Esta se realizó sobre la hoja más joven completamente expandida, con el SPAD-502 tomando dos lecturas, una a cada lado de la nervadura central. Sobre la misma región se tomó una muestra de la hoja correspondiente a un disco de 1.13, cm^2 para la extracción de clorofila, utilizando DMF (N,N-dimetilformamida) (Inskeep and Bloom, 1985); las absorbancias de los extractos fueron analizadas en el espectrofotócolorimetro a las longitudes de onda de 664.5 y 647 nm. Las ecuaciones para los cálculos de concentración de clorofila *a*, *b* fueron las siguientes: Clorofila *a* (µg ml^{-1}) = $12.7*A_{664.5} - 2.79*A_{647}$; Clorofila *b* (µg ml^{-1}) = $20.7*A_{647} - 4.62*A_{664.5}$. Para determinar N total por digestión vía húmeda perclórico-sulfúrico metanol, en medio ácido, con valoración espectrométrica a 630 nm, se unieron los restos de las cinco hojas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Palmira presenta un clima de bosque seco tropical (Bs-t), una precipitación promedio anual de 1008 mm, altitud de 980 msnm y una temperatura promedio de 24ºC. El suelo donde se realizó el experimento es un Vertisol, Epiarquert típico, de textura arcillosa fino mezclado (carbonático), Isopertérmico, con pH ligeramente neutro, alto en contenido de materia orgánica, alta disponibilidad de fósforo asimilable (Bray II), contenido medianamente alto de bases intercambiables y Capacidad de Intercambio Catiónico y sin restricciones aparentes por contenido de sales solubles (C.E.) (Tabla 1).

Tabla 1. Características físico-químicas del suelo del lote 12A del Centro de Investigación Palmira.

Profundidad	pH	M.O	P	S	Ca	Mg	K	Na	ClCe	CE	Textura
	2:1	%	ppm		Cmol(+)/kg					dS/m	
0-20	7.1	4.03	39.6	8.1	17.0	8.0	0.31	0.38	25.69	0.31	F.Ar
20-40	7.1	2.62	20.9	10.4	17.0	11.0	0.21	0.44	28.65	0.29	F.Ar

El ciclo de cultivo fue de 154 DDE. El factor no aleatorizable, nivel de agua, no presentó diferencias significativas para rendimiento y porcentaje de fibra, mientras que la interacción variedad por tratamiento de nitrógeno presentó diferencias al 5 %, Figuras 1 y 2 respectivamente.

En el análisis estadístico del efecto de los tratamientos de nitrógeno en cada variedad, se encontró que el rendimiento en Sinuana M-137, Delta-Opal, Makina Y Acala 151791 respondió a la fertilización con 150 kg de N ha^{-1}, mientras que con 250 kg de N ha^{-1} el rendimiento de algodón semilla para estas variedades tiende a disminuir. CORPOICA M-123, DelRut Fibra Larga y Caribeña no respondieron significativamente a la fertilización nitrogenada. El mismo análisis para el porcentaje de fibra mostró que Makina y DelRut Fibra Larga no presentaron diferencias estadísticas significativas; las demás variedades respondieron negativamente a la fertilización con 150 y 250 kg de N ha^{-1}, disminuyendo el porcentaje de fibra.

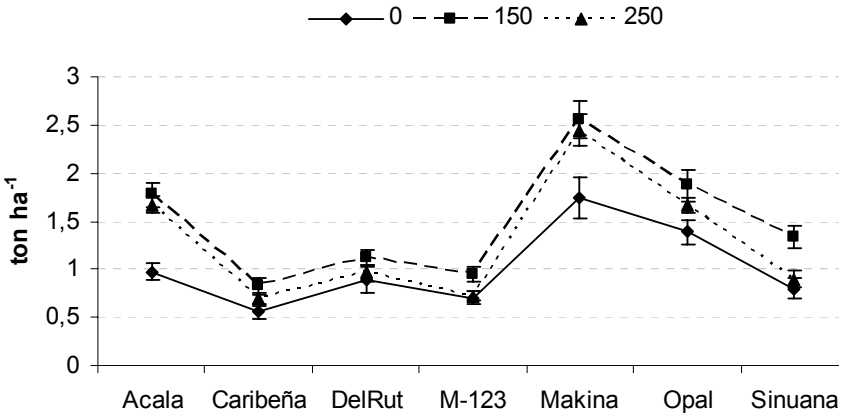

Figura 1. Rendimiento de variedades de algodón en función de niveles de fertilización nitrogenada. Palmira, 2004A**.**

Las variedades, Caribeña, Corpoica M-123, Sinuana M-137 y Delta Opal con 0 kg de N ha^{-1} presentaron los mejores porcentajes de fibra, con 45.95, 43.34, 42.93 y 42.84 respectivamente. El patrón de acumulación de biomasa en órganos vegetativos (suma de la fracción de biomasa correspondiente a hojas, tallos, pecíolos y ramas) obtenido en el nivel con mayor disponibilidad de agua fue similar para todos los materiales. El Anova, mostró significancia en la interacción época por tratamiento de N, interacción evidente en los muestreos realizados a los 97 y 125 DDE (Fig. 3).

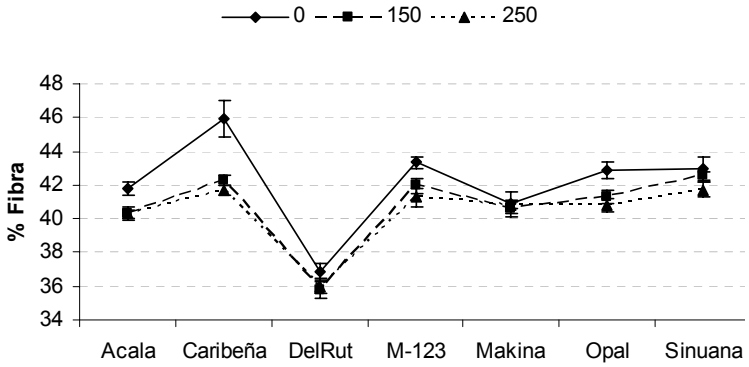

Figura 2. Porcentaje de fibra en variedades de algodón en función de niveles de fertilización nitrogenada. Palmira, 2004ª.

Para el caso de la biomasa reproductiva (suma de la fracción correspondiente a botones, flores, cápsulas inmaduras y maduras) se encontró significancia en la interacción tratamiento de N por época y en la interacción variedad por época.

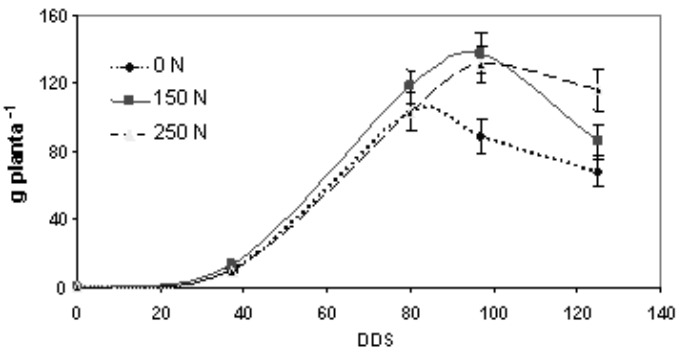

Figura 3. Acumulación de biomasa en órganos vegetativos de variedades de algodón bajo tres niveles de fertilización nitrogenada y sin restricción en la disponibilidad de agua en el suelo. Palmira, 2004A**.**

Teniendo en cuenta todos los niveles de agua, el Anova para los muestreos 97 y 125 DDE, mostró diferencias significativas al 1% en la acumulación de biomasa en los órganos vegetativos de la planta para el factor tratamiento de nitrógeno. En el caso de los órganos reproductivos, su acumulación es afectada de manera significativa por las diferentes variedades y tratamientos de nitrógeno, Fig. 4. Las variedades, Makina, Delta Opal y Acala 151791 presentan la mayor acumulación de biomasa en los órganos reproductivos, lo que coincide con los mayores rendimientos reportados para estos genotipos en este ensayo.

La asociación entre la concentración de clorofila obtenida por métodos espectrofotométricos y las lecturas registradas en campo con el SPAD-502 a los 50 DDE, para 0, 150 y 250 kg N ha-1 sin restricción de agua y utilizando una regresión lineal simple como lo propone Zotarelli et al. en el 2003, no mostraron un buen ajuste. Los coeficientes de determinación obtenidos para Clorofila ***a+b*** fueron: 0.44, 0.15, 0.01 para 0, 150 y 250 kg N ha-1 respectivamente (Fig. 5) mostrando un mayor grado de asociación cuando no se realizó fertilización nitrogenada.

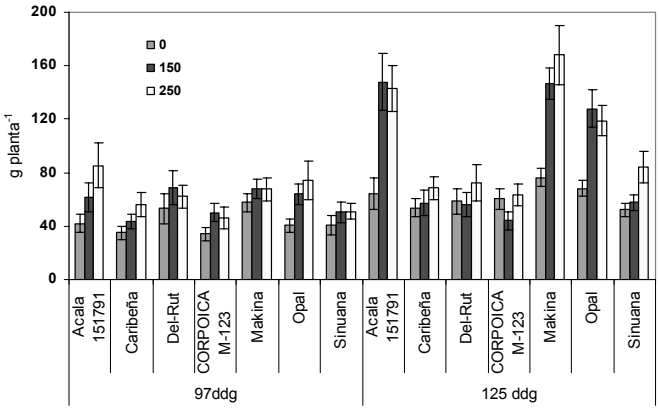

Figura 4. Acumulación de biomasa en órganos reproductivos de variedades de algodón bajo tres niveles de fertilización nitrogenada y cinco niveles de agua disponible. Palmira, 2004A.

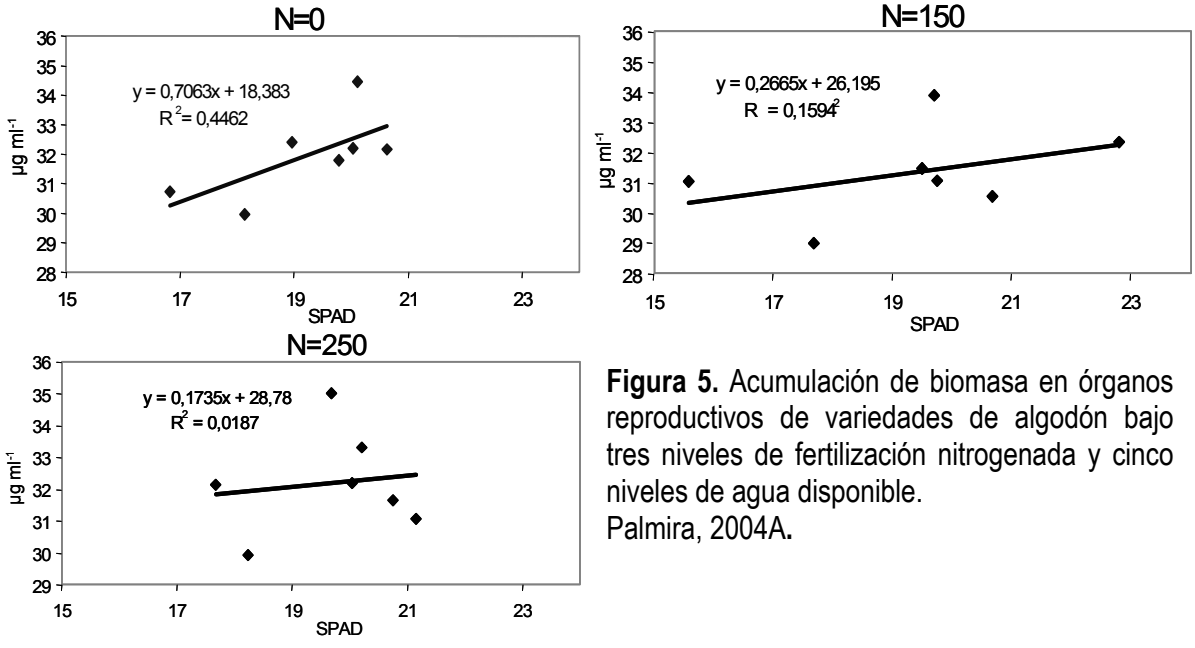

Figura 5. Acumulación de biomasa en órganos reproductivos de variedades de algodón bajo tres niveles de fertilización nitrogenada y cinco niveles de agua disponible. Palmira, 2004A.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del ensayo los diferentes niveles de agua no ejercieron un efecto significativo sobre las variables analizadas. No se detectó una diferencia estadística significativa sobre los rendimientos de algodón semilla debida a los tratamientos de 150 y 250 kg de nitrógeno ha^{-1}, comportamiento que tuvo la misma tendencia en la acumulación de biomasa en botones, flores y cápsulas tanto inmaduras como maduras por planta, lo que indica que es posible mejorar la eficiencia del uso del nitrógeno con aplicaciones iguales o inferiores a 150 kg ha^{-1}. Lo anterior podría favorecer una disminución en los costos del cultivo y en la presión sobre la contaminación del ambiente. Los resultados obtenidos en la asociación entre la concentración de clorofila determinada por métodos espectrofotométricos y las lecturas con el SPAD-502 a los 50 DDE sin restricción de agua, presentaron una relación con los tratamientos de nitrógeno, el coeficiente de determinación R^2 fue menor a mayor nivel de este factor. El protocolo para el uso del equipo requiere aún mas estudio incluyendo la evaluación de contenido de nitratos en el pecíolo antes de determinar su utilidad práctica para los agricultores del Valle del Cauca como apoyo en la toma de decisiones para manejar la fertilización nitrogenada apoyándose sólo en las lecturas del SPAD-502

(*) El trabajo se desarrollo bajo el auspicio del Convenio MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL - CONALGODÓN

BIBLIOGRAFÍA

BRONSON, K. F.; CHUA, T. T.; BOOKER, J.; KEELING, W.; LASCANO, R. J. Season nitrogen status sensing in Irrigated cotton. **Soil Sci. Soc. Soc. Am. J.,** v. 67, p. 1439-1448, 2003.

HANKS, R. J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V. P.; WILSON, G. D. Line source sprinkler for continuous irrigation-crop producction studies. **Soil Sci. Soc. Soc. Am. J.,** v. 40, p. 426-429, 1976.

LEVY D. L.; SKILES, J. W. **Calibration of the Minolta SPAD-502**: A nondestructive means of determining chlorophyll. NASA Ames Research Center, 1994. 7 p.

PIEKIELEK, W.; LINGEFELTER, D.; BEEGLE, D.; FOX, R. The early-season chlorophyll meter test for Corn. PennState: College of Agricultural Science / Cooperative Extensión, 1997. 6 p. (Agronomy Facts, 53).

ZOTARELLI, L.; GARCÍA, C. E.; PICCININ, J. L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, M. R; TORRES, E.; RODRÍGUEZ, A. B. J. Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 9, p. 1117-1122, 2003.