



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOBIS IMPONETUR VIRILIS TOGA. 1948

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA

Densidad poblacional en soya [*Glycine max* (L.) Merr.]:
efecto sobre el crecimiento y rendimiento de la planta
en época de primavera

Autora: Sandra Cardoso Romero

Tutor: Ms.C. Ahmed Chacón Iznaga

Consultantes: Dr.C. Sinesio Torres García

Ing. Leiffy Arturo Sánchez Vítores

2008

“Año 50 de la Revolución”

RESUMEN

En las condiciones de la Estación Experimental Agrícola “Álvaro Barba Machado” perteneciente a la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, se desarrolló una investigación de campo sobre un suelo Pardo sialítico mullido, con el objetivo de definir el efecto del espaciamiento entre surcos sobre el crecimiento y rendimiento de dos variedades de soya [*Glycine max* (L.) Merr.], durante la época de primavera que abarcó el período del 16 de mayo al 7 de septiembre del 2007. Se utilizaron los cultivares: Incasoy-24 e Incasoy-27 recomendados por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). En cada variedad se mantuvo constante la distancia entre plantas y se varió la comprendida entre surcos, empleándose cuatro espaciamientos: 0.45 m; 0.60 m; 0.70 m y 0.90 m, en cada uno de los cuales se evaluaron los índices de crecimiento: altura de las plantas, área foliar, índice de área foliar (IAF), tasa de asimilación neta (TAN) y potencial fotosintético, así como indicadores de rendimiento desde el punto de vista biológico y agrícola. Se determinó que, de forma general, en ambas variedades los mejores resultados en las evaluaciones realizadas, correspondieron a las plantas separadas a menor distancia entre surcos.

ABSTRACT

Under the conditions of "Álvaro Barba Machado" Agricultural Research Station belonging to the Central University "Marta Abreu" of Las Villas, a field investigation was developed on a Brown sialitic soil (Inceptisol), with the objective of determining the effect of the spacing among furrows on the growth and yield of two soja varieties [*Glycine max* (L.) Merr.], during the spring season that embraced the period from May 16 to September 7, 2007. The cultivars: Incasoy-24 and Incasoy-27 recommended by the National Institute of Agricultural Sciences (INCA) were used. In each variety the distance among plants was kept constant while the distance among furrows was changed, being used four spacing: 0.45 m; 0.60 m; 0.70 m and 0.90 m, in each one the indexes of growth: height of the plants, foliar area, foliar area index (IAF), rate of net assimilation (TAN) and photosynthetic potential, as well as yield indicators from the biological and agricultural points of view, were evaluated. It was determined that, in general in the evaluations carried out in both varieties the best results, corresponded to the plants less separated among furrows.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Densidad de siembra en el cultivo de la soya.....	3
2.2. El cultivo de la soya en Cuba.....	4
2.2.1. Cultivares o variedades comerciales.....	5
2.3. Aspectos botánicos y fisiológicos.....	7
2.3.1. Fases fenológicas.....	8
2.3.2. Producción de biomasa seca.....	9
2.4. Influencia de los factores edafoclimáticos	10
2.4.1. Suelos.....	10
2.4.2. Temperatura.....	10
2.4.3. Humedad.....	11
2.4.4. Fotoperíodo.....	12
2.5. Aspectos aerotécnicos.....	13
2.5.1. Preparación de suelos y profundidad de siembra.....	13
2.5.2. Control de malezas, plagas y enfermedades.....	13
2.5.3. Cosecha.....	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
3.1. Lugar donde se condujo la investigación.....	16
3.2. Descripción del experimento.....	16
3.3. Evaluaciones realizadas	16
3.3.1. Índices de crecimiento.....	16
3.3.2. Indicadores de rendimiento.....	18
3.3.2.1. Rendimiento biológico.....	18
3.3.2.2. Componentes del rendimiento agrícola.....	18
3.3.2.3. Peso de 100 semillas.....	18
3.3.2.4. Rendimiento económico e Índice de cosecha.....	18
3.4. Principales plagas.....	19

3.5. Procesamiento estadístico.....	19
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1. Índices de crecimiento.....	20
4.1.1. Altura de la planta.....	20
4.1.2. Área foliar.....	22
4.1.3. Índice de área foliar (IAF).....	23
4.1.4. Tasa de asimilación neta (TAN).....	25
4.1.5. Potencial fotosintético.....	26
4.2. Indicadores de rendimiento.....	27
4.2.1. Rendimiento biológico.....	27
4.2.2. Componentes del rendimiento agrícola de la variedad Incasoy-24.	30
4.2.2.1. Número de legumbres por rama.....	30
4.2.2.2. Número de legumbres por tallo.....	30
4.2.2.3. Número de legumbres por planta.....	31
4.2.2.4. Número de semillas por legumbre.....	31
4.2.2.5. Número de semillas por planta.....	32
4.2.3. Componentes del rendimiento agrícola de la variedad Incasoy-27.....	32
4.2.3.1. Número de legumbres por rama.....	32
4.2.3.2. Número de legumbres por tallo.....	32
4.2.3.3. Número de legumbres por planta.....	32
4.2.3.4. Número de semillas por legumbre.....	33
4.2.3.5. Número de semillas por planta.....	33
4.2.4. Peso de 100 semillas.....	34
4.2.5. Rendimiento económico e índice de cosecha.....	35
4.3. Principales plagas.....	37
5. CONCLUSIONES.....	38
6. RECOMENDACIONES.....	39

1. INTRODUCCIÓN

La siembra de la soya se ha recomendado tradicionalmente en hileras separadas a 0.60 y 0.80 m, usando poblaciones entre 300 000 y 400 000 plantas por hectárea (Graterol y González, 2004). La densidad de población variará según el tipo de suelo, las condiciones de secano o regadío y la variedad a emplear; que si es de ciclo largo se reducirá más la densidad de población que cuando se trate de una variedad temprana.

Actualmente en la provincia de Villa Clara se dispone de cultivares de soya poco estudiados en suelos Pardos sialíticos en diferentes condiciones tecnológicas, entre las que se incluye la densidad de población, por lo que la correcta elección de la misma, constituye una decisión importante para optimizar la productividad de este cultivo.

Ferrarris *et al.* (2003) plantean que los diferentes cultivos de cosecha varían en la capacidad para mantener sus rendimientos en un rango amplio de densidades de siembra, y la soya se cuenta entre los más plásticos. Ante los cambios en la densidad, la soya ajusta el área foliar por planta (AFP), manteniendo estable el índice de área foliar (IAF), es decir, mantiene constante su nivel de cobertura. A medida que la densidad aumenta, disminuye el crecimiento y el número de granos por individuo, sin embargo, los mecanismos anteriores determinan un comportamiento estable dentro de un rango, superado el cual, variaciones en la densidad de siembra afectan los rendimientos. Cultivares de ciclo más corto y porte más erecto requieren densidades mayores para alcanzar un nivel óptimo de cobertura y aprovechar toda la oferta lumínica disponible.

Para efectuar la siembra la distancia entre surcos puede ser de 0.50; 0.60 y 0.70 m; cada una de ellas puede ser utilizada en dependencia de la experiencia de cada lugar respecto a las variedades y la posibilidad de cultivar o no altas densidades de población. El número de plantas por metro lineal de surco puede variar entre 20 y 25, correspondiéndose el más alto con la mayor distancia entre surcos. Las distancias indicadas proporcionan una densidad de 330 000 a 400 000 plantas por hectárea; lo que está en el rango recomendado por la literatura para los países tropicales (Rizzo, 1992; García, 1995). Los fallos de más de 0.30 m dentro de las hileras, no siempre están compensados por la ramificación y dan menores rendimientos, lo que también puede suceder cuando aumentan las malezas (Torres y García, 1991).

Las referencias anteriores conllevan al planteamiento de la siguiente **hipótesis**:

El adecuado espaciamiento entre plantas, permitirá obtener coberturas vegetales que logren una expresión apropiada del crecimiento y rendimiento de variedades de soya en una época de siembra.

Para la comprobación de esta hipótesis se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo general

1. Definir el efecto de la densidad poblacional en soya sobre el crecimiento y rendimiento de la planta en época de primavera.

Objetivos específicos

1. Evaluar diferentes índices de crecimiento en cultivares de soya según la densidad de población.
2. Evaluar indicadores de rendimiento en cultivares de soya sembrados a diferentes densidades de población.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Densidad de siembra en el cultivo de la soya

La elección correcta del espaciamiento entre surcos y de la densidad de siembra resulta una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo, dado que posibilitan al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento (Vega y Andrade, 2000). Para determinar la distancia entre surcos, tienen que ser considerados el hábito de crecimiento y la precocidad de la planta, así como también la disponibilidad del agua y nutrientes en el suelo (Heatherly *et al.* (1999).

Según Graterol y González (2004) un sistema de siembra en hileras angostas lo constituye el sistema conocido como hileras dobles o hileras apareadas, donde las hileras dentro de cada par se separan a una corta distancia, comúnmente a 20 cm, mientras que cada par se separa del siguiente a una distancia mayor, por lo general de 40 a 60 cm.

En una plantación de soya se puede observar que las plantas se siembran muy cercanas unas a otras dentro de las hileras (entre 5 a 10 cm) y debido al crecimiento, el cultivo llega un momento en que "cierra" el follaje produciéndose un alto grado de auto sombreado entre las hojas de una misma planta, así como dentro y entre las hileras (Urosa y Ascencio, 1993).

La densidad de siembra óptima de cualquier cultivo es aquella que maximiza la intercepción de radiación fotosintéticamente activa durante el período crítico para la definición del rendimiento y permite alcanzar el índice de cosecha máximo (Vega y Andrade, 2000).

En correspondencia con lo anterior Carpenter y Board (1997) refieren que ante variaciones en la densidad, el cultivo de soya ajusta el área foliar por planta y mantiene estable el índice de área foliar, o sea, conserva su nivel de cobertura de forma invariable.

En el cultivo de soya, el empleo inadecuado de densidades de población y distanciamientos entre surcos, propicia una ineficiente intercepción de la luz solar que resulta en una baja producción de fotosintatos y en consecuencia se obtiene un bajo rendimiento de grano (Ascencio 1999). En este sentido Valentinuz (1996) refiere que a nivel fisiológico, en bajas densidades aumenta el número de nudos potenciales y disminuye el aborto de flores, por

otro lado Egli (1994) plantea que al incrementarse la densidad, la misma cantidad de fotoasimilados es capaz de alimentar un mayor número de nudos reproductivos en detrimento del crecimiento vegetativo, aunque especifica que esta respuesta a la densidad se daría únicamente en cultivares con hábito de crecimiento indeterminado.

El efecto del arreglo espacial sobre los rendimientos de la soya puede ser explicado a través de los postulados establecidos por Duncan (1986), cuando refiere que el rendimiento continúa incrementándose con la densidad de plantas hasta un límite bastante superior al necesario para alcanzar la máxima intercepción de radiación y que dentro de ciertos límites, la materia seca acumulada en tejidos vegetativos a inicios del período de crecimiento de los granos tiene una relación directa con el rendimiento. Al respecto Gebhardt y Minor (1983) reportan que el incremento de los rendimientos de la soya sembrada en hileras angostas, 50 cm o menos, sobre aquella sembrada en hileras convencionales (60 cm o mayores) frecuentemente excede 10 %.

Sylvester (2000) plantea que la siembra de soya en distancias menores a 70 cm entre surco puede aportar ventajas como el aumento de rendimiento a través de una mayor actividad fotosintética y mayor eficiencia en el uso del agua, sombreado del suelo más rápido, lo cual reduce las pérdidas por evaporación del suelo, contribuye a controlar malezas y reduce los efectos de la erosión al permitir una mayor cobertura del suelo.

2.2. El cultivo de la soya en Cuba

El cultivo de la soya [*Glycine max* (L.) Merr.] ha cobrado importancia en la actualidad en Cuba, pues a pesar que desde 1904 se trabaja con el mismo (Socorro y Martín, 1989), no es hasta la década del 90 que los productores y directivos toman conciencia de su extraordinario valor, especialmente por su alto contenido de proteína y de aceite.

Según González (2005) en el año 1905, fueron plantadas para su aclimatación alrededor de cincuenta variedades en la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas. Por años su cultivo se limitó a las demandas de investigaciones y solo a fines de la década de los años 50 se inició la explotación comercial en áreas de las actuales provincias de Villa Clara, Ciego de Ávila y Pinar del Río con destino a la fabricación de piensos para el ganado, pero el aumento de las importaciones casi la erradicó de los suelos cubanos.

En las condiciones de Cuba el cultivo de la soya presenta un desarrollo productivo favorable en siembra de primavera. Según Farias (1995), debido a las intensas precipitaciones y la elevación de las temperaturas que se inician a finales de abril y principios de mayo, es posible obtener producciones de máxima eficiencia en volúmenes de grano sin las costosas técnicas de riego, lo que podría significar un alto porcentaje del costo del cultivo.

La soya puede sembrarse en Cuba prácticamente durante todo el año, si se tiene en cuenta el cultivar a seleccionar para cada ocasión. No considerar este criterio ha provocado varios fracasos en el país y constituye uno de los factores que ha contribuido a que no haya tenido más auge en la Agricultura (Penichet *et al.*, 2006).

En la primavera de 1992 en áreas cañeras se sembraron 6 600 ha y a pesar de los grandes esfuerzos realizados, los resultados fueron desalentadores debido a la falta de variedades apropiadas para la época y a la insuficiente base material en cuanto a herbicidas, máquinas cosechadoras y otros recursos (Ponce *et al.*, 2002).

En la actualidad los centros de investigación, continúan trabajando en la evaluación de los cultivares para diferentes épocas y ecosistemas, en la producción de semillas básicas y registradas, así como, en todo lo referente a las tecnologías del cultivo. La disponibilidad y la calidad de las semillas es una de las tareas que se priorizan ya que aún no cubren las necesidades y expectativas. La Empresa Productora de Semillas Varias reproduce aquellas variedades, aprobadas por la Comisión de variedades del Ministerio de la Agricultura, que demandan los productores donde se introduce este cultivo (Esquivel, 1997).

Con la difusión internacional del consumo de soya en la alimentación humana, la industria alimentaria en Cuba incluyó entre sus renglones leche y quesos elaborados a partir de la leguminosa, y posteriormente se introdujo como extensor de productos cárnicos, entre otras variantes. A pesar de estas disponibilidades, la población cubana no la incluye aún entre sus principales demandas, aunque por años ha usado la salsa de soya (shoyu) como condimento en la preparación de carnes y arroces González (2005).

2.2.1. Cultivares o variedades comerciales

Zelarayan (2000) plantea que la elección de las variedades a sembrar es el punto más crítico ya que una variedad puede ser excelente en siembras de estación y pésima en

siembras de primavera. El perfil que debe reunir una variedad para siembras de primavera es el siguiente: tallo de hábito de crecimiento (HC) fuertemente indeterminado, con capacidad de triplicar a cosecha la altura alcanzada al inicio de la floración, tolerancia al desgrane (10 a 15 días), al estrés térmico durante las etapas reproductivas y frente al complejo de enfermedades de fin de ciclo, además debe tener un mínimo porcentaje de tallo verde, legumbres inmaduras, semillas verdosas y hojas retenidas a cosecha.

En Cuba existen un grupo de cultivares o variedades comerciales de soya adaptadas a diferentes épocas de siembra, algunas han sido obtenidas de un programa de mejoramiento, mientras que otras son el resultado de la introducción y prueba en las condiciones de Cuba. A continuación se brindan algunos datos de los cultivares estudiados en este trabajo:

Incasoy-24 posee una altura máxima y de inserción a la primera legumbre de 105 cm y 14 cm respectivamente. Es muy ramificada con follaje denso. Las legumbres están distribuidas por toda la planta en número equivalente a 80 y presentan cierta permeabilidad al agua. Las semillas son pequeñas, de color amarillo, con una elevada calidad y su disposición por legumbre es de 2.4. A partir de las características observadas referidas a la altura, tanto la de la planta, como la de inserción de la primera legumbre y su maduración menos uniforme, resulta más recomendable para su manejo en siembras con altas tecnologías. Es tolerante a las principales enfermedades, demora 105 días a la cosecha, el peso de 100 semillas es de 9.8 g y alcanza un elevado rendimiento de 2.50 t ha⁻¹.

Incasoy-27 alcanza una altura máxima de 82 cm y posee un follaje poco denso y verde oscuro. Las legumbres son abundantes, se distribuyen por toda la planta en número equivalente a 85. Las semillas son pequeñas de color amarillo-verdoso, de elevada calidad y su disposición por legumbre es de 2.5. La menor altura de las plantas y de inserción de la primera legumbre (9.5 cm), hacen de Incasoy-27 un cultivar más recomendable para la producción artesanal en pequeñas áreas. Tarda 95 d a la cosecha, el peso de 100 semillas es de 13.8 g y alcanza un elevado rendimiento de 2.30 t ha⁻¹.

2.3. Aspectos botánicos y fisiológicos

Socorro y Martín (1989) plantean que el sistema radical de la planta de soya está compuesto por una raíz principal engrosada en su parte superior, que a los 10 o 15 cm se reduce considerablemente su diámetro, confundándose con las raíces secundarias. Se desarrolla fundamentalmente en la capa arable del suelo hasta una profundidad de aproximadamente 30 cm, algunas pueden alcanzar 200 cm según el tipo de suelo y la humedad de este.

El tallo presenta consistencia herbácea, forma cilíndrica, color verde, aunque se pueden encontrar otras coloraciones antociánicas de diferentes intensidades y su longitud varía entre 15 y 200 cm, no obstante González (2005) plantea que alcanza entre 150 y 180 cm de altura. Generalmente su hábito de crecimiento es erecto, aunque se pueden encontrar formas semitrepadoras y trepadoras. Del tallo principal se originan ramificaciones en número de dos a ocho.

Las hojas verdaderas son trifoliadas, excepto las dos primeras, su color es verde en diferentes intensidades. La superficie puede ser lisa, brillante o arrugada y también se pueden encontrar densamente cubiertas de pelos, tanto por el haz como por el envés.

Las flores son pequeñas, de color blanco o púrpura y en raras ocasiones se presentan ambos colores en la misma flor. Se hallan situadas en las axilas de las hojas. Estructuralmente constan de cinco pétalos: un estandarte, dos alas y una quilla. El cáliz es acampanado y muy piloso. El pistilo está rodeado por diez estambres que forman una columna estaminal y normalmente se autopoliniza, aunque muchas flores se caen sin llegar a formar frutos (Socorro y Martín, 1989). La aparición de flores está controlada por un complicada interacción entre el fotoperíodo y la temperatura (Wiebold, 2003).

Produce sus frutos en forma de legumbres cubiertas de pelos, que contienen de dos a tres semillas y muy raramente puede llegar hasta cuatro, aunque González (2005) refiere que contienen entre dos y cinco. La coloración es muy variada: gris-arenoso, amarillo-claro, amarillo-parduzco, gris-parduzco, rojizo-parduzco o negro.

Las semillas de la mayoría de las variedades comerciales son de color amarillo (diversas tonalidades), aunque también pueden ser verdes, negras, castañas, pardo-amarillentas o mezcla de colores. El color del hilo puede ser negro, castaño claro, castaño oscuro o del

mismo color que la semilla (Socorro y Martín, 1989). La forma es variable pero generalmente son ovaladas, pequeñas, de superficie lisa y según González (2005) se cosechan tras un ciclo vegetativo de poco más de cuatro meses a partir de la siembra y después que las plantas están totalmente secas.

Otra característica relevante relacionada con la floración y controlada genéticamente es el denominado período juvenil, el cual es un estadio, después de la emergencia, insensible al fotoperíodo y sensible a la temperatura; durante el mismo la soya no florece aunque el fotoperíodo sea apropiado. Esta propiedad hace que las plantas puedan alcanzar un desarrollo vegetativo mayor antes de ser inducidas a florecer, lo que las hace poseer una gran adaptabilidad, pueden ser utilizadas en diferentes épocas de siembra, por lo general son más productivas, pero también en la mayoría de los casos el ciclo es más largo (Farias, 1995; Ferraz de Toledo *et al.*, 1995), en este sentido en Cuba se utilizan variedades como “Doko” y “Vernal” cuyo período juvenil es prolongado, por lo que tienen un ciclo muy largo, sobre todo cuando se siembran en primavera.

2.3.1. Fases fenológicas

Según Baigorri *et al.* (2002) la más difundida de las clasificaciones de los estados de desarrollo en soya, emplea dos escalas, una para los estados vegetativos y otra para los reproductivos. Los estados vegetativos (V) son identificados con números, con excepción de los dos primeros, los que caracterizan a la emergencia (Ve) y al cotiledonar (Vc). Luego de Vc los estados se identifican con el número del nudo, sobre el tallo principal, que presenta la hoja más recientemente desarrollada. Los estados reproductivos definen el inicio y la plenitud de las siguientes etapas: floración, R1 y R2; formación de legumbres, R3 y R4; llenado de granos, R5 y R6 y madurez, R7 y R8, respectivamente. Algunos estados de desarrollo de la soya son difíciles de distinguir bajo condiciones de campo (Zhang *et al.*, 2004). En la tabla 1 (Anexo 1) se refleja de manera resumida lo anteriormente expuesto.

La etapa embrionaria se extiende desde el comienzo de la germinación hasta que la pequeña planta, ya emergida, ha desarrollado su primer par de hojas y se independiza de reservas acumuladas en los cotiledones (planta autótrofa). La radícula es lo primero

que emerge desgarrando el tegumento. Al segundo o tercer día puede extenderse de 2 a 3 cm hacia abajo y poco después emite las primeras ramificaciones. Con estos apoyos de anclaje, el alargamiento del hipocótilo proyecta a los cotiledones hacia la superficie arrastrados por el gancho hipocotilar (Sylvester, 2000).

El crecimiento vegetativo y la producción de nudos continúa a través de los estados reproductivos, en los cultivares indeterminados sobre el tallo principal y en los determinados sobre las ramas. Entre Vc y V5, el tiempo de ocurrencia de un nuevo estado vegetativo es de aproximadamente 5 d y de 3 d entre V5 y R5, en este último es donde la planta cuenta con el mayor número de nudos. Al promediar el estado R5.5, ocurren varios eventos de importancia al mismo tiempo: en primer lugar la planta alcanza su máxima altura, número de nudos e índice de área foliar, después se producen las mayores tasas de fijación biológica de nitrógeno, las que luego empiezan a declinar abruptamente y finalmente las semillas inician un período rápido de acumulación de materia seca y nutrientes (Baigorri *et al.*, 2002).

2.3.2. Producción de biomasa seca

Vázquez y Torres (1995) plantean que la producción de biomasa seca global es la cantidad de producto seco obtenido por planta o por unidad de área, en ella está comprendida la biomasa seca aprovechable o útil (producto agrícola seco), además de la no aprovechable (sin utilidad agrícola) y depende del balance existente entre la fotosíntesis y la respiración, por lo que el rendimiento puede ser considerado desde dos puntos de vista: biológico, si se refiere a la materia seca total producida por la planta y agrícola cuando se trata de la cantidad de producto útil (fresco o seco) obtenido por planta (rendimiento por planta), o por unidad de área (rendimiento por área).

En la soya, poco después de R5.5, la acumulación de materia seca y de nutrientes en las hojas, pecíolos y tallos, se hace máxima y comienzan a redistribuirse de estos órganos a las semillas. El período de rápida acumulación de materia seca de la semilla continúa hasta poco después de R6.5, período durante el cual la semilla alcanza el 80 % de su peso seco. La tasa de acumulación de peso seco y de nutrientes empieza a declinar poco después de R6 y de R6.5 en toda la planta y en la semilla

respectivamente, mientras que se hace máxima en la planta entera poco después de R6.5 y en la semilla en R7. Se considera que una semilla ha alcanzado la madurez fisiológica, cuando cesa su acumulación de materia seca, esto se produce cuando la semilla (y generalmente la legumbre) se torna amarilla, perdiendo totalmente el color verde. A pesar que en R7 no todas las legumbres han perdido el color verde, se considera a este estado como el de madurez fisiológica, porque hay muy poca acumulación de materia seca adicional. La semilla posee en este momento un 60 % de humedad (Baigorri *et al.*, 2002).

Según Sasovsky (2002), la acumulación de materia seca en las semillas de soya describe una curva sigmoide caracterizada por una corta fase exponencial, seguida por la fase lineal, y finalmente una fase de incrementos decrecientes hasta llegar a madurez.

2.4. Influencia de los factores edafoclimáticos

2.4.1. Suelos

La soya no exige suelos muy ricos en nutrientes, por lo que a menudo se emplea como alternativa para aquellos terrenos poco fertilizados que no son aptos para otros cultivos. Se desarrolla en suelos neutros o ligeramente ácidos. Con un pH de 6 hasta la neutralidad se consiguen buenos rendimientos, en este sentido García y Permuy (2003) refieren que el pH debe ser de 6.4 a 6.6, aproximadamente.

Es especialmente sensible a los encharcamientos del terreno, de modo que en los de textura arcillosa con esta tendencia no es recomendable su cultivo. Según García y Permuy (2003) no se deben utilizar suelos muy pesados o arenosos, sino preferiblemente los de buen drenaje superficial e interno, cuya topografía sea llana o ligeramente ondulada, en correspondencia con lo anterior, si el terreno es llano, debe estar bien nivelado para que el agua no se estanque, además de poseer contenidos adecuados de materia orgánica (3.5 %), una fertilidad elevada, bajo contenido de sales y que sean profundos.

2.4.2. Temperatura

El crecimiento vegetativo de la soya es pequeño o casi nulo en presencia de temperaturas próximas o inferiores a 10 °C, quedando frenado por debajo de los 4 °C,

aunque es capaz de resistir heladas de 2 a 4 °C sin morir. Temperaturas superiores a los 40 °C provocan un efecto no deseado sobre la velocidad de crecimiento, dado que las altas temperaturas alargan el período juvenil y pueden afectar en gran medida el desarrollo de la planta (Ortiz *et al.*, 2000).

Farias (1995) reporta que temperaturas nocturnas entre 21 y 27 °C son óptimas para el inicio de la floración, sin embargo, esta fase puede comenzar con temperaturas próximas a los 13 °C. Las diferencias de fechas de floración entre años, que puede presentar un cultivar sembrado en la misma época, son debidas a variaciones de temperatura. Ziska y Bunce (1998) refieren que la estimulación del crecimiento relativo de la soya con el empleo de una elevada concentración de CO₂, fue reducida con un incremento de la temperatura.

2.4.3. Humedad

La soya tiene una alta demanda de agua durante su ciclo, debido a que invierte gran cantidad de este elemento para formar una unidad de materia seca, por lo que requiere de humedad abundante durante su etapa de crecimiento y más o menos sequedad en su período de madurez, especialmente en la época de cosecha. En la germinación se considera que necesita absorber el 50 % de su peso en agua (Daniele y Ortega, 1983), de lo contrario esta fase se torna más tardía y frecuentemente la semilla muere.

Tanto el déficit como el exceso de humedad son perjudiciales para alcanzar la uniformidad del número de plantas por unidad de superficie. Durante este período, el exceso de agua es mucho más limitante que el déficit (Salinas *et al.*, 1989).

La soya puede tolerar períodos cortos de estrés hídrico debido a su sistema radicular profundo y su floración relativamente prolongada (Mota, 1983). Las pérdidas de las primeras flores y frutos pueden ser compensadas por las que se forman más tarde, si existe humedad. Baigorri (2003) plantea que la ocurrencia de estrés hídrico a inicio de la floración suele producir un incremento de la longitud del ciclo.

Se producen efectos aditivos entre el estrés hídrico y las altas temperaturas en la reducción del ciclo en etapas reproductivas tardías y entre alta disponibilidad hídrica y las temperaturas bajas, en el alargamiento del mismo, durante todo el ciclo, además las condiciones de estrés hídrico durante el período de llenado del grano causan elevadas

pérdidas en el rendimiento (Sasovsky, 2002).

El exceso de agua puede ser nocivo y muy marcado entre genotipos, al respecto Neumaier y Nepomuceno (1995) refieren que el exceso o falta de agua influye en la actividad biológica y disposición de los nutrientes, además, está demostrado que existen diferencias entre cultivares en cuanto a la tolerancia al exceso de agua. Los cultivares de ciclo más largo, son menos susceptibles a la diferencia hídrica (Sylvester, 2000).

Modelos como el CROPGRO, que simulan los procesos biológicos, físicos y químicos de las plantas y del ambiente al que se asocian, comúnmente han sido empleados en varias regiones del mundo para estudiar la variabilidad del rendimiento de la soya en relación con las precipitaciones (Mera *et al.*, 2005).

2.4.4. Fotoperíodo

El fotoperíodo o duración de la luz solar influye en el desarrollo de la soya desde el momento de la emergencia hasta el período de liberación del polen y es determinante en la adaptación de los cultivares de esta especie a las diferentes latitudes (Villarroel *et al.*, 1996). La luz provoca el enderezamiento del gancho hipocotilar, promueve la síntesis de clorofila en los tejidos expuestos al sol, incluso los cotiledones, que se vuelven verdes y quedan horizontales a cada lado del eje comenzando la expansión de las dos hojas unifoliadas y la primera trifoliar.

En virtud de la respuesta a la luz, las plantas de soya son clasificadas como fotosensibles y de días cortos, y se les separan en grupos de madurez (de 000 al X), de acuerdo con el número de días requeridos para su maduración en latitudes específicas. Los cultivares ubicados en el grupo de madurez 000 son los más tardíos y adaptados a latitudes mayores de 46°, y los asignados al grupo X son los más precoces y adaptados a las latitudes cercanas al ecuador. Cuando los cultivares adaptados a las áreas templadas (fotoperíodo largo) son cultivadas en el trópico, florecen en 30 d o menos, consecuentemente el desarrollo vegetativo y reproductivo son pobres (Villarroel *et al.*, 1996).

Para que el cultivo pase de su fase vegetativa a su fase reproductiva, es necesario que la duración del día sea más corta que su fotoperíodo crítico, que no es más que el período de luz más largo bajo el cual la planta puede florecer (Farias, 1995), esta característica obliga al productor a tener extrema precaución en el momento de elegir un

cultivar para sembrar en una época determinada. La amplitud de fotoperíodo es suficiente para producir diferencias en la respuesta de las plantas, existiendo cultivares adaptados a las épocas de primavera, verano e invierno.

Estudios realizados han permitido conocer el fotoperíodo crítico de algunas de las variedades comerciales utilizadas en Cuba, llegándose a determinar que el de “INIFAT V9” y “Jupiter” es de 12 a 13 horas, el de “G7R-315” de 14 a 15 horas y el de “Cubasoy 23” y “Williams 82” de 15 a 16 horas. Las variedades restantes que utilizamos se pudieran agrupar de acuerdo a su respuesta como sigue: “Cubasoy 120”, “INIFAT 382” e “IGH 24” similar a “INIFAT V9” y “Duocrop” a “Cubasoy 23” (López *et al.*, 2000).

2.5. Aspectos agrotécnicos

2.5.1. Preparación de suelos y profundidad de siembra

La preparación del suelo para la siembra, comprende la adopción de prácticas culturales tendientes a obtener el máximo rendimiento productivo con el menor costo económico posible (Gómez, 2002). Puede realizarse de acuerdo a las características de cada lugar y los implementos y equipos con los que se cuente para ello; lo importante es que mediante ella se logre que el suelo posea las mejores condiciones para un buen desarrollo del sistema radicular del cultivo y que favorezca la infiltración de agua.

La profundidad de siembra varía con la consistencia del terreno. Debe sembrarse a una profundidad óptima de 2 a 4 cm, aunque en terrenos muy sueltos, donde exista el peligro de una desecación puede llegarse a los 7 cm (Socorro y Martín, 1989).

2.5.2. Control de malezas, plagas y enfermedades

El control de malezas es sumamente importante en el cultivo de soya, porque pueden causar pérdidas significativas al productor. Las plantaciones deben mantenerse limpias durante los primeros 45 d después de la emergencia, para lograr una siembra uniforme, facilitar las operaciones de mantenimiento y cosecha, obtener un producto final de mejor calidad y en consecuencia una mayor productividad (Oliveros *et al.*, 1996). Especies como *Senna obtusifolia* (L.) Irwin & Barnaby, son comunes y difíciles de controlar en el cultivo de la soya y pueden reducir los rendimientos en un 35 % (Courcelle, 2001).

Puriccelli *et al.* (2000), plantean que el manejo de malezas en los países con producción intensiva ha dependido siempre de los herbicidas, lo cual se ha incrementado con el continuo aumento de la siembra directa. La introducción de soya resistente a glifosato ha producido un cambio sustancial en el manejo en Estados Unidos y Argentina, mientras que en Brasil se sigue haciendo uso de cultivares tradicionales con un control basado en grupos muy diferentes de productos herbicidas.

El manejo integrado de insectos está siendo adoptado en forma creciente en todo el mundo. En estudios realizados en diferentes regiones se ha determinado que el cultivo de la soya está, prácticamente durante todo su ciclo, expuesto al ataque de insectos que constituyen plagas que pueden ocasionar grandes pérdidas en los rendimientos (Avilés *et al.*, 1995). En el sur de los Estados Unidos, se ha incrementado a su vez el uso de cultivares tempranos como una práctica para reducir el estrés hídrico en el cultivo. Este sistema provee además un intervalo de cosecha en el período seco y permite rendimientos iguales o mayores que la siembra convencional. Este sistema tiene además menor presencia de orugas defoliadoras aunque mayor presencia de *Nezara viridula* (L.) (Chinche verde), que si no son controladas pueden afectar a cultivos más tardíos (Puriccelli *et al.*, 2000).

Almeida (1995), describió cinco enfermedades causadas por virus que son las más importantes y afectan en casi todas las regiones donde se cultiva la soya, aunque los daños reportados no son de consideración. En Cuba se reportaron el virus del mosaico severo del caupí, y la evaluación de las afectaciones de éste en distintas variedades, y el virus del mosaico de la soya (Fernández, 1995). Las enfermedades generalmente tienen una menor incidencia en el cultivo, dentro de ellas las más generalizadas son las fungosas asociadas a la alta humedad (Tadashi, 1994).

La inclusión sostenida de soya en la rotación de cultivos y la reducción de las labranzas ha incrementado la presencia de muchas enfermedades y aunque las opciones de manejo son diversas algunas enfermedades son actualmente de difícil control. Si bien no está completamente documentado, hay ciertas evidencias de que la base de los actuales cultivares de soya ha cambiado pero presentan riesgos de mayor susceptibilidad a ciertas enfermedades como *Sclerotinia* (Puriccelli *et al.*, 2000).

2.5.3. Cosecha

Algunos síntomas de cosecha se visualizan o se detectan cuando la defoliación por secado es de 90 a 95 %, las legumbres presentan una coloración que varía de amarillo pálido a tonalidad marrón, y/o los tallos, además de los frutos están secos y cuando el grano posee entre 14 y 15 % de humedad (Oliveros *et al.*, 1996).

Los procedimientos para la cosecha dependen del nivel de mecanización del cultivo en el lugar que se trate, lo que su vez se condiciona a la extensión del mismo. En los grandes campos de soya las plantas son cosechadas con combinadas, pero con estas máquinas no siempre resulta práctica. Las grandes cosechadoras no funcionan eficientemente en campos pequeños, irregulares o sobre terrenos en pendiente. Por lo demás en las zonas donde la producción agrícola depende del trabajo manual, no se suele disponer de cosechadoras (Mesquita, 1995). La cosecha mecanizada exige una buena preparación, sobre todo que el suelo quede nivelado o alisado lo mejor posible, de manera tal que las cosechadoras puedan realizar un corte uniforme sin ingresar partículas de suelo a los mecanismos de la misma y evitar pérdidas (Martínez y Rodríguez, 2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar donde se condujo la investigación

La investigación se desarrolló en la Estación Experimental Agrícola “Álvaro Barba Machado” perteneciente a la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, donde el suelo predominante es Pardo sialítico mullido según la nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba de Hernández *et al.* (1999).

3.2. Descripción del experimento

El experimento se llevó a cabo durante la época de primavera (16 de mayo del 2007). Se utilizó un diseño en Bloques al Azar con tres réplicas donde los tratamientos empleados fueron las variedades Incasoy-24 e Incasoy-27 procedentes del Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA) y los subtratamientos los espaciamientos entre surcos 0.45 m, 0.60 m, 0.70 m y 0.90 m, manteniéndose constante en todos los casos la distancia de 0.04 m entre plantas, con lo cual se obtienen densidades de 555 555 pl ha⁻¹; 416 666 pl ha⁻¹; 357 142 pl ha⁻¹ y 277 779 pl ha⁻¹ respectivamente.

La siembra se efectuó de forma manual, con un posterior raleo a los siete días de la emergencia, conservándose la distancia entre plantas establecida. Se realizó el control mecánico de malezas en el momento necesario. La información climatológica de los períodos de estudio, se obtuvo de la estación meteorológica 78343 (Anexo 2).

3.3. Evaluaciones realizadas

3.3.1. Índices de crecimiento

Los índices de crecimiento: altura de la planta, área foliar, índice de área foliar, tasa de asimilación neta y potencial fotosintético, se evaluaron en 7 plantas tomadas al azar dentro de los dos surcos centrales de cada parcela.

La altura de la planta se midió desde el nivel del suelo hasta el último nudo, con la utilización de una regla milimetrada, a los 15; 30; 35 y 50 días de la emergencia (Ve), al igual que el área foliar que se determinó por el método de “Dibujo en papel”, mediante el cual se tomaron todas las hojas de la planta sin pecíolo, determinándose su peso fresco en una balanza de precisión. Se eligieron diez folíolos al azar, pesándose y dibujándose

su contorno sobre el papel. Se cortó y pesó un cuadrado de papel de 1 dm², del mismo tipo que fue utilizado para dibujar el contorno de los folíolos y se calculó el AF mediante la fórmula siguiente:

$$AF = \frac{A_C P_{F10} PT}{P_C P_{h10}} ; \text{ expresada en dm}^2, \text{ donde:}$$

AF: Área Foliar total de la planta; Ac: Área de un cuadrado de papel de 1 dm²

Pc: Peso del cuadrado de papel de 1 dm²; P_{f10}: Peso de diez figuras de papel;

PT: Peso fresco (g) de todos los folíolos de la planta;

Ph10: Peso fresco (g) de los diez folíolos de la planta.

El Índice de Área Foliar (IAF) corresponde a la superficie foliar que cubre una determinada superficie de suelo en la cual se desarrolla el cultivo y permite tener una idea de la superficie fotosintetizante potencialmente apta para captar la radiación solar incidente. Se determinó a los 15; 30; 35 y 50 días de Ve mediante la fórmula:

$$IAF = \frac{AF}{A} , \text{ donde:}$$

AF: Área Foliar total de la planta; A: Área vital de la planta

La Tasa de Asimilación Neta (TAN) es la producción de materia seca elaborada por la planta, determinada fundamentalmente por el balance entre la fotosíntesis y la respiración. Se calculó en tres intervalos (15 a 30 días; 30 a 35 días y 35 a 50 días de Ve respectivamente) mediante la fórmula:

$$TAN = \frac{2(P_2 - P_1)}{(AF_2 + AF_1)(t_2 - t_1)} ; \text{ expresada en g dm}^{-2} \text{ d}^{-1}, \text{ donde según el intervalo evaluado:}$$

P₁: Peso inicial de la materia seca total (g);

P₂: Peso final de la materia seca total (g);

AF₂: Área Foliar final; AF₁: Área Foliar inicial.

t₁: tiempo inicial; t₂: tiempo final.

El Potencial Fotosintético (PF) es la superficie de AF de hojas vivas que ha trabajado a lo largo del ciclo de la planta. Se calculó en tres intervalos (15 a 30 días; 30 a 35 días y 35 a 50 días de Ve respectivamente) mediante la fórmula:

$$PF = \frac{(AF_2 + AF_1)t}{2} ; \text{ expresado en dm}^2 \text{ d}^{-1}, \text{ donde según el intervalo evaluado:}$$

AF₂: Área Foliar final;

AF₁: Área Foliar inicial;

t: tiempo que media en cada intervalo.

3.3.2. Indicadores de rendimiento

3.3.2.1. Rendimiento biológico

El rendimiento biológico es la producción de materia seca por planta en gramos (órganos vegetativos y reproductivos). Se determinó a partir de la sumatoria del peso seco de todos los órganos presentes en la planta a los 15; 30; 35 y 50 días de la emergencia, así como al final del ciclo, para esta última atendiendo a que la planta de soya comienza a defoliarse a partir de la madurez fisiológica, se tomó el rendimiento biológico determinado a los 50 días como momento máximo de producción vegetativa y se sumó al peso seco de los órganos reproductivos presentes en la planta en la madurez de cosecha. Se utilizó una balanza de precisión y una estufa a 60 °C hasta obtener peso constante.

3.3.2.2. Componentes del rendimiento agrícola

En el momento de cosecha se evaluaron los componentes del rendimiento agrícola: número de legumbres por rama, número de legumbres por tallo, número de legumbres totales de la planta, número de semillas por legumbre, número de semillas por planta y peso de semillas por planta (g), para este último se utilizó una balanza de precisión y una estufa a 60 °C hasta obtener peso constante (12 % de materia seca).

3.3.2.3. Peso de 100 semillas

El peso de 100 semillas es un indicador que contribuye a definir normas de siembra en cualquier cultivo e indica la cantidad de semillas y posibles plantas a lograr en un peso determinado. Se utilizó una balanza de precisión y una estufa a 60 °C hasta obtener peso constante (12 % de materia seca).

3.3.2.4. Rendimiento económico e Índice de cosecha

Se evaluó el rendimiento económico que es la producción de materia seca del fruto agrícola por planta y el índice de cosecha que indica la relación entre la materia seca total producida por la planta y la materia seca acumulada en el fruto agrícola, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$IC = \frac{RE}{RB}; \text{ donde:}$$

RE: Rendimiento Económico; RB: Rendimiento Biológico

3.4. Principales plagas

Durante el período evaluado se determinaron las principales plagas, así como la fase fenológica en que tuvieron mayor incidencia en las variedades.

3.5. Procesamiento estadístico

Para el procesamiento estadístico, se aplicó pruebas de análisis de varianza para dos factores (variedad y distancia de siembra) para un experimento de bloque al azar. Utilizándose el paquete estadístico Statgraphics plus 5.0 del 2000. Se aplicaron las pruebas de Duncan (1955) para las comparaciones de medias, empleándose el paquete

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Índices de crecimiento

4.1.1. Altura de la planta

La altura de la planta es un índice de interés agronómico, dado por la relación con la cobertura del suelo, así como por la facilidad del cultivo para interceptar energía y competir con las malezas. En la variedad Incasoy-24 este índice de crecimiento fue afectado por la distancia entre surcos. En la figura 1 se observa que las plantas más altas se obtuvieron en las menores distancias (0.45 m y 0.60 m), correspondiéndose los máximos resultados a 0.45 m donde las plantas al final del ciclo alcanzaron una altura promedio por encima de 80.36 cm, sin embargo esta respuesta no fue consistente en todos los momentos evaluados, dado que a los 50 días de la emergencia (Ve) la mayor altura se logró a 0.60 m con 46.56 cm, aunque este valor no mostró diferencias significativas con el de la menor distancia.

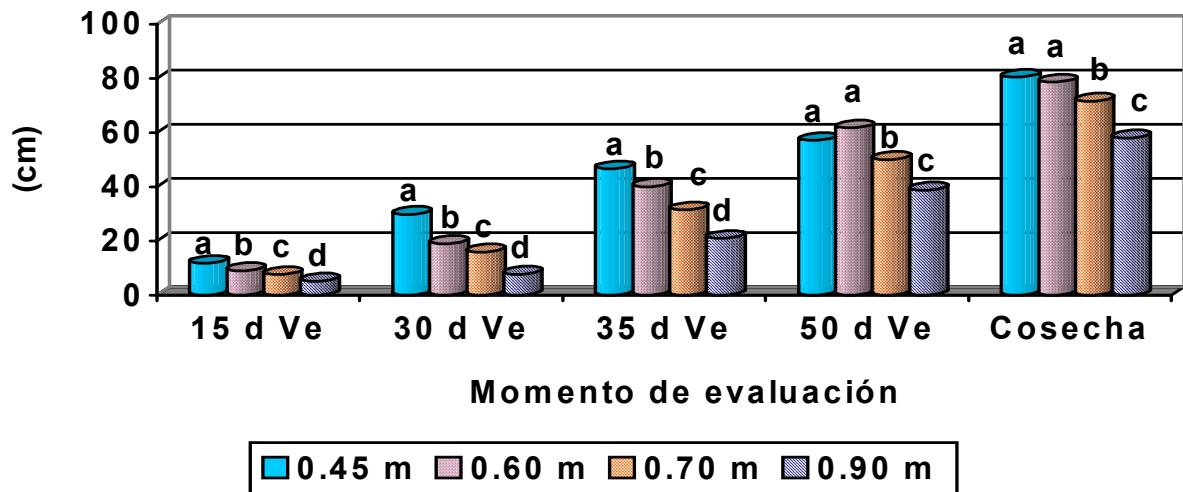


Figura 1. Altura de la variedad Incasoy-24 según momento de evaluación

En la variedad Incasoy-27 las plantas lograron mayor altura en las menores distancias (0.45 m y 0.60 m), correspondiéndose los máximos resultados a 0.60 m en todos los momentos de evaluación del cultivo (figura 2).

En correspondencia con lo anterior, al final del ciclo las plantas sembradas en esta distancia alcanzaron una altura promedio de 82.70 cm y la diferencia promedio con relación a las demás distancias, estuvo por encima de los 9 cm y específicamente con respecto a las plantas sembradas a 0.90 m fue mayor de 17 cm, aunque en el primer momento de evaluación esta diferencia no superaba los 3.60 cm

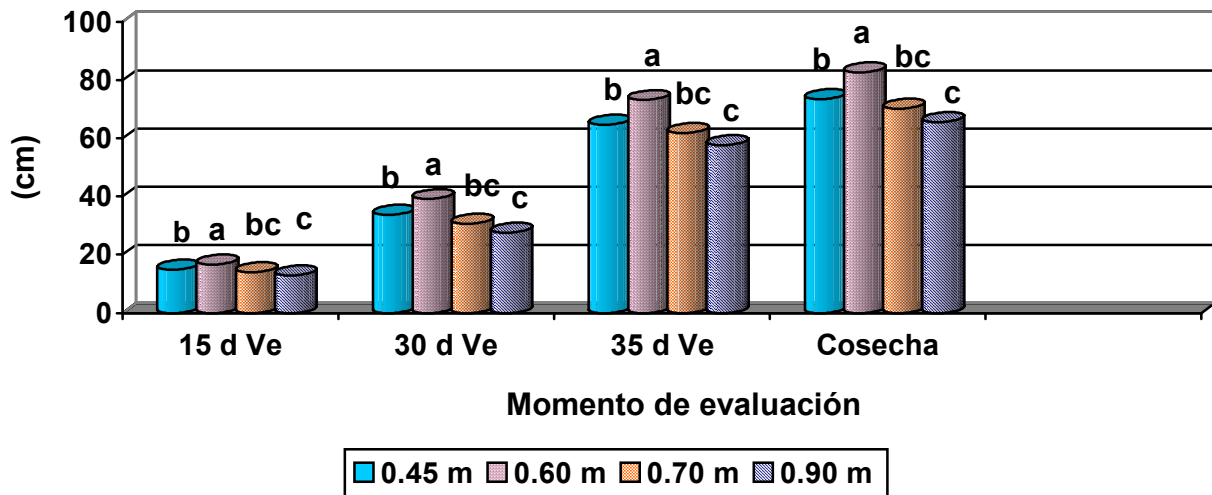


Figura 2. Altura de la variedad Incasoy-27 según momento de evaluación

Los resultados obtenidos en Incasoy-24 (0.45 m) e Incasoy-27 (0.60 m), coinciden con lo reportado por Ponce *et al.* (1997), que plantean que un cultivar de soya para la primavera debe tener una altura superior a 80 cm.

En este sentido coincide con los estudios de Toskuy *et al.* (2006) realizados con otras variedades, cuando plantean que con el distanciamiento entre surcos a 0.60 m, las plantas de soya tuvieron mayor altura y número de entrenudos, en comparación con las sembradas con el surcado tradicional a 75 cm, mientras que con la densidad de población menor, las plantas de soya fueron significativamente más bajas,

La respuesta de las plantas de Incasoy-24 no coincide con las evaluaciones de Ponce *et al.* (2002) en primavera en suelos ferralíticos rojos durante los años 1996, 1997 y 1998, donde en esta variedad se obtuvieron valores de 105.35 cm; 90.75 cm y 103.17 cm respectivamente, por otro lado con relación a Incasoy-27 si existe una correspondencia con los resultados logrados en los dos primeros años de esa investigación (81.72 cm y 85 cm respectivamente).

Los valores observados en las plantas de la variedad Incasoy-27, no se asemejan a los obtenidos por Hernández *et al.* (2004) en un experimento en primavera sobre un suelo Hidromórfico gley nodular ferruginoso, donde el valor máximo alcanzado fue de 57.11 cm, en este sentido se corresponden en parte con los resultados Ponce *et al.* (2002).

Las plantas sembradas en esta época muestran una altura adecuada, fundamentalmente en los espaciamientos entre surcos de 0.45 m (Incasoy-24) y 0.60 m (Incasoy-27), lo cual coincide con Thomas y Raper (1981) cuando refieren que las temperaturas ideales para el crecimiento de los cultivares de soya son las próximas a 30 °C, en este sentido otros autores han expresado que la soya puede cultivarse con éxito en una amplia variedad de condiciones de temperatura, encontrándose las óptimas para su desarrollo en un rango de 20 a 30 °C, además estas condiciones térmicas estuvieron acompañadas por valores de humedad relativa que reflejaron promedios normales, destacándose que la humedad relativa máxima estuvo por encima del 90 % (Anexo 2).

Los valores obtenidos están en correspondencia con Toskuy *et al.* (2006), al señalar que la interacción densidad x genotipo mostró que las dos variedades que objeto de estudio en su investigación, incrementaron significativamente su altura de planta en madurez fisiológica, al pasar de 150 000 a 250 000 plantas ha⁻¹ y además reportan que al aumentar la población de 250 000 a 350 000 plantas ha⁻¹, no se observó respuesta.

4.1.2. Área foliar

En Incasoy-24 los máximos valores de área foliar en los diferentes momentos evaluados, estuvieron distribuidos entre las distancias de 0.45 m, 0.60 m y 0.90 m, no obstante en la tercera evaluación realizada a los 50 días de Ve, la respuesta de las plantas en todas las distancias fue similar (Tabla 1). Se observó que entre el momento inicial (15 días de Ve) y el momento final (50 días de Ve) de la evaluación, el incremento promedio en este índice osciló en el rango de 18.36 a 28.22 dm².

En Incasoy-27 el máximo valor de área foliar se obtuvo a los 0.70 m en los cuatro momentos evaluados (Tabla 1), excepto a los 30 días de Ve donde el mejor resultado (4.37 dm²) se logró en la distancia de 0.90 m, no obstante este valor no difiere estadísticamente del alcanzado en la distancia de 0.70 m. Entre la primera y la última evaluación realizada, el área foliar aumentó entre 4.53 y 6.05 dm².

Respecto a los resultados obtenidos, Urosa y Ascencio (1993) plantean que durante el desarrollo vegetativo temprano de la soya (estadio V4, 21 días), todas las hojas de la cobertura están expuestas, pero, a medida que avanza el desarrollo y las plantas comienzan a sombrearse unas con otras, se empiezan a hacer notorias las diferencias en el área foliar y en el contenido de proteína.

Tabla 1. Área foliar de las variedades

Distancia (m)	Incasoy-24				Incasoy-27			
	AF ₁	AF ₂	AF ₃	AF ₄	AF ₁	AF ₂	AF ₃	AF ₄
	dm ²				dm ²			
0.45	1.42b	3.65b	6.18a	29.64 a	2.04 c	4.06 a	5.25 b	8.09 ab
0.60	1.68a	3.58b	6.02a	29.29 a	2.37 b	3.96 a	5.32 b	6.90 b
0.70	1.44b	3.92ab	6.76a	26.84 a	2.88 a	4.11 a	6.54 a	8.58 a
0.90	1.43b	4.21a	7.36a	19.79 b	2.83 a	4.37 a	5.39 b	7.77 ab
E.E. (ȳ) ±	0.03	0.34	0.52	1.61	0.08	0.19	0.30	0.44

* Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan (p < 0.05)

Leyenda:

AF: Área Foliar. **1; 2; 3 y 4:** momentos de evaluación (15; 30; 35 y 50 días de la emergencia respectivamente)

En correspondencia con lo anterior Rincón *et al.* (1997), enfatizan en las importantes implicaciones que tiene la cantidad de área foliar que posee una planta para su crecimiento y producción de materia seca, así como para su persistencia, dado que determina una mayor o menor captación de energía lumínica durante el proceso de crecimiento.

En este sentido Carpenter y Board (1997) refieren que ante variaciones en la densidad de siembra, el cultivo de la soya ajusta el área foliar por planta y mantiene estable su nivel de cobertura, por otro lado Sylvester (2000) plantea que una planta de soya recién establecida cuenta con suficiente superficie foliar para captar el estímulo fotoperiódico.

4.1.3. Índice de área foliar (IAF)

El índice de área foliar que desarrolla un cultivo (IAF) surge de dividir la superficie de las hojas que se encuentran sobre una unidad de suelo por dicha superficie. A medida que aumenta el IAF aumenta la radiación interceptada hasta que se llega a un valor a partir del cual los aumentos en el IAF no producen aumentos significativos en la intercepción de la radiación. El IAF crítico es de 95% y es importante por que por más que se aumente el IAF no aumenta sustancialmente la producción de materia seca del cultivo (Bragachini *et al.*, 2003).

En la tabla 2 se observa que las dos variedades los máximos IAF se observaron en la distancia de 0.45 m, mientras que las plantas sembradas a 0.90 m además de diferir completamente del resto, presentaron los menores valores promedio. En la variedad Incasoy-24 se comprobó que en la medida en que se incrementa la separación entre surcos, disminuye el IAF, al igual que en Incasoy-27, aunque en esta última el valor promedio obtenido en 0.70 m es superior al de 0.60m, no obstante no difieren estadísticamente.

Tabla 2. Índice de área foliar de las variedades

Distancia (m)	Incasoy-24				Incasoy-27			
	IAF ₁	IAF ₂	IAF ₃	IAF ₄	IAF ₁	IAF ₂	IAF ₃	IAF ₄
0.45	0.79a	2.03a	3.44 a	16.47a	1.13 a	2.26 a	2.92 a	4.49 a
0.60	0.70b	1.49b	2.51b	12.21b	0.99 b	1.65 b	2.22 b	2.87 b
0.70	0.51c	1.40b	2.41b	9.58c	1.03 b	1.47 b	2.34 b	3.06 b
0.90	0.40d	1.17c	2.04c	5.50d	0.79 c	1.21 c	1.50 c	2.16 c
E.E. (ȳ) ±	0.01	0.12	0.18	0.67	0.03	0.09	0.14	0.21

* Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan ($p < 0.05$)

Leyenda:

IAF: Área Foliar. **1; 2; 3 y 4:** momentos de evaluación (15; 30; 35 y 50 días de la emergencia respectivamente)

En este caso con un menor espaciamiento y mejor distribución de plantas por unidad de superficie, se produce una mejor intercepción de la radiación, que promueve un mayor IAF en relación a un espaciamiento mayor, lo cual está en correspondencia con lo planteado por Shibles y Weber (1965) y Weber (1996).

Los resultados obtenidos tanto en Incasoy-24 como en Incasoy-27 se corresponden con lo planteado por Graterol y González (2004), cuando refieren que los cultivares de ciclo más corto y porte más erecto requieren densidades mayores para alcanzar un nivel óptimo de cobertura y aprovechar toda la oferta lumínica disponible.

También coinciden con Rincón y Silva (1992), al plantear que los cultivos anuales inician la acumulación de área foliar a partir de la emergencia, en la cual la intercepción de la radiación es casi 0, pero el IAF se incrementa y eventualmente intercepta la mayoría de la radiación foliar.

Al respecto también Sylvester (2000) refiere que cuando el cultivo alcanza un IAF entre 5 y 8, este valor se estabiliza sin sufrir nuevos incrementos, debido a que las hojas superiores sombrean a las inferiores en una magnitud tal, que el proceso fotosintético de estas hojas es insuficiente para compensar la respiración de mantenimiento, por lo cual se desencadenan los procesos de envejecimientos que conducen al amarillamiento y finalmente caída de la hoja.

Los valores derivados de esta investigación no están en correspondencia con lo reportado por Bragachini *et al.* (2003), cuando plantea que si se acorta el distanciamiento entre hileras (26 cm) se logra una mejor interceptación de la radiación que promueve un mayor IAF en relación a un espaciamiento más alargado (52 cm).

En este sentido Urosa y Ascencio (1993) refieren que como las hojas del cultivo de soya no están ordenadas en capas continuas, sino que forman ángulos variables de inserción entre el pecíolo y el tallo, es posible encontrar hojas tanto expuestas como sombreadas en un mismo estrato y que el perfil de la variación del IAF, se corresponde a una estructura de la cobertura con una mayor densidad de área foliar hacia los estratos superiores, lo cual coincide con la estrategia de desarrollar largos pecíolos que permite exponer la lámina hacia capas superiores de la cobertura.

4.1.4. Tasa de asimilación neta (TAN)

En la Tabla 3 se observa que en Incasoy-24 las plantas mostraron los mayores valores en la distancia de 0.45 m, excepto en la segunda evaluación donde este correspondió a 0.60 m. Una situación similar se reflejó en la variedad Incasoy-27, aunque en la primera evaluación el máximo resultado correspondió a las plantas sembradas a 0.90 m, no obstante las de 0.45 m mostraron semejanzas estadísticas con relación a este índice de crecimiento.

En las dos variedades los valores de TAN fueron menores en el momento inicial con respecto al segundo período donde se alcanzaron los resultados máximos, para decrecer posteriormente de manera continua en la evaluación final (Tabla 3).

Tabla 3. Tasa de asimilación neta de las variedades

Distancia (m)	Incasoy-24			Incasoy-27		
	TAN ₁	TAN ₂	TAN ₃	TAN ₁	TAN ₂	TAN ₃
	g dm ⁻² d ⁻¹			g dm ⁻² d ⁻¹		
0.45	0.041a	0.112b	0.021a	0.023ab	0.594a	0.069a
0.60	0.021c	0.186a	0.015b	0.019b	0.618a	0.063a
0.70	0.034b	0.045d	0.024a	0.016bc	0.196c	0.034b
0.90	0.017d	0.067c	0.017b	0.026a	0.271b	0.032b
E.E. ($\bar{y}$) $\pm$	0.002	0.007	0.001	0.001	0.038	0.003

* Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan ($p < 0.05$)

Leyenda:

TAN: Tasa de Asimilación Neta.

1; 2 y 3: momentos de evaluación (15 a 30 días; 30 a 35 días y 35 a 50 días de la emergencia respectivamente)

En este sentido en Incasoy-24 la mayor TAN se obtuvo en los dos primeros momentos de evaluación, mientras que en Incasoy-27 los máximos valores se observaron en la segunda y tercera evaluación.

En las dos variedades los valores de TAN fueron menores en el momento inicial con respecto al segundo período donde se alcanzaron los resultados máximos, para decrecer posteriormente de manera continua en la evaluación final.

En correspondencia con los resultados anteriores Chiesa *et al.* (2000), plantea que la TAN es alta cuando las plantas son pequeñas y la mayoría de las hojas están expuestas a la luz solar directa. A medida que el cultivo crece y el IAF se incrementa, más hojas comienzan a sombrearse, causando una disminución de la TAN cada vez que la estación de crecimiento progresa.

4.1.5. Potencial fotosintético

Los mejores resultados en el potencial fotosintético se observaron en las plantas sembradas a mayor distancia (0.70 y 0.90 m), excepto en la variedad Incasoy-24 que en el último intervalo de evaluación mostró mejor respuesta en los espaciamientos más cortos, con 268.69 y 264.89 dm² d para 0.45 y 0.60 m respectivamente (Tabla 4).

En el primer intervalo evaluado las dos variedades mostraron una tendencia significativa a incrementar el potencial fotosintético en la misma medida en que se ampliaba el espaciamiento entre surcos (Tabla 4).

Tabla 4. Potencial fotosintético de las variedades de menor ciclo

Distancia (m)	Incasoy-24			Incasoy-27		
	PF ₁	PF ₂	PF ₃	PF ₁	PF ₂	PF ₃
	dm ² d			dm ² d		
0.45	38.04b	24.58a	268.69a	45.77b	23.27a	99.72ab
0.60	39.44ab	24.00a	264.89a	47.49b	23.21a	91.66b
0.70	40.17ab	26.68a	251.95a	52.46a	26.62a	113.38a
0.90	46.86a	30.44a	203.65b	53.98a	24.41a	98.74ab
E.E. (ȳ) ±	2.57	2.09	13.40	1.62	1.11	5.02

* Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan (p < 0.05)

Leyenda:

PF: Potencial Fotosintético

1; 2 y 3: intervalos de evaluación (15 a 30 días; 30 a 35 días y 35 a 50 días de la emergencia respectivamente)

Los resultados obtenidos están en correspondencia con la mayor o menor superficie foliar que presentaron las variedades al ser evaluadas, en este sentido los cambios en los espaciamientos entre surcos no produjeron diferencias significativas en el potencial fotosintético evaluado entre los 30 y 35 días de la emergencia en ambas variedades.

Por otro lado, en el último intervalo de evaluación, en Incasoy-24 se observó una respuesta inversa (Tabla 4), dado que con el incremento de las distancias entre surcos hubo una disminución en los valores del potencial fotosintético.

En la tabla 4 se observa que entre los 35 y 50 días de Ve la variedad Incasoy-27 no mostró diferencias estadísticas entre el menor y el mayor espaciamiento entre surcos, además con respecto a este índice de crecimiento en ambos casos (0.45 y 0.90 m) las plantas tuvieron una respuesta similar con las sembradas a 0.60 m.

4.2. Indicadores de rendimiento

El rendimiento puede ser considerado desde dos puntos de vista: biológico si se refiere a la materia seca total producida por la planta y agrícola si representa la cantidad de producto útil, ya sea fresco o seco, obtenido por planta o por unidad de área (Vázquez y Torres, 1995).

4.2.1. Rendimiento biológico

En el crecimiento de un cultivo tienen lugar cambios cuantitativos que, entre otros factores, incluyen el aumento en peso seco de las diferentes partes de la planta (Anexo 1). En este sentido las dos primeras evaluaciones (15 y 30 días de Ve), así como la última (50 días de Ve), mostraron que en la variedad Incasoy-24 los mayores rendimientos biológicos se obtuvieron en el menor espaciamiento entre surcos, por otra parte, en el tercer momento evaluado (35 días de Ve) los máximos valores promedios se alcanzaron en las plantas sembradas a 0.60 m con 5.93 g (Figura 3).

La acumulación de materia seca de las plantas sembradas a 0.70 m, mostraron los resultados más discretos en las dos últimas evaluaciones (Figura 3), sin embargo a 0.90 m los valores obtenidos fueron los más bajos con relación a las demás distancias en todos los momentos evaluados.

En la variedad Incasoy-24 se observó que la mayor ganancia en materia seca tuvo lugar entre los 35 y 50 días de Ve para todas las distancias, excepto la de 0.60 m, donde el máximo incremento ocurrió entre los 30 y 35 días con valores promedios de 4.46 g.

De acuerdo con lo anterior, el mejor resultado se concentró en las plantas sembradas a 0.70 m con 5.97 g (Figura 3), mientras que la menor acumulación de materia seca correspondió a 0.90 m con 3.36 g.

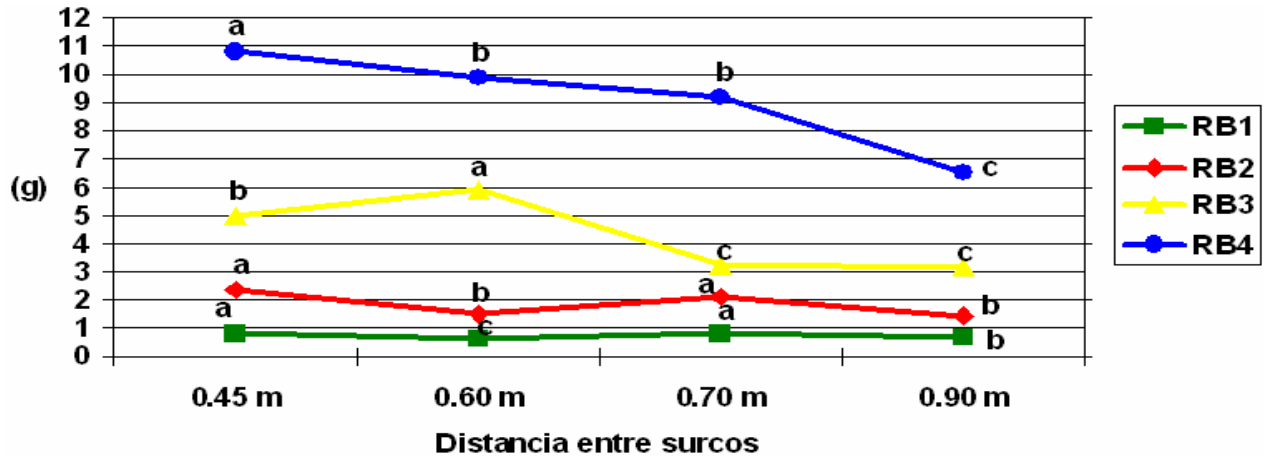


Figura 3. Rendimiento biológico de la variedad de Incasoy-24

La figura 4 muestra que en la variedad Incasoy-27 coincidió que en las dos primeras evaluaciones (15 y 30 días de Ve), los máximos resultados se obtuvieron en los mayores espaciamientos entre surcos (0.70 y 0.90 m), sin embargo en las dos últimas (35 y 50 días de Ve), estos correspondieron a las menores distancias, donde específicamente a 0.60 m se observaron valores de 16.07 g y 21.70 g respectivamente, los cuales no mostraron diferencias estadísticas con los obtenidos en las plantas sembradas a 0.45 m.

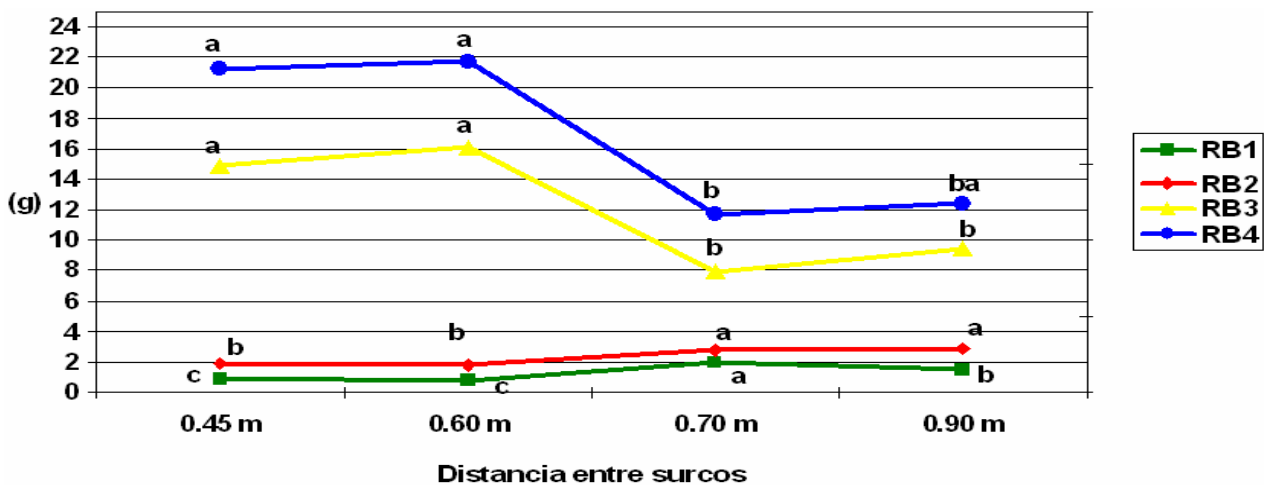


Figura 4. Rendimiento biológico de la variedad de Incasoy-27

Entre los 30 y 35 días se observó la mayor ganancia de materia seca para todos los espaciamientos entre surcos (Figura 4). En este sentido, las plantas separadas a 0.60 m acumularon como promedio 14.33 g que se relaciona con el valor máximo, seguido de 13.04 g que se reflejó en 0.45 m.

En correspondencia con lo anterior, en las mayores distancias entre surcos se reflejaron los resultados más discretos (Figura 4), al respecto, las plantas separadas a 0.70 m mostraron valores promedios de 5.14 g, mientras que en 0.90 m estos fueron de 6.49 g.

El rendimiento biológico determinado al final del ciclo (Figura 5), mostró que en la variedad Incasoy-24, a 0.45 m entre surcos se reflejaron los máximos valores con 45.95 g, el cual superó en más de 10 g a las plantas sembradas a 0.60 y 0.70 m que no mostraron diferencias estadísticas entre sí, en este sentido en la distancia de 0.90 m se obtuvieron los resultados más bajos con 26.76 g.

El mayor rendimiento biológico al culminar el ciclo en Incasoy-27, se observó en las plantas espaciadas a 0.60 m entre surcos con 34.76 g, aunque este valor no mostró diferencias estadísticas con el obtenido a 0.45 m, sin embargo ocurrió lo contrario en relación con las distancias de 0.70 y 0.90 m, cuyos resultados fueron semejantes entre sí, pero inferiores en más de 12 g con respecto a 0.60 m (Figura 5).

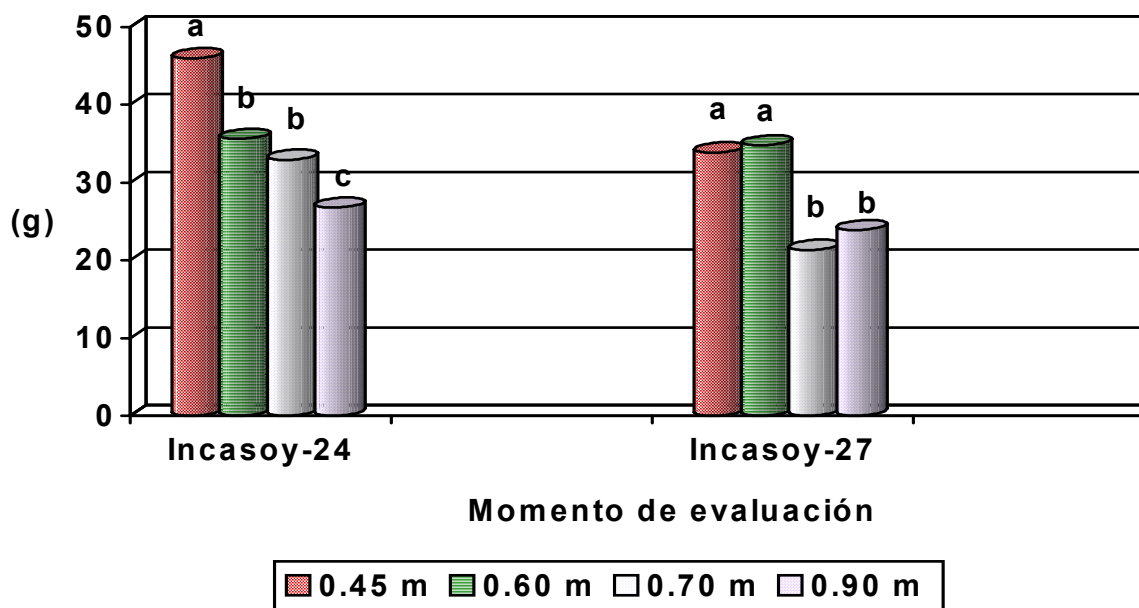


Figura 5. Rendimiento biológico total

En Incasoy-27 los valores del rendimiento biológico total no alcanzaron los 40 g en ninguna de las distancias estudiadas, lo cual puede estar dado por la menor acumulación de materia seca en las diferentes partes de la planta con relación a Incasoy-24 donde se observaron pesos más altos y mayor número de órganos como hojas y ramas.

Los resultados obtenidos coinciden con Baigorri (2003), cuando plantea que algunas variedades, generalmente alcanzan su máxima producción de biomasa en la misma época de siembra en la que logran su mayor altura, además el propio autor refiere que la producción de materia seca depende de la duración del período comprendido de la fase Ve a R5 (inicio de la formación de semillas) y de las condiciones ambientales ocurridas durante esta etapa.

4.2.2. Componentes del rendimiento agrícola de la variedad Incasoy-24

En determinadas zonas se ponen en práctica diferentes estrategias con el objetivo de aumentar la producción de variedades de soya, las cuales pudieran ser mejoradas a través de la comprensión del modo en que los componentes de rendimiento interactúan entre sí afectando la producción (Board *et al.*, 1999).

4.2.2.1. Número de legumbres por rama

El número de legumbres por rama fluctuó en un rango de promedio de 6.46 a 10.48, correspondiéndose con los espaciamientos entre surcos de 0.90 y 0.60 m que presentaron el menor y el máximo valor respectivamente, en este sentido en el resultado obtenido en las plantas sembradas en la última distancia, se observaron diferencias estadísticamente significativas con relación a las demás que tuvieron una respuesta semejante entre sí (Tabla 5).

4.2.2.2. Número de legumbres por tallo

El máximo valor promedio en este componente se observó en las plantas sembradas a menor distancia que no mostraron diferencias estadísticas entre sí, al respecto se destaca que superaron en más de 7 legumbres a las que estaban en un mayor espaciamiento entre surcos (Tabla 5).

4.2.2.3. Número de legumbres por planta

Con relación a este indicador la tabla 5 muestra que en todos los espaciamientos hubo una respuesta diferente, excepto entre 0.70 y 0.90 m que mostraron semejanzas entre sí con los valores más bajos sobre todo en esta última distancia con 48.91.

Las plantas separadas a 0.60 m resultaron ser las de mayor promedio con 80.05, con lo cual superó al resto en más de 15 legumbres y en el caso específico de 0.90 m esta diferencia fue mayor de 30 legumbres.

En correspondencia con lo anterior Melchiori y Peltzer (2001), en un estudio con otras variedades, observaron que el número de legumbres en el tallo principal fue afectado por la densidad de plantas.

En este sentido Ponce *et al.* (2002) en suelos Ferralíticos rojos obtuvieron para Incasoy-24 valores de 98.12; 67.25 y 74.45 durante 1996; 1997 y 1998 respectivamente, en este sentido las dos últimas evaluaciones se asemejan a lo alcanzado en el presente estudios por las plantas ubicadas en las distancias de 0.45 y 0.60 m entre surcos.

Tabla 5. Componentes del rendimiento agrícola de la variedad Incasoy-24

Distancia (m)	NLR	NLT	NLP	NSL	NSP
0.45	8.26b	30.86a	64.33b	1.98b	124.81b
0.60	10.88a	30.91a	80.05a	1.94b	155.76a
0.70	6.60b	23.24b	55.71bc	2.39a	128.52b
0.90	6.46b	21.14b	48.91c	2.12ab	101.81c
E.E. ($\bar{y}$) $\pm$	0.87	2.09	4.72	0.13	11.17

* Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan ($p < 0.05$)

Leyenda:

NLR: Número de Legumbres por Rama; **NLT:** Número de Legumbres por Tallo;

NLP: Número de Legumbres por Planta; **NSL:** Número de Semillas por Legumbre;

NSP: Número de Semillas por Planta.

4.2.2.4. Número de semillas por legumbre

En este componente se obtuvo una respuesta semejante entre las plantas sembradas a 0.45 y 0.60 m que tuvieron los resultados más discretos, así como entre las que se ubicaron a 0.70 y 0.90 m, a las cuales correspondieron los máximos resultados (Tabla 5).

4.2.2.5. Número de semillas por planta

En cuanto al número de semillas por planta en la tabla 5 se observa que el máximo valor promedio correspondió al espaciamiento entre surcos de 0.60 m, el cual superó en más de 25 semillas al resto de las distancias, aunque con relación a 0.90 m, donde se obtuvo el resultado más bajo, esta diferencia fue superior a 50 semillas.

4.2.3. Componentes del rendimiento agrícola de la variedad Incasoy-27

4.2.3.1. Número de legumbres por rama

La variedad Incasoy-27 prácticamente no forma ramas, por lo que los valores obtenidos en este componente no son altos, en este sentido el máximo resultado se observó en las plantas separadas a 0.60 m, no obstante sus valores promedios mostraron semejanzas estadísticas con los logrados a 0.45 y 0.90 m (Tabla 6).

4.2.3.2. Número de legumbres por tallo

El máximo valor promedio en el número de legumbres por tallo se observó en los espaciamientos entre surcos de 0.60 y 0.90 m, no obstante se destaca que entre ninguna de las distancias hubo diferencias estadísticas (Tabla 6).

4.2.3.3. Número de legumbres por planta

En este componente de rendimiento, en el espaciamiento entre surcos de 0.60 m se obtuvieron los máximos valores, al respecto se observó que superó a las plantas separadas a 0.70 m en más de 7 legumbres, mostrándose diferencias estadísticas con relación a las mismas que alcanzaron los resultados más discretos (Tabla 6).

Tabla 6. Componentes del rendimiento agrícola de la variedad Incasoy-27

Distancia (m)	NLR	NLT	NLP	NSL	NSP
0.45	2.81ab	25.33a	35.43ab	2.19a	76.29a
0.60	3.91a	26.33a	36.62 a	2.23a	82.33a
0.70	1.79b	22.95a	28.38 b	2.23a	64.33b
0.90	2.93ab	26.38a	32.62ab	2.19a	71.43ab
E.E. ($\bar{y}$) $\pm$	0.49	1.78	2.64	0.07	6.66

* Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan ($p < 0.05$)

Leyenda:

NLR: Número de Legumbres por Rama; **NLT:** Número de Legumbres por Tallo;

NLP: Número de Legumbres por Planta; **NSL:** Número de Semillas por Legumbre;

NSP: Número de Semillas por Planta.

En estudios realizados en época de primavera por Hernández *et al.* (2004) con la variedad Incasoy-27 sobre un suelo Hidromórfico gley nodular ferruginoso se obtuvo un valor promedio de 67.2 legumbres por planta, lo cual tiene correspondencia con los resultados obtenidos en las plantas ubicadas a 0.70 y 0.90 m de esta investigación.

Por otra parte, Ponce *et al.* (2002) observaron para esta variedad en suelos Ferralíticos rojos, resultados de 86.17; 95.75 y 73.70 durante 1996; 1997 y 1998 respectivamente, en este sentido, tanto el primero como el último valor, están en correspondencia con lo logrado en el presente estudio en las plantas separadas a 0.60 y 0.90 m.

Carvalho *et al.* (2001), estudiaron seis poblaciones de plantas (entre 200 000 y 600 000 plantas ha⁻¹) encontrando el mayor número de legumbres por planta en la menor población y una reducción progresiva a medida que se incrementaba la población, lo cual no coincide con los resultados obtenidos en esta investigación.

4.2.3.4. Número de semillas por legumbre

En la tabla 6 se muestra que en relación al número de semillas por legumbre hubo una respuesta semejante en todos los espaciamientos entre surcos estudiados, en este sentido los mayores valores se concentraron en las plantas separadas a 0.60 y 0.70 m.

4.2.3.5. Número de semillas por planta

En este indicador se observó el máximo valor en el espaciamiento a 0.60 m (Tabla 6), el cual superó al resto en más de 6 semillas e incluso con relación a las plantas separadas a 0.70 m, este resultado fue mayor aún, dado que se calculó en 18 semillas por encima de logrado por esta distancia. No obstante se destaca que hubo semejanzas estadísticas entre los menores espaciamientos y a su vez la mayor distancia (0.90 m) mostró cierta semejanza con los mismos.

De modo general en cuanto a los componentes del rendimiento Roma (2006) plantea que la siembra con alta densidad de población promueve mayor crecimiento de las plantas, sin embargo, produce menos legumbres y semillas por planta comparada con una siembra de menos densidad, lo cual no coincide totalmente con los resultados obtenidos en el presente estudio.

4.2.4. Peso de 100 semillas

En ambas variedades el espaciamiento entre surcos donde se obtuvo el máximo resultado fue en 0.45 m, con 10.31 g y 15.06 g para Incasoy-24 e Incasoy-27 respectivamente y los menores valores se presentaron 0.60 m con 8.32 g y 0.70 m con 10.42 g en el mismo orden mencionado anteriormente, no obstante se destaca que entre ninguno de los espaciamientos hubo diferencias estadísticas (Figura 6).

Los resultados revelaron que en la variedad Incasoy-24 la diferencia de los valores obtenidos en la distancia de 0.45 m con relación al resto no fue mayor de 2 g, sin embargo en Incasoy-27 al utilizar surcos separados a 0.45 m contra hileras separadas a mayor distancia, esta diferencia fue de 3.02 a 4.64 g como promedio.

Con relación al peso de 100 semillas Ponce *et al.* (2002), refieren que es un indicador que está correlacionado con el rendimiento. Por otra parte es un indicador que contribuye a definir normas de siembra en cualquier cultivo e indica la cantidad de semillas y posibles plantas a lograr en un peso determinado.

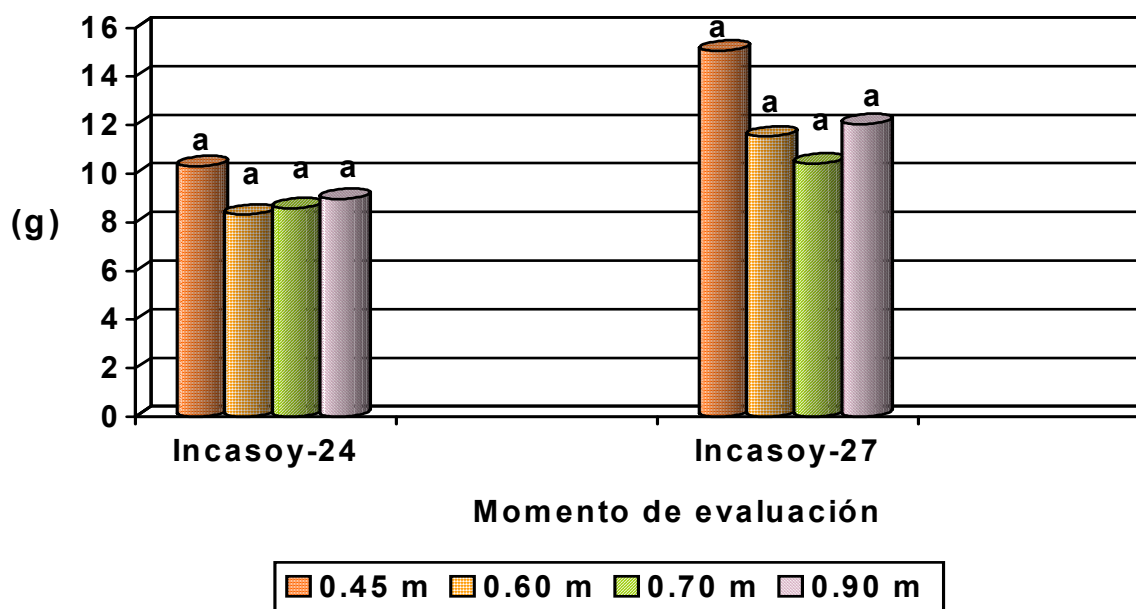


Figura 6. Peso de 100 semillas

Los resultados obtenidos en los espaciamientos de 0.45 y 0.90 m de la variedad Incasoy-27, están en correspondencia con los reportados por Díaz y Saucedo (2003) al referir que en Cuba el peso de 100 semillas de la soya oscila en un rango de 12 a 19 g y también con los logrados por Farias (1995) de 11.60 a 23.50 g.

En correspondencia con lo anterior Ponce *et al.* (2002) en la misma época, pero en suelos Ferralíticos rojos en tres años diferentes: 1996, 1997 y 1998, obtuvieron 9.80 g, 10.16 g y 8.65 g para el cultivar Incasoy-24 respectivamente, en este sentido el lo reportado en el segundo año se corresponde con los resultados logrados en la distancia de 0.45 m y los del tercer año con el resto de los espaciamientos, a su vez los propios autores en esta investigación para Incasoy-27 observaron 13.87 g, 14.55 g y 11.13 g.

Por otra parte, al analizar el peso de 100 semillas en época de primavera sobre un suelo Hidromórfico gley nodular ferruginoso, Hernández *et al.* (2004) obtuvieron 11.91 g en el cultivar Incasoy-27, lo cual se asemeja a lo obtenido en 0.60 y 0.90 m del presente estudio.

4.2.5. Rendimiento económico e índice de cosecha

Los resultados obtenidos en el rendimiento económico en Incasoy-24 mostraron los máximos valores en las plantas ubicadas en el espaciamiento de 0.60 m, aunque no tuvieron diferencias estadísticas con las de 0.45 m, por otra parte, el menor resultado se observó en la mayor distancia. En Incasoy-27 coincidió la distancia de 0.60 m como la de mejores resultados en este indicador, no obstante el valor más discreto se obtuvo en las plantas sembradas a 0.70 m (Tabla 7).

Tabla 7. Rendimiento económico e índice de cosecha

Distancia (m)	Incasoy-24		Incasoy-27	
	RE	IC	RE	IC
0.45	12.51a	0.25c	8.86ab	0.26b
0.60	12.76a	0.35a	9.27a	0.26b
0.70	10.85b	0.33a	6.72c	0.30a
0.90	8.68c	0.31ab	7.99b	0.33a
E.E. (ȳ) ±	0.74	0.02	0.34	0.02

***Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan ($p < 0.05$)**

RE: Rendimiento Económico; **IC:** Índice de Cosecha

El rendimiento económico en el cultivo de la soya se corresponde con los valores obtenidos en el peso seco de semillas por planta, lo cual está dado porque las mismas constituyen el fruto agrícola y por tanto es en ellas donde se encuentra su valor desde el punto de vista económico. En este sentido, en la etapa de cosecha la acumulación de materia seca está concentrada principalmente en las semillas, cuyo peso por planta nos indica la producción individual que se obtiene en cada variedad.

En Incasoy-24 el rendimiento económico representó el 27.23 %; 35.84 %; 33 % y 32.42 % del rendimiento biológico total, para los espaciamientos entre surcos de 0.45 m; 0.60 m; 0.70 m y 0.90 m respectivamente, en este sentido para la variedad Incasoy-27 esta relación fue de 26.20 %; 26.66 %; 31.54 % y 33.49 % del rendimiento biológico total, en el orden de la menor a la mayor distancia.

Los rendimientos económicos obtenidos son satisfactorios, aún más si se toma en consideración que la semilla no fue inoculada con bacterias fijadoras de nitrógeno, ni se le aplicaron abonos orgánicos ni minerales en la siembra.

De acuerdo con los resultados observados, existe coincidencia con lo que plantean Graterol y González (2004) acerca de que el incremento de los rendimientos de la soya sembrada en hileras angostas (50 cm o menos) sobre aquella sembrada en hileras convencionales (60 cm o mayores) frecuentemente excede 10 %.

En cuanto al índice de cosecha, la tabla 7 muestra que en Incasoy-24 el máximo valor se obtuvo en las distancias de 0.60 y 0.70 m, mientras que el resultado inferior lo alcanzaron las plantas separadas a 0.45 m. En el caso de Incasoy-27 los mejores resultados correspondieron a las plantas ubicadas en las distancias más amplias (0.70 y 0.90 m).

Respecto a este indicador Baigorri (2003) señala que en una fecha de siembra determinada, el IC presenta generalmente una relación inversa con la longitud del ciclo de los cultivares.

Los resultados obtenidos en el índice de cosecha no se corresponden con los reportados por Melchiori y Peltzer (2001), dado que en una investigación realizada por estos autores no se observaron diferencias estadísticas en ninguna de las distancias de siembra evaluadas.

4.3. Principales plagas

La mayor afectación por plagas durante el período evaluado estuvo dada por chinches pentatómidas [*Euschistus. bifibulus* (Pal. B.) y *Piezodorus. guildinii* (Westw.)], cuya incidencia ocurrió en fases reproductivas (R5-R7), fundamentalmente .en la formación de semillas (R5).

Al respecto Porpri (2003) y Aragón (2002) coinciden en que tanto los adultos como las ninfas se alimentan de la savia de tejidos tiernos y al mismo tiempo introducen toxinas por medio de un aparato bucal picador-chupador, que producen necrosis, ocasionando pérdidas de rendimiento por reducción del número de legumbres, número y peso de los granos, además de afectar la calidad de semilla.

Varios autores han hecho propuestas de umbrales económicos para la chinches en el cultivo de la soya. Hoffmann (2002) recomienda niveles de acción de 4 y 2 chinches por paño para poblaciones destinadas al consumo y semilla respectivamente.

Aragón (2001) expresa que teniendo en cuenta que *P. guildinii* provoca mayor daño que *Nesara viridula* varias instituciones recomiendan para esta especie un umbral de 0.5, 0.7 y 1 chinche por metro en los estados fenológicos R3, R4 y R5 respectivamente, mientras que para *N. viridula* son de 0.8, 1.0 y 1.8 chinches por metro.

Otra de las plagas que se observa es la *Anticarsia. gemmatalis* (Hübner), vulgarmente conocida como oruga de las leguminosas. La larva de esta especie ocasiona lesiones al follaje de la planta (fases vegetativas).

En correspondencia con lo anterior Aragón (2002) señala que una larva de *A. gemmatalis* (Hübner) puede consumir 100 cm² de hojas, además de legumbres que aún no formaron granos, no obstante el propio autor refiere que la planta de soya tiene una extraordinaria capacidad para compensar la defoliación provocada por gran diversidad de insectos, a tal punto que en otros estudios se ha indicado que defoliaciones de 1/3 del área foliar en estado vegetativo y floración (R2) no provocan mermas significativas del rendimiento y que de 15 a 17% de defoliación no causa daño en ningún estado de desarrollo. Esta especie puede ser monitoreada en estado adulto con trampas de luz, con cuya información se pueden predecir sus ataques con varios días de anticipación.

5. CONCLUSIONES

1. Entre las densidades de población se observa mayor variabilidad en la altura, índice de área foliar y tasa de asimilación neta, que para el resto de los indicadores evaluados en las dos variedades.
2. Al sembrarse a menores espaciamientos entre surcos, las dos variedades alcanzan los mejores resultados en los índices de crecimiento, rendimiento biológico total y rendimiento económico.
3. En relación a los componentes del rendimiento agrícola, en general, las dos variedades tienen mejor respuesta en la densidad de 0.60 m.
4. El espaciamiento entre surcos no influye en el peso de 100 semillas y sí en el índice de cosecha que muestra diferencias estadísticas en ambas variedades.

6. RECOMENDACIONES

1. Fomentar la siembra de los cultivares Incasoy-24 e Incasoy-27 en densidades de población obtenidas a 0.45 m y 0.60 m.
2. Profundizar en el estudio de las variedades de Incasoy-24 e Incasoy-27 en el mismo tipo de suelo, bajo diferentes condiciones de riego y fertilización orgánica.
3. Realizar evaluaciones fitosanitarias para ampliar la información de estos cultivares en las condiciones estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Almeida, A. M. R. 1995.** Enfermedades causadas por virus. En: EMBRAPA-CNPSO (ed.), El Cultivo de la Soja en Los Trópicos: mejoramiento y producción. Págs. 65-73. Colección FAO: Producción y protección vegetal, No. 27. Roma.
2. **Aragón, J. 2002.** Insectos perjudiciales de la soja y su manejo integrado en la Región Pampeana Central. Área Suelos y Producción Vegetal. INTA-Marcos Juárez, Argentina.
3. **Ascencio, G. 1999.** Métodos de siembra en soja. Memoria de curso-taller de capacitación técnica en el cultivo de soja. Publicación especial Núm. 1. SAGAR. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Cotaxtla. Medellín de Bravo, Ver., México. p. 9-14.
4. **Avilés, R., A. Morales, E. Sotomayor, G. Guibert, M. Ruíz. 1995.** Plagas y enfermedades de las oleaginosas. Informe PR-516.
5. **Baigorri, H., M. L. Bodrero, E. N. Morandi, R. A. Martignone, F. H. Andrade y D. R. Croatto. 2002.** Ecofisiología, formación del rendimiento y manejo del cultivo de soja. Disponible en: <http://www.aapresid.org.ar/elportal/nota.asp?did=48>. [Consultado 25-11-05]
6. **Baigorri, H. 2003.** Desarrollo y crecimiento de cultivares de soja en función de la fecha de siembra y su importancia en la recomendación de manejo. Boletín de Divulgación Técnica No 77 (Agosto). Cultivos de cosecha gruesa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
7. **Board, J.E.; M. S. Kang y B. G. Harville. 1999.** Path Analyses of the Yield Formation Process for Late-Planted Soybean. Agronomy Journal, vol. 91, January.
8. **Carvalho, R. N.; J. M. Peluzio; H. B. Barros; R. R. Fidelis y H. Pereira. 2001.** Comportamento de cultivares de soja em diferentes populacoes de plantas, em Gurupi, Tocantins. Revista Ceres, 48(279):529-537
9. **M. Bragachini, M.; A. Von Martini y A. Méndez. 2003.** Potencialidad de la información de los mapas de rendimiento en la interpretación del manejo de factores de rendimiento y su respuesta sitio específica en el cultivo de soja.

- Proyecto Agricultura de Precisión - EEA INTA Manfredi. Disponible en: www.agriculturadeprecision.org. [Consultado 25-11-07]
- 10. Carpenter, A.C. y J.E. Board. 1997.** Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. *Crop Sci.* 37: 885-891.
- 11. Chiesa, J.; S.F. Luque y M.G. Cantarero. 2000.** Fijación de carbono por los cultivos [Traducción de: Carbon fixation by crop cano-pies. In: *Physiology of Crop Plants*. Iowa State University Press. Pp. 31-57 por Gardner, F.P.; Brent Pearce, R; Mitchel, R.L. (1985)]. Disponible en: http://vaca.agro.uncor.edu/~ceryol/documentos/ecofisiologia/FIJACIN_DE_CARBON_O_POR_LOS_CULTIVOS.pdf. Consultado [11-02-06].
- 12. Courcelle, Charmain Tan. 2001.** NMREC Serving the Agricultural Needs of Northeast Mississippi. *MAFES Research Highlights*, Vol.64 - No.4
- 13. Daniele, H., y E. Ortega. 1983.** Guía Práctica para el Cultivo de Soya en Guatemala. *Revista de la Asociación General de Agricultores* (133). pp. 6-8.
- 14. Díaz, M. y O. Saucedo. 2003.** Comportamiento de tres variedades de Soya (*Glycine max* (L.) Merr.) en suelo pardo con carbonato. Inédito.
- 15. Duncan, D. C. 1955.** Múltiple range and múltiple F tests. *Biometries*.
- 16. Duncan, W.G. 1986.** Planting patterns and soybean yields. *Crop Sci.* 26: 584-588.
- 17. Egli, D.B. 1994.** Mechanism responsible for soybean yield response to equidistant planting patterns. *Agron. J.* 86: 1046-1049.
- 18. Esquivel, M. 1997.** Manual técnico y utilización de la soya en Cuba.
- 19. Farias, J. R. B. 1995.** Requisitos climáticos. En: EMBRAPA-CPPSo (ed.), *El Cultivo de la Soja en Los Trópicos: mejoramiento y producción*. p. 13-17. Colección FAO: Producción y protección vegetal, No. 27. Roma.
- 20. Fernández, T. 1995.** Variedades y tecnologías de granos básicos y oleaginosas. Informe PR-516, INIFAT.
- 21. Ferraz de Toledo, J.F., L.A. de Almeida, R.A de Souza Kiihl, M.C. Carrao, M. Master, L. C. Miranda y O. G Menosso. 1995.** Genética y mejoramiento. En EMPRAPA-CNPSO (ed.): *El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y*

- producción, p.19-36. Colección. FAO: Producción y protección vegetal, No.27.Roma.
- 22. García, E. y Permuy Nencida. 2003.** “Cultivos de Granos para el programa de redimensionamiento del MINAZ”, ETIAH, Holguín.
- 23. Gebhardt, M. R., y H. C. Minor. 1983.** Soybean production systems for Claypan Soils. Agron. J., 75:532-537
- 24. Gómez, F. 2002.** La soja. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja2.asp> [Consultado 25-11-05]
- 25. González, L. J.; Santa Jiménez Acosta. 2005.** Soya: conociendo al frijol mágico. Disponible en: <http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/segalim/pdf/extensor.pdf> Consultado: [04-05-05]
- 26. Graterol, Y. y R. González. 2004.** Poblaciones y sistemas de siembra en dos cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] de diferentes hábitos de crecimiento en el estado Portuguesa. Revista Facultad de Agronomía (LUZ). 21: 321-334.
- 27. Heatherly, L. G.; Blaine, A.; Hodges, H. F.; Wesley, R. A.; Buehring, N. 1999.** Variety selection, planting date, row spacing and seeding rate. In: L.G. Heatherly; H. F. Hodges. eds. Soybean Production in the Midsouth. Boca Ratón, FL. CRC Press. p. 41-51.
- 28. Hernández, A; Pérez, J; Bosch, D; Rivero, R; Camacho, E; Ruiz, J. 1999.** Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGRINFOR. p 37-38.
- 29. Hernández Remigio, Marlen; F. Cuevas; Martha González Díaz; L. Guzmán. 2004.** Comportamiento de dos variedades de soja CS-23 e IS-27 (*Glycine max* (L.) Merrill) en diferentes épocas. Revista CITMA, Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Avances CIGET. Pinar del Río Vol.6 No.3 jul-sept.
- 30. Hoffmann, C. B., (2002):** Pragas da Soja no Brasil e seu Manejo Integrado. EMBRAPA. Ministerio da Agricultura e do Abastecimento. P7_63.
- 31. López, R.; H. Díaz; E. Perón; Mirtha López Gutiérrez; et al., 2000.** El cultivo de la soja en Cuba. Instructivo Técnico.

- 32. Martínez, R. y E. Rodríguez. 2003.** Cultivos varios (material complementario para el proceso de redimensionamiento del MINAZ).
- 33. Melchiori, R.J.M. y Peltzer, H. 2001.** Distanciamiento entre surcos, densidad de siembra y hábitos de crecimiento en siembra de soja de segunda. INTA-EEA Paraná. Disponible en: http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/soja/evaluacion_manejo/Soja_de_Segunda.pdf Consultado [11-05-08]
- 34. Mera, R. J.; D. Niyogi; G. S. Buol; Gail G. Wilkerson, F. H. M. Semazzi. 2005.** Potential Individual Versus Simultaneous Climate Change Effects on Soybean (C3) and Maize (C4) Crops: An Agrotechnology Model Based Study. Disponible en: <http://www.agry.purdue.edu/climate/dev/publications/J44.pdf> Consultado [11-02-05]
- 35. Mesquita, C. M. 1995:** Métodos de cosecha. En: EMBRAPA-CNPSo (ed.): El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y producción. p. 161-169. Colección FAO: Producción y protección vegetal, No. 27. Roma.
- 36. Mota, F. S. 1983.** Condiciones climáticas y producción de soja en el sur de Brasil. En F. J. Verneti, ed. Soja: planta, clima, plagas, molestias e invasores, vol 1, p 93-126. Campinas, SP, Brasil, Fundación Cargill. 1983.
- 37. Neumaier, N. y Nepomuceno, A. L. 1995.** El cultivo de la soja en los trópicos. Cap. Manejo del agua, colección FAO: Producción Protección Vegetal, 1995, n°. 27, p. 153-160.
- 38. Oliveros M. A., A. J. Millán., D. Villaroel. 1996.** Recomendaciones para el cultivo de soja en condiciones de sabana. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/soya.htm> Consultado[15-10-05]
- 39. Ortiz, R, M. Ponce, A. Caballero y C. de la Fé. 2000.** Evaluación de una colección de germoplasma de soja (*Glycine max* (L.) Merr) en condiciones abióticas estresantes. Cultivos Tropicales 21 (1) 2000 67pp.
- 40. Penichet Cortiza, Marlene, O. Saucedo Castillo, Grizel Donéztevez Sánchez, R. Hernández Pérez. 2006:** Estrategia de diversificación en la agricultura

- cubana actual (influencia de las ideas de Ernesto Guevara. Disponible en: <http://www.eumed.net/libros/2006b/vmfa/3g.htm>. Consultado [08-06-06]
- 41. Ponce, M; Ortiz, R y de la Fé, C. 1997.** Nuevas variedades para la primavera en Cuba. Incasoy-24 e Incasoy-27. INCA. Habana. Cuba.
- 42. Ponce, M., R. Ortiz, C. de la Fé y C. Moya. 2002.** Estudio comparativo de nuevas variedades de soya (*Glycine max* L. Merr.) para las condiciones de primavera en Cuba. Cultivos Tropicales, 2002, vol. 23, no. 2, p. 55-58.
- 43. Porpri, A. 2003.** Chinchas en soja: daños, toma de decisiones y control con Sumithion Super. Soja en Siembra Directa - Revistas técnicas de AAPRESID.
- 44. Puriccelli, E.; Rosanna Pioli; Raquel Benavides. 2000.** Revisión de la información generada en la IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja. Revista Agromensajes, 2 (03). Publicación cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNR -Distribución gratuita.
- 45. Rincón, C.A. y L.C. de Silva. 1992.** "Fenología, área foliar y producción de materia seca en tres variedades de soya (*Glycine max* (L.) Merr) bajo riego en condiciones de sabana". Disponible en: http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v42_3-4/v423a040.html Consultado [25-01-05]
- 46. Rincón-Carruyo, Xomaira R.; T. J. Clavero; E. Rincón; C. F. Quintero y Alis T. Márquez. 1997.** Evaluación de parámetros agronómicos y fisiológicos en cuatro cultivares de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en macetas. II. Planta adulta. Revista Facultad de Agronomía (LUZ). 14: 649-656.
- 47. Roma, Paola. 2006.** La fenología y su importancia. Manual de difusión Técnica de Soya. FUNDACRUZ, Bolivia.
- 48. Salinas, A. R., D. S. B. Santos, B. G. Santos Filho, A. S. Gomes, V. D. C. Melo y E. P. Zonta. 1989.** Comportamiento de genotipos de soja hasta el estado de plántulas, en diferentes niveles de humedad. En: Pascale, A. J. (ed.): Actas IV Conf. Mundial de Investigación en Soja, Buenos Aires, Argentina, ASA.
- 49. Sasovsky, C. 2002.** Estrés hídrico en el cultivo de soja. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/lasbrenas/info/documentos/pv/soja1.htm>. Consultado [22-08-06]

- 50. Socorro, M. A. y D. S. Martín. 1989.** Soya. Granos. pp. 54- 90. Editorial Pueblo y Educación.
- 51. Sylvester, I. 2000.** La Soja. Disponible en: <http://www.monografias.com>. [Consultado 24-11-05]
- 52. Tadashi, J. 1994.** Fungal diseases. In: EMBRAPA-CNPSo (ed.): Tropical soybean: improvement and production. Plant Production and Protection, Serie No. 27. Roma. p. 37-60.
- 53. Thomas, J.F. y Raper, C. D. J. 1981.** Day and night temperature influence on carpel initiation and growth in soybean. Bot. Gaz., 1981, vol. 142, p. 183-184.
- 54. Tosquy, O.H.; V. A. Esqueda; A. Durán. 2006.** Sistemas de siembra para soya de invierno en Veracruz, México. Agronomía mesoamericana 17(1): 47-53. 2006. ISSN: 1021-7444
- 55. Urosa A. y J. Ascencio. 1993.** Arquitectura y caracterización fisiológica de la cobertura de plantas de soja *Glycine max* L. Merr. var Júpiter en condiciones de campo. Agronomía Tropical. 43(3-4): 145-172.
- 56. Valentinuz, O.R. 1996.** Crecimiento y rendimiento comparados de girasol, maíz y soja ante cambios en la densidad de plantas. Tesis Magister Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad nacional de Mar del Plata, Balcarce, Bs.As, Argentina. 45 pp.
- 57. Vázquez, Edith y S. Torres. 1995.** Fisiología Vegetal. Editora Pueblo y Educación. 451 pp.
- 58. Vega, C.R. y F.H. Andrade. 2000.** Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. Pp 97-133. En: F.H. Andrade y V.O. Sadras (eds). Bases para el manejo del maíz, girasol y la soja. EEA INTA Balcarce-Facultad de Ciencias Agrarias UNMP.
- 59. Villarroel, D.A.; M. A. Oliveros; A. J. Millán. 1996.** Una alternativa a la floración prematura de la soya en el trópico. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd54/soya.htm Consultado [11-03-05]
- 60. Wiebold, B. 2003.** Integrated Pest Crop Management. Newsletter University of Missouri-Columbia vol. 13, No. 18.

- 61. Zelarayan, E.L. 2000.** Siembra de soja de primavera. Disponible en: <http://www.futurosyopciones.com/granos/produccion/especiales/soja/listado.asp?IdEncabezado=85> Consultado [11-03-05]
- 62. Zhang, L., Zhang, J., Watson, C. E., and Kyei-Boahen, S. 2004.** Developing phenological prediction tables for soybean. Disponible en: <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/research/2004/tables/> Consultado [26-11-04].
- 63. Ziska, L. H.; J. A. Bunce. 1998.** The influence of increasing growth temperature of CO₂ concentration on the ratio of respiration to photosynthesis in soybean seedlings. *Global Change Biology* (4). Pp: 637-643.

ANEXO 1

Tabla 1. Peso seco de las hojas

Distancia (m)	Incasoy-24					Incasoy-27			
	PSH ₁	PSH ₂	PSH ₃	PSH ₄	PSH ₅	PSH ₁	PSH ₂	PSH ₃	PSH ₄
	(g)					(g)			
0.45	0.28b	0.62b	1.72b	4.83a	6.52a	0.50c	1.21c	2.15c	3.74b
0.60	0.18c	0.16c	2.14a	4.61a	5.29b	0.55c	1.32c	2.51b	2.77c
0.70	0.47a	1.04a	1.78ba	3.94b	4.99c	1.29a	1.47b	2.17c	3.56b
0.90	0.46a	0.91a	1.5b	3.02c	5.00c	0.93b	1.90a	3.80a	4.50a
E.E. (ȳ) ±	0.03	0.48	0.14	0.15	0.18	0.02	0.05	0.09	0.13

*Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan ($p < 0.05$)

Leyenda:

PSH: Peso seco de la hoja

1; 2; 3; 4 y 5: momentos de evaluación (15; 30, 35; 50 y 70 días de la emergencia respectivamente)

Tabla 2. Peso seco de los peciolo

Distancia (m)	Incasoy-24					Incasoy-27			
	PSP ₁	PSP ₂	PSP ₃	PSP ₄	PSP ₅	PSP ₁	PSP ₂	PSP ₃	PSP ₄
	(g)					(g)			
0.45	0.05d	0.12b	0.49b	2.89a	3.89a	0.097c	0.16c	0.17c	0.39c
0.60	0.07b	0.16b	0.87a	1.21d	1.23d	0.057d	0.10d	0.18c	0.35c
0.70	0.17a	0.37a	0.50b	1.76b	2.23b	0.32a	0.41a	0.76a	1.09a
0.90	0.06c	0.13b	0.35c	1.51c	1.59c	0.17b	0.29b	0.32b	0.65b
E.E. (ȳ) ±	0.001	0.01	0.04	0.06	0.08	0.01	0.01	0.22	0.04

*Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan ($p < 0.05$)

Leyenda:

PSP: Peso seco de los frutos

1; 2; 3; 4 y 5: momentos de evaluación (15; 30, 35; 50 y 70 días de la emergencia respectivamente)

Tabla 3. Peso seco del tallo y ramas

Distancia (m)	Incasoy-24					Incasoy-27				
	PST ₁	PST ₂	PST ₃	PST ₄	PST ₅	PST ₁	PST ₂	PST ₃	PST ₄	PST ₅
	(g)					(g)				
0.45	0.33a	1.04a	1.98a	2.20b	6.57a	0.21bc	0.31c	0.86a	2.21a	1.99a
0.60	0.28b	0.89b	2.13a	3.08a	4.37b	0.18c	0.23d	0.80a	1.91b	1.72b
0.70	0.07c	0.34c	0.36b	2.88a	4.48b	0.21b	0.65a	0.87a	1.56c	1.64b
0.90	0.16d	0.27c	0.85c	1.16c	5.25c	0.26a	0.41b	0.52b	0.62d	0.71a
E.E. (ȳ) ±	0.02	0.05	0.11	0.16	0.19	0.01	0.14	0.25	0.06	0.05

*Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan ($p < 0.05$)

Leyenda:

PST: Peso seco del tallo y ramas

1; 2; 3; 4 y 5: momentos de evaluación (15; 30, 35; 50 y 70 días de la emergencia respectivamente)

Tabla 4. Peso seco de las raíces

Distancia (m)	Incasoy-24					Incasoy-27				
	PSR ₁	PSR ₂	PSR ₃	PSR ₄	PSR ₅	PSR ₁	PSR ₂	PSR ₃	PSR ₄	PSR ₅
	(g)					(g)				
0.45	0.17a	0.56a	0.80a	0.93ab	1.07b	0.09b	0.19c	0.39a	0.41b	0.45b
0.60	0.10b	0.26b	0.80a	0.97a	1.40a	0.04c	0.09d	0.11c	0.13d	0.14d
0.70	0.08c	0.39c	0.55b	0.61c	0.71c	0.14a	0.26b	0.29b	0.33c	0.36c
0.90	0.02d	0.09d	0.45c	0.82b	0.84c	0.14a	0.30a	0.39a	0.50a	0.56a
E.E. (ȳ) ±	0.004	0.02	0.04	0.04	0.05	0.005	0.10	0.02	0.02	0.02

*Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan ($p < 0.05$)

Leyenda:

PST: Peso seco de las raíces

1; 2; 3; 4 y 5: momentos de evaluación (15; 30, 35; 50 y 70 días de la emergencia respectivamente)

Tabla 5. Peso seco de los frutos y semillas

Distancia (m)	Incasoy-24				Incasoy-27			
	PSF ₁	PSF ₂	PSF ₃	PSS	PSF ₁	PSF ₂	PSF ₃	PSS
	(g)				(g)			
0.45	3.79b	10.16a	17.70a	12.51a	11.34a	14.47a	23.94a	8.86a
0.60	43.52a	3.65b	15.33a	12.76a	12.46a	16.53a	27.15a	9.27a
0.70	0.94d	4.28b	7.39b	10.85ab	3.85b	5.21b	9.36b	6.72b
0.90	1.88c	4.18b	7.75b	8.68c	4.37b	6.16b	10.06b	7.99ab
E.E. (ȳ) ±	0.23	0.47	1.04	1.18	0.72	0.93	1.55	0.72

*Medias con letras no comunes en igual espaciamiento entre surcos difieren para Duncan ($p < 0.05$)

Leyenda:

PSF: Peso seco de los frutos; PSS: Peso seco de las semillas

1; 2; 3; 4 y 5: momentos de evaluación (15; 30, 35; 50 y 70 días de la emergencia respectivamente)

ANEXO 2

Tabla 1. Datos climáticos del mes de mayo

Día	T max (°C)	T med (°C)	T min (°C)	HR max (%)	HR med (%)	HR min (%)	LI (mm)
1	31.8	24.9	19.3	100	78	37	0
2	33.0	25.1	20.9	98	81	54	0
3	34.1	23.8	19.6	98	85	46	12.5
4	32.2	25.4	19.5	98	78	46	0
5	31.8	25.6	20.5	97	76	45	0
6	31.8	25.1	19.9	98	77	47	0
7	30.1	23.7	18.7	99	81	54	0
8	29.6	23.2	17.9	83	64	44	0
9	31.9	24.2	16.7	92	76	43	17.2
10	33.4	24.9	20.2	98	77	39	0
11	33.7	25.6	19.6	94	72	31	0
12	34.0	26.3	20.0	96	70	37	0
13	33.8	24.6	21.3	96	84	44	25.3
14	31.0	24.0	20.9	98	89	59	6.8
15	31.4	25.0	21.0	98	82	58	0
16	31.5	24.2	21.0	97	88	54	13.0
17	31.6	25.0	21.8	100	86	55	3.4
18	31.1	25.2	21.3	100	81	53	0
19	30.5	25.5	21.6	98	83	57	0
20	30.6	25.3	21.4	98	81	48	0
21	30.4	24.9	21.7	96	85	45	28.0
22	30.6	24.0	20.9	97	89	63	40.4
23	29.2	23.6	20.4	99	86	63	22.5
24	26.9	23.2	21.7	97	89	64	17.3
25	24.5	22.8	21.8	98	95	90	4.2
26	27.8	23.9	21.2	98	90	73	0
27	29.5	25.3	21.8	99	84	65	5.0
28	28.4	25.3	22.9	98	85	72	1.0
29	29.3	25.3	22.4	96	84	55	0
30	29.4	25.0	21.8	97	84	65	0
31	23.5	25.7	22.6	94	94	83	0
Prom. Sum.	30.59	24.70	20.72	96.94	82.39	54.48	196.60

Leyenda:

Tmax: temperatura máxima; **Tmed:** temperatura media; **Tmin:** temperatura mínima;

HR max: humedad relativa máxima; **HR med:** Humedad relativa media;

HR min: Humedad relativa mínima; **HR:** humedad relativa; **LI:** lluvia;

Prom.: Promedio de todas las variables excepto Lluvia; **Sum:** Sumatoria de la variable Lluvia solamente

Tabla 2. Datos climáticos del mes de junio

Día	T max (°C)	T med (°C)	T min (°C)	HR max (%)	HR med (%)	HR min (%)	LI (mm)
1	28.8	23.9	22.4	99	93	82	53.2
2	30.0	25.8	23.4	97	90	70	13.4
3	30.5	25.8	23.2	97	90	73	1
4	32.3	26.7	23.4	97	84	60	0
5	33.0	26.7	24.9	96	88	60	0
6	32.6	26.7	23.5	98	85	57	0
7	31.8	27.0	23.7	97	86	66	0
8	29.7	25.2	24.0	99	91	55	0
9	30.5	25.0	21.2	100	87	64	2
10	31.7	25.4	20.7	98	82	51	0.6
11	32.6	25.5	21.3	98	84	50	59.8
12	32.0	24.6	21.4	98	89	57	35.9
13	30.5	23.7	21.3	100	92	63	41.6
14	28.3	23.8	21.7	100	89	63	5.3
15	26.8	24.0	21.2	98	91	80	12.2
16	31.4	26.1	22.7	95	85	63	0
17	32.8	27.5	23.4	98	84	55	0
18	31.7	27.6	24.4	99	85	65	0
19	32.4	27.2	23.0	98	80	53	0
20	32.6	26.3	23.1	98	84	53	2.8
21	32.7	25.5	22.5	96	86	53	0
22	33.2	27.0	22.4	100	81	51	0
23	32.4	25.9	23.2	97	84	60	12.5
24	32.7	26.9	23.7	94	82	57	0
25	32.3	27.3	23.4	98	81	56	0
26	30.3	24.8	23.2	96	90	70	38.4
27	30.6	25.1	20.2	98	88	59	3
28	31.1	25.7	21.5	98	84	56	15.4
29	33.0	26.3	22.2	98	83	51	7.0
30	31.7	25.8	23.2	96	87	69	30.0
Prom. Sum.	31.4	25.83	22.65	97.70	86.17	60.73	334.10

Legenda:

Tmax: temperatura máxima; **Tmed:** temperatura media; **Tmin:** temperatura mínima;

HR max: humedad relativa máxima; **HR med:** Humedad relativa media;

HR min: Humedad relativa mínima; **HR:** humedad relativa; **LI:** lluvia;

Prom.: Promedio de todas las variables excepto Lluvia; **Sum:** Sumatoria de la variable Lluvia solamente

Tabla 3. Datos climáticos del mes de julio

Día	T max (°C)	T med (°C)	T min (°C)	HR max (%)	HR med (%)	HR min (%)	LI (mm)
1	32.8	26.3	22.6	96	83	54	0
2	33.5	25.4	23.3	97	86	46	29.2
3	32.6	26.5	22.3	98	81	54	4.4
4	33.1	27.1	22.4	98	81	56	0
5	34.2	27.7	24.1	98	80	54	0
6	34.3	27.2	23.1	94	80	42	0
7	33.7	27.5	22.3	96	78	44	0
8	33.1	27.4	23.2	95	80	51	0
9	33.7	26.9	24.4	97	79	55	20.2
10	33.8	28.0	23.3	94	77	4	0
11	33.7	28.4	24.4	96	79	50	0
12	33.0	28.0	23.5	95	78	49	0
13	33.7	26.7	24.3	96	83	53	12.5
14	32.9	25.0	21.9	100	87	59	75.8
15	32.5	25.1	21.7	96	88	54	0
16	32.6	26.6	23.2	98	82	57	0
17	33.8	26.3	21.6	98	82	53	0
18	32.7	27.5	23.1	95	79	54	0
19	32.5	27.5	23.5	93	77	54	0
20	32.1	27.0	23.2	96	81	56	0
21	33.7	27.0	23.3	96	78	45	0
22	32.6	26.7	21.6	95	85	57	11.2
23	33.2	25.5	23.7	97	84	54	20.6
24	33.0	26.9	21.9	98	83	51	3.6
25	33.1	26.5	23.4	98	85	53	0
26	32.4	27.6	24.0	97	82	56	0
27	32.4	27.3	23.4	97	82	49	0
28	31.8	25.8	23.7	97	85	49	0
29	32.8	25.2	22.3	96	86	50	7.0
30	34.2	26.5	21.2	97	76	45	0
31	33.4	27.5	23	97	75	55	0
Prom. Sum.	33.13	26.79	22.99	96.48	81.35	50.42	184.50

Leyenda:

Tmax: temperatura máxima; **Tmed:** temperatura media; **Tmin:** temperatura mínima;

HR max: humedad relativa máxima; **HR med:** Humedad relativa media;

HR min: Humedad relativa mínima; **HR:** humedad relativa; **LI:** lluvia;

Prom.: Promedio de todas las variables excepto Lluvia; **Sum:** Sumatoria de la variable Lluvia solamente

Tabla 4. Datos climáticos del mes de agosto

Día	T max (°C)	T med (°C)	T min (°C)	HR max (%)	HR med (%)	HR min (%)	LI (mm)
1	33.5	27.3	22.3	95	76	47	0
2	34.6	27.1	22.7	95	80	44	0
3	33.7	27.8	22.0	97	79	57	0
4	33.5	28.4	24.9	95	79	55	0
5	33.1	27.8	23.7	95	78	48	0
6	33.2	27.0	22.1	95	77	49	0
7	33.7	27.2	22.9	95	80	50	0
8	33.7	27.5	23.0	94	77	50	0
9	33.6	27.4	22.8	96	80	53	0
10	34.0	26.0	23.5	97	86	56	21.8
11	32.4	24.9	22.0	99	91	59	24.0
12	29.6	24.2	22.1	98	90	72	10.1
13	31.6	26.2	22.5	95	84	57	0
14	33.7	26.6	23.1	97	83	49	0
15	32.8	27.1	23.5	95	81	56	0
16	31.6	26.1	23.2	96	85	56	12.1
17	32.2	27.1	22.7	95	77	53	0
18	31.6	26.5	22.8	95	81	58	0
19	32.5	26.8	23.8	96	86	65	7.2
20	30.7	26.3	24.7	97	90	68	10.5
21	32.1	26.7	23.5	98	85	62	3.0
22	28.8	24.5	22.9	96	93	75	27.0
23	29.6	25.1	22.5	100	91	72	8.6
24	30.0	25.4	22.5	96	82	73	17.8
25	30.4	26.1	23.5	98	91	68	1.5
26	32.0	26.2	24.0	98	87	59	11.4
27	32.6	26.8	22.2	98	85	62	5.5
28	31.6	26.4	23.6	99	87	66	3.0
29	32.1	27.2	22.8	93	81	56	0
30	32.6	26.5	23.0	95	85	62	3.0
31	32.6	25.2	23.0	98	89	58	1.0
Prom. Sum.	32.248	26.50	23.03	96.32	83.74	58.55	167.50

Leyenda:

Tmax: temperatura máxima; **Tmed:** temperatura media; **Tmin:** temperatura mínima;

HR max: humedad relativa máxima; **HR med:** Humedad relativa media;

HR min: Humedad relativa mínima; **HR:** humedad relativa; **LI:** lluvia;

Prom.: Promedio de todas las variables excepto Lluvia; **Sum:** Sumatoria de la variable Lluvia solamente

Tabla 5. Datos climáticos del mes de septiembre

Día	T max (°C)	T med (°C)	T min (°C)	HR max (%)	HR med (%)	HR min (%)	LI (mm)
1	32.6	25.2	22.2	95	89	58	0.6
2	33.2	25.1	22.0	97	87	52	5.4
3	32.8	26.9	24.0	95.8	80	47	0.2
4	34.2	27.1	22.6	97	83	51	15.6
5	32.1	25.8	21.6	97	92	87	10.3
6	34.3	32.0	25.3	98	88	51	2.5
7	34.3	31.2	23.7	99	95	52	6.5
Prom. Sum.	34.3	31.6	24.5	98.5	91.5	51.5	41.1

Leyenda:**Tmax:** temperatura máxima; **Tmed:** temperatura media; **Tmin:** temperatura mínima;**HR max:** humedad relativa máxima; **HR med:** Humedad relativa media;**HR min:** Humedad relativa mínima; **HR:** humedad relativa; **LI:** lluvia;**Prom.:** Promedio de todas las variables excepto Lluvia; **Sum:** Sumatoria de la variable lluvia solamente