



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPIRITUS

"JOSE MARTI PEREZ"

FACULTAD DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS

DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE DIPLOMA

**TTULO: Adaptabilidad climática de cultivares de soya [*Glycine max* (L.) merr.] en el
municipio La Sierpe**

AUTOR: Daniel González Rendón.

ORIENTADOR CIENTIFICO: Lic. Alexis R. Zedeño Valmaseda

2012

"AÑO 54 DE LA REVOLUCIÓN"

PENSAMIENTO

...”La tierra produce sin cesar, si los que viven en ella quieren librarse de miseria, cultívenla; de forma tal que en toda época produzca más de lo necesario para vivir”...

José Martí

RESUMEN.

El estudio se realizó en la Finca de Auto Consumo "La Bomba" de la UEB Agropecuaria "7 de Noviembre", perteneciente al CAI Arrocero "Sur del Jíbaro" en el municipio de La Sierpe sobre un suelo aluvial poco diferenciado. El mismo consistió en la evaluación de la adaptabilidad climática de cuatro cultivares de soya (Incasoy-1, Incasoy-27, Incasoy-35, Incasoy-36) en dos fechas de siembra, primavera e invierno. Las mismas fueron sembradas de forma manual a una distancia de 0.50 m x 0.10 m, una semilla por nido y una profundidad aproximada de 0,03 m y resembrada a los 10 días. Los tratamientos se distribuyeron en diseños de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 réplicas. Durante el desarrollo de esta investigación se evaluaron diferentes variables relacionadas con el rendimiento agrícola de los cultivares, las mismas fueron; fases reproductivas y componentes del rendimiento agrícola, así como también fueron evaluadas la influencia de las variables climáticas. Como principales resultados se obtuvo que el comportamiento desigual de las variables climáticas analizadas en las diferentes fechas de siembra, influyó sobre la respuesta dada por los cultivares en la duración de las fases reproductivas, rendimiento agrícola y sus componentes siendo los máximos resultados en el peso de 100 semillas y en el rendimiento agrícola, en el cultivar Incasoy- 36 en las dos fechas de siembra.

ABSTRACT.

The study was carried out in the Property of Car Consumption "The Bomb" of the Agricultural UEB "November 7", belonging to the I FELL Rice "South of the Jíbaro" in the municipality of The Serpent, on an alluvial floor little differed. The same one consisted on the evaluation of the climatic adaptability of four soya cultivares (Incasoy-1, Incasoy-27, Incasoy-35, Incasoy-36) in two sowing dates, spring and winter. The same ones were sowed from a manual way to a distance of 0.50 m x 0.10 m, a seed for nest and an approximate depth of 0,03 cm and resembrada to the 10 days. The treatments were distributed at random in designs of blocks with 4 treatments and 4 replicas. During the development of this investigation different variables related with the agricultural yield of the cultivares were evaluated, the same ones were; reproductive phases and components of the agricultural yield, as well as they were evaluated the influence of the climatic variables. As main results it was obtained that the unequal behavior of the climatic variables analyzed in the different sowing dates, influenced on the answer given by the cultivares in the duration of the reproductive phases, agricultural yield and its components being the maxima results in the weight of 100 seeds and in the agricultural yield, in cultivating Incasoy - 36 in the two siembra dates.

INDICE

Introducción.....	1
Revisión bibliográfica.....	3
Materiales y métodos.....	19
Resultados y discusión.....	21
Conclusiones.....	30
Recomendaciones.....	31
Bibliografía.....	32
Anexos.....	38

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la soya [*Glycine max* (L.) Merr.] se conoce en Cuba desde 1904 a nivel experimental, poco después se conoció de las posibilidades técnicas de ser explotada económicamente en el país y no es hasta el período 1968 – 1972 que se realizan los primeros estudios económicos de producción, sin que se haya logrado establecer en gran escala la siembra de esta valiosa leguminosa.

Desde inicios de la década del 90 se desarrollaron grandes esfuerzos por incrementar la producción de soya con el fin de reforzar la alimentación animal; en la primavera de 1992, en áreas cañeras, fueron sembradas 600 hectáreas, donde a pesar de los grandes esfuerzos los resultados fueron muy desalentadores debido entre otras limitantes a la falta de variedades apropiadas para la época, la exposición del cultivo al ataque de insectos plagas y malezas prácticamente durante todo su ciclo biológico causando importantes pérdidas económicas en los rendimientos y el análisis insuficiente de ésta problemática tecnológica abrieron un período de desestimación del cultivo.

Actualmente existen en nuestro país considerables áreas ocupadas por plantaciones de soya, con amplias perspectivas de expansión; trabajos recientes de mejoramiento genético en el cultivo han permitido la obtención de nuevos genotipos cubanos adaptados a condiciones de primavera. Para ello resulta estratégico desarrollar la siembra de soya en condiciones de primavera debido a la gran disponibilidad de tierra cultivable, donde además se pueden alcanzar rendimientos aceptables con bajos insumos

La soya es uno de los productos agrícolas más valiosos y rentables a nivel mundial, por poseer, entre otras características, buena adaptabilidad a un amplio rango de condiciones climáticas (Echeverría *et al.*, 2001).

Contar con el conocimiento previo de las condiciones ambientales, es fundamental para la adecuada elección y manejo de cultivares de soya en un sitio determinado (Baigorri, 2004), en este sentido, en Cuba puede sembrarse prácticamente durante todo el año, siempre que se tenga en cuenta el cultivar a seleccionar en cada ocasión, dado que de no considerar este criterio ha conllevado a fracasos en

el país y constituye uno de los factores que ha contribuido a que no haya tenido más auge en la Agricultura.

La evaluación del comportamiento en diferentes ambientes a través del uso de parámetros de estabilidad permite implementar una estrategia de selección de cultivares con altos rendimientos unitarios, en un amplio rango de condiciones. Estos métodos analizan y establecen estimaciones de las interacciones genotipo-ambiente (Rosbaco *et al.*, 1999).

Problema Científico:

¿Que cultivares de soya aportan mayor respuesta a las condiciones climáticas del municipio La Sierpe en la provincia de Sancti Spiritus?

Hipótesis:

La determinación de la adaptabilidad climática de cultivares de soya, resulta indispensable para establecer un manejo agrotécnico más adecuado en las condiciones de producción del municipio de La Sierpe en La Provincia de Sancti Spiritus.

Para comprobar esta hipótesis se propusieron los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Evaluar la adaptabilidad climática de cuatro cultivares de soya en diferentes fechas de siembra en el municipio de La Sierpe de la provincia de Sancti Spiritus.

Objetivos específicos:

1. Determinar la duración de las fases reproductivas en los cuatro cultivares en diferentes fechas de siembra.
2. Comparar los principales componentes del rendimiento agrícola de los cultivares en diferentes fechas de siembra.
3. Comparar la influencia de las variables climáticas sobre los rendimientos del cultivo.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. La soya importancia y principales países productores

La soya [*Glycine max (L) Merr.*] es una planta de la familia fabaceae, con una notable presencia de aceite en la semilla (20 a 22 %), de alta digestibilidad y rico en Ácidos grasos poli -insaturados, altos niveles de proteína (37 a 45 %), Carbohidratos (34 %) y minerales (calcio 210 mg, hierro 8.5 mg). Es cultivada con tres fines fundamentales, para extracción de aceite, la elaboración de alimentos a base de soya para consumo humano o para el consumo animal (como forraje o en concentrados). Por ser una leguminosa que se asocia fácilmente con bacterias fijadoras de nitrógeno, constituye una alternativa fundamental para los sistemas de rotación con gramíneas (arroz-soya, maíz-soya) (Valencia *et al.*, 2005).

Además de la evidente conveniencia económica, y el alto valor nutricional de la proteína de soya, debe destacarse que esta tiene propiedades que le permiten sustituir a otros ingredientes proteínicos como la carne y el pescado, no sólo en cuanto a composición, sino también en cuanto a su función tecnológica en el producto (capacidad de retención de agua, capacidad de emulsificación de la grasa. Andujar *et al.* (2000), En general ha sustituido ventajosamente a diferentes productos proteicos (Carrao y Gontijo, 1995), contribuyendo a la solución de problemas nutritivos en las regiones tropicales.

La producción mundial en el 2000 se estima en algo más de 156 millones de toneladas. Pese a ser un cultivo originario de Asia, su producción actual se concentra en América: de la producción total corresponden a Estados Unidos 72 millones de toneladas, a Brasil 33 y a Argentina 20, autores como Prieto y Figueroa (1996), estiman que en estos dos países se concentra fundamentalmente la producción de este cultivo en América del Sur (29.1%). China, durante mucho tiempo el segundo productor mundial, ha sido relegada a un distante cuarto lugar (Andujar *et al.*, 2000), seguida por países como India, Paraguay, Canadá e Indonesia.

En el continente americano el porcentaje de soya producida actualmente corresponde a un 82% del porcentaje total mundial y un 16% a Asia, por lo que

es considerado uno de los recursos proteínicos más económicos, abundantes y de más alta calidad, cuyo destino principal es la producción de proteína animal (Reys, 2003). El éxito de la producción de soya en las regiones tropicales se ha debido en gran medida a la obtención de variedades muy productivas adaptadas a estas condiciones (Ferraz de Toledo *et al.*, 1995).

2. Adaptación de la soya a las condiciones ambientales

Si se elige un cultivar inadecuado para un determinado ambiente (suelo, clima) no será suficiente ningún paquete tecnológico para lograr un rendimiento aceptable, dado que la interacción genotipo-ambiente y su relación con fecha de siembra y estructura de cultivo es el aspecto central a manejar en la determinación del rendimiento del cultivo. (Belloso 2003)

El éxito del cultivo de la soya depende de las condiciones ambientales bajo las que se desarrolla y de la capacidad de adaptación de las variedades a las condiciones que le ofrece el medio ambiente. Por esto, a los efectos de implementar una estrategia de manejo adecuada a la tecnología disponible y la oferta ambiental es necesario conocer la capacidad de las variedades en ajustarse a las condiciones ambientales de cada fecha de siembra. Las distintas fechas de siembra provocan cambios más o menos importantes en la fenología de los cultivos, siendo la temperatura media y el fotoperíodo diario los factores que más inciden en la velocidad del desarrollo de las plantas. La ubicación del ciclo de los cultivos en la estación de crecimiento es uno de los aspectos más importantes para determinar el ajuste de las variedades a la oferta ambiental (Tutolomundo *et al.*, 2006).

Cuando las condiciones ambientales son favorables, rápidamente se expanden las hojas y cada dos días se forma un nuevo nudo con su correspondiente primordio foliar y yema axilar. Aproximadamente a los 35 días de la siembra posee cinco hojas trifoliadas expandidas y alrededor de 19 nudos en el tallo principal. Las ramificaciones de las raíces comienzan a ocupar los 15 cm. superiores del suelo y allí estarán concentradas la mayor parte de ellas durante todo el ciclo. El período de crecimiento vegetativo dependerá del cultivar y del fotoperíodo reinante. Condiciones ambientales favorables de temperatura, disponibilidad de agua y fertilidad del suelo contribuyen a una mayor tasa de

crecimiento. No obstante, cuando el cultivo alcanza valores de índice de área foliar (superficie foliar / superficie del suelo) entre cinco a ocho, este valor y también el rendimiento en granos se estabiliza sin sufrir nuevos incrementos. Esto es 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. Igualmente, frutos no desarrollados, e insuficientemente abastecidos manifiestan decaimiento y abortan. Sylvester (2000)

La aplicación de técnicas de manejo adecuadas como elección de cultivares, fechas de siembra, estructura de cultivo, nivel de fertilidad edáfica, nivel de humedad edáfica, sistemas de labranzas, rotaciones, densidad de plantas y su distribución en el cultivo, etc. permitirá lograr una correcta asociación entre la tecnología aplicada y la oferta ambiental (Tutolomondo *et al.*, 2006).

2.1. Fotoperíodo y temperatura

Según (Baigorri, 2004), tanto el fotoperíodo como el régimen térmico modifican la FS de los cultivares, por la gran influencia que ejercen sobre la longitud del ciclo.

El crecimiento y desarrollo de la soya depende grandemente de la duración del día, lo cual define su altura y la duración del ciclo. Es una planta de días cortos, característica que ha sido estudiada por diferentes autores e influye en el manejo del cultivo, para que una planta de soya 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.

La soya es una especie altamente sensible al fotoperíodo y por lo tanto latitudes Norte o Sur superiores a 15 grados afectan significativamente el crecimiento y desarrollo de la planta. (Valencia *et al.*, 2005)

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.

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).

Se ha reportado que en la planta de soya, en condiciones de días cortos como las que tienen lugar en Cuba, se necesita un mínimo de 45 días, desde la germinación hasta el inicio de la floración, para que la planta alcance el crecimiento adecuado que le posibilite una producción moderada de granos, con legumbres lo suficientemente altas del suelo que permitan la cosecha mecanizada (Hartwig, 1970); también en esas condiciones de días cortos de los trópicos los mayores rendimientos se han obtenido por lo regular, en las épocas en que los días son más largos (Silva *et al.*, 1972).

Cuando la longitud del día disminuye, se reducen los días hasta la maduración y la altura de la planta (Huxley y Hughes, 1976), también en un ambiente con un fotoperíodo desfavorable a la misma, se afectan el llenado y el número de las legumbres por planta, todo lo que incide negativamente en el rendimiento económico (David y THomas, 1978).

El desarrollo de nuevas variedades adaptadas a fotoperíodo ofrece mejores alternativas, siempre y cuando se siembre bajo las densidades de población adecuada, generalmente mayores a las de variedades de porte alto y ciclo tardío (Hinsony y Hartwig, 1978 citado por Morales *et al.*, 1988).

También se han reportado variedades de días neutros o insensibles, las cuales florecen después de haber alcanzado determinado crecimiento vegetativo independientemente del fotoperíodo en que se encuentren, pero la mayoría de los cultivares responde al fotoperíodo como plantas de día corto.

Las temperaturas óptimas para el desarrollo de la soya están comprendidas entre los 20 y 30° C, siendo las temperaturas próximas a 30° C las ideales para el crecimiento de la planta (Thomas y Raper ,1981). 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. Sin embargo, 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, causando daños en la floración y disminuyendo la capacidad de retención de legumbres. Según Baigorri *et al.* (1997) y citado por Ortiz *et al.* (2000), las altas temperaturas alargan el período juvenil y pueden en gran medida afectar el desarrollo de la planta.

Las temperaturas óptimas oscilan entre los 15 y los 18 °C para la siembra y los 25 °C para la floración. Sin embargo, la floración de la soya puede comenzar con temperaturas próximas a los 13 °C. Pero según (Farias, 1995) temperaturas nocturnas entre 21 y 27 °C son óptimas para el inicio de la floración en la soya.

Las diferencias de fechas de floración, entre años, que puede presentar una variedad, sembrada en la misma época, son debidas a variaciones de temperatura.

Según Pascale (1969), existe una relación inversa entre la temperatura media y el número de días necesarios para la floración. La respuesta de la planta al fotoperíodo también puede ser afectada por la nutrición, humedad del suelo y ritmos endógenos, pero el factor temperatura es el de mayor influencia.

La soya puede cultivarse con éxito en una amplia variedad de condiciones de temperatura; sin embargo, cuando el promedio de temperatura es inferior a 25 °C, la floración se retrasa. Para germinar, se considera que la soya necesita absorber el 50 % de su peso en agua, por lo tanto es necesaria una buena preparación del suelo (Daniele y Ortega, 1983)

En cuanto a las exigencias térmicas del cultivo, Brown (1960) y Hartwig (1970) encontraron que temperaturas inferiores a los 25 °C demoran la floración, con independencia de la longitud del día. Además, se demostró que la máxima velocidad de desarrollo entre siembra y floración, se produce a los 30 °C. Las temperaturas superiores a 40 °C tienen efectos adversos sobre la tasa de crecimiento, iniciación floral y formación de las legumbres.

Ziska y Bunce (1998) se refieren a 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.

El régimen térmico de cada región afecta la longitud del ciclo de los cultivares y determina el período libre de heladas, condicionando la fecha de siembra el número de Grupo de Madurez (GM) que es posible utilizar y los cultivares que presentan mejor adaptación dentro de cada GM. Su incidencia sobre el rendimiento crece a medida que se atrasa la Fecha de Siembra (FS), ya que a menor temperatura menor es la tasa de llenado de granos (Baigorri, 2004).

El incremento de temperatura durante el desarrollo tardío de los granos de soya, afecta el proceso normal de degradación de clorofila y la tasa de pérdida de agua de los mismos, sin mostrar una relación concluyente entre ambos comportamientos. (Astegiano *et al.*, 2007)

Toda situación que afecte el normal desarrollo del embrión y/o incrementen la tasa de pérdida de agua de los granos (elevadas temperaturas, alto déficit de presión de vapor del aire, estrés hídrico, etc.), serán condiciones favorables para la aparición de granos verdes (GV). De hecho, las legumbres que presentan granos verdes se encuentran preferentemente en los nudos superiores (datos inéditos), las cuales son legumbres más expuestas a un proceso de rápida desecación. (Astegiano *et al.*, 2007).

El proceso de amarillamiento es muy dependiente de la temperatura y de los cultivares, cuando la deshidratación se produce con temperaturas elevadas (35 - 40°C), la degradación de clorofila es muy inferior a la observada con temperaturas moderadas (25°C) (Gómez *et al.*, 2003), del mismo modo Green *et al.* (1965) observaron que los granos de soya que se desarrollaban con climas secos y temperaturas elevadas, presentaban cotiledones verdes (Astegiano *et al.*, 2007).

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 (Sasovsky, 2002). Teniendo en cuenta la respuesta termofotoperiódica de la soya y los períodos críticos, es necesario implementar técnicas de manejo (elección de cultivares, fechas de siembra, estado nutricional, estructura de cultivo, rotaciones, etc.) que permitan utilizar con mayor eficiencia los recursos disponibles (Romagnoli *et al.*, 2006).

La respuesta al efecto térmico muestra una importante dependencia genética, sin ninguna relación entre materiales transgénicos y convencionales, ni entre materiales nuevos o de uso más antiguo. Esta última observación nos está indicando que el problema actual de aparición de GV, no estaría relacionado a los nuevos materiales genéticos utilizados en el mercado, sino a la variación de condiciones ambientales (mayores temperaturas durante el llenado de grano) a que son expuestos nuestros cultivares por modificación de las fechas de siembra (Astegiano *et al.*, 2007).

2.2. Precipitaciones

Es el factor climático de mayor influencia sobre la producción de grano del cultivo. Las precipitaciones que determinan el agua disponible en el suelo durante el llenado de granos, guardan relación directa con el rendimiento (Baigorri, 2004).

El cultivo está sometido a diferentes condiciones de disponibilidad hídrica y nutricional a lo largo de su estación de crecimiento. Por lo tanto, al existir diferente disponibilidad de recursos ocurren importantes variaciones de los

componentes ecofisiológicos del cultivo y, por ende, del rendimiento en grano (Pergolini, 2007).

El déficit hídrico afecta a todos los aspectos relacionados con el crecimiento vegetal, como la anatomía, la morfología, la fisiología y la bioquímica de la planta. En el ámbito agrícola los efectos más obvios son la reducción del tamaño de la planta, la de la superficie foliar, y finalmente la de la productividad. Los efectos del estrés hídrico son muy diferentes en función del rigor con que se produzca. (Sasovsky y Lezcano, 2007).

La disponibilidad hídrica y nutricional, principalmente de fósforo (P) y azufre (S), modifican el crecimiento del cultivo de soya, lo cual afecta la captura de la radiación incidente y la eficiencia fotosintética (Pergolini, 2007).

Este cultivo tiene dos períodos críticos bien definidos con respecto al requerimiento de agua: desde la siembra a la emergencia, y durante la fase de formación y desarrollo de los órganos reproductivos (floración, formación y llenado de las legumbres). Durante la germinación tanto el déficit como el exceso de humedad es perjudicial para la uniformidad de distribución y 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 legumbres 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.

Según Sharkey y Seemaron (1989) (citado por Ortiz *et al.*, 2000) el estrés moderado por falta de agua no afecta las reacciones de la fotosíntesis en los cloroplastos.

El exceso de agua puede ser nocivo y muy marcado entre genotipo (Gomes y Santos, 1989). Según Neumaier y Nepomuceno (1995), 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). El contenido de agua no debe exceder el 85 % ni ser menor del 50 % del agua potencial disponible en el suelo (FAO, 1979).

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).

La soya requiere de humedad abundante durante su ciclo de crecimiento, y más o menos sequedad en su período de madurez, especialmente en la época de la cosecha (CUNORI, 1987).

Una vez que la semilla germinó, la plántula emergió y desplegó el primer par de hojas durante el período vegetativo, la soya se hace muy resistente a la sequía, lo cual no significa que no sea insensible a ella (Sasovsky y Lezcano.2007).

La soya es tolerante a la sequía. Necesita humedad pero sin encharcamientos, ya que estos asfixian las raíces de la planta. Por esta razón los riegos no deben ser copiosos y se deberá mantener una ligera humedad en el terreno para la mejor vegetación de la soya. El número de riegos varía con las condiciones de clima y suelo. Donde la insolación sea mayor y la evaporación más rápida, se precisará más agua (Gómez, 2002).

Para la obtención de producciones máximas, la necesidad de agua en el cultivo durante todo su ciclo varía entre 450 y 800 mm (de 4 500 a 8 000 m³ ha⁻¹), dependiendo de las condiciones climáticas, del manejo del cultivo y de la duración del ciclo. Normalmente se dan de cinco a diez riegos durante el ciclo de la planta, aunque fundamentalmente se deben aplicar:

1. Uno de presembrado (germinación uniforme y buena población), con una lámina de riego de 15 a 20 cm.

2. Primer riego de auxilio (25 días o después de cultivar), con una lámina de riego de 12 a 15 cm.
3. Segundo riego de auxilio (25 días después del primer riego de auxilio) con una lámina de 12 a 15 cm.
4. Tercer riego de auxilio (mayor importancia por ser durante el llenado de grano) con una lámina de riego de 12 a 15 cm.

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).

Las condiciones de estrés hídrico durante el período de llenado del grano causan elevadas pérdidas en el rendimiento (Sasovsky, 2002).

2.3. Radiación solar

A medida que aumenta el nivel de radiación solar durante el llenado de granos, el rendimiento se incrementa. Al igual que la temperatura, su incidencia sobre la producción de grano crece con el atraso de la FS. No obstante, la radiación solar es en general el factor climático con menor influencia en la expresión del rendimiento, en especial en FS tempranas (Baigorri, 2004).

2.4. Condiciones edáficas

Para el normal desarrollo y crecimiento del cultivo de soya se recomiendan suelos profundos, bien drenados, de fertilidad media a alta, con bajo saturación de Al (<30%), de textura franco a franco arcillosa, con nivel freático bajo y topografía plana. Para variedades tolerantes a aluminio, se recomiendan suelos

con saturación de bases de 40 a 60 % (Valencia *et al.*, 2005). Además se debe tener en cuenta el suelo en lo referente a la serie, capacidad de uso y el estado físico-químico actual, en función de la historia de manejo, el régimen térmico y el hídrico, teniendo en cuenta en este aspecto el agua acumulada durante el barbecho, las precipitaciones, presencia de capa freática y riego (Baigorri, 2004).

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.

La semilla de soya para germinar requiere un suelo más húmedo que la de maíz; es decir, necesita absorber 50% de su peso en agua, a diferencia del maíz que sólo requiere 30 por ciento. Para lograr una buena producción, es necesario usar semilla de alta calidad que cumpla con los requisitos de certificación exigidos por el Servicio Nacional de Semillas (SENASA) (Oliveros *et al.*, 1996).

Las características físicas del suelo, determinan su capacidad de almacenaje de agua y la facilidad con que el sistema radicular explorará el mismo en la búsqueda de agua y nutrientes. Los suelos de textura muy pesada, reducen el crecimiento del cultivo, afectando en mayor medida a los cultivares de ciclo corto y obliga en general a utilizar cultivares de ciclos medios y largos (Baigorri, 2004).

Es especialmente sensible a los encharcamientos del terreno, de modo que en los de textura arcillosa con esta tendencia no es recomendable su cultivo, además 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. Preferiblemente con buen drenaje superficial e interno, debe poseer una fertilidad elevada, bajos tenores de sales y que sean profundos (García y Permuy, 2003).

2.5. Estados de desarrollo vegetativos (Vn) y reproductivos (Rn) de la soya, según Fehr *et al.* (1971).

Fases	Descripción
Ve	Emergencia. Cotiledones por encima de la superficie del suelo y en posición más o menos vertical.
Vc	Cotiledones en posición más o menos horizontal.
V1	Hojas unifoliadas completamente desenvueltas.
V2	Hojas trifoliadas completamente desenvueltas por encima del nudo unifoliado
V3	Tres nudos en el tallo principal (incluyendo el unifoliado) con hojas completamente desenvueltas.
Vn	n nudos en el tallo principal (incluyendo el unifoliado) con hojas completamente desenvueltas.
R1	Comienzo de la floración. Una flor abierta en cualquier nudo del tallo principal.
R2	Floración completa. Una flor abierta en el nudo inmediatamente por debajo del nudo superior con hojas completamente desenvueltas.
R3	Comienzo de la formación de legumbres. Legumbres de 0.5 cm de longitud en uno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con hojas completamente desenvueltas.
R4	Finalización de la formación de legumbres. Legumbres de 2.0 cm de longitud en uno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con hojas completamente desenvueltas.
R5	Comienzo de la formación de semillas. Semillas de 3.0 mm de longitud en uno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con hojas

- completamente desenvueltas.
- R6 Semillas de tamaño máximo. Semillas verdes llenando completamente la cavidad de alguna vaina situada en uno de los cuatro nudos superiores del tallo principal con hojas completamente desenvueltas.
- R7 Madurez fisiológica. 50 % de las hojas han tomado un color amarillento. Una o más legumbres han tomado el color característico a la maduración (marrón).
- R8 Madurez a cosecha. 95 % de las legumbres maduras.
-

3. Aspectos agrotécnicos

3.1 Acondicionamiento del suelo

En suelos muy compactados por el uso excesivo de maquinaria agrícola, se recomienda la utilización de arado de cincel previo a los pases de rastra, para garantizar a la semilla una buena cama para su óptima emergencia, uniformidad y posterior desarrollo de la planta.

En suelos con ligeras limitaciones de pendiente, debe sembrarse en curvas de nivel para evitar problemas de erosión y facilitar la labor de mecanización del cultivo, de manera de lograr una adecuada emergencia y, por ende, una mejor densidad de plantas por hectárea.

En suelos con pH por debajo de 5.8 se recomienda la práctica del encalado un mes antes de la siembra. La cantidad de cal a utilizar debe estar en función del pH y de los miliequivalentes de aluminio presentes en el suelo (Oliveros *et al.*, 1996).

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.

3.2. Época de siembra

La obtención de un adecuado crecimiento, desarrollo y rendimiento de la soya, sin que se generen gastos adicionales, depende de la correcta selección de la época de siembra. En Cuba se han definido tres épocas, cuya elección obedece al tipo de cultivar que se utilice:

1. Primavera: desde abril hasta mayo.
2. Verano: desde el 15 de julio hasta agosto – septiembre.
3. Invierno: desde diciembre hasta el 15 de enero.

Ponce *et al.* (2002) consideran que la siembra en época de primavera (abril-mayo) ofrece múltiples ventajas, como son: la gran disponibilidad de área cultivable, donde se garantiza en gran medida de forma natural, la humedad requerida por el cultivo y la obtención, como dividendo final, de aceptables rendimientos con muy pocos insumos. Esta práctica se ha evadido tradicionalmente por dos problemas fundamentales:

1. Los fuertes enyerbamientos.
2. El deterioro de la semilla en la etapa de precosecha.

En el segundo aspecto la selección de variedades mejoradas puede jugar un papel muy importante y debe ser un reto para la investigación cubana.

En el caso particular del cultivo de soya, la elección del cultivar es una de las decisiones más importantes en la definición del potencial de rendimiento del cultivo, debido a la variedad de climas y suelos y a la cantidad de cultivares disponibles en el mercado (Salinas *et al.*, 1989).

La adecuada elección y manejo de cultivares para un sitio determinado implica contar con el conocimiento previo de las condiciones ambientales de ese sitio, de las características de los cultivares disponibles y del efecto de las prácticas de manejo sobre el cultivo (Baigorri, 2004), con el fin de desarrollar un cultivo con óptimo estado a floración (R1-R2), de manera que logre interceptar eficientemente la radiación incidente; maximizando la tasa de acumulación de materia seca durante el período de llenado de granos (Lorenzatti, 2004).

En cada cultivar, la elección de la fecha de siembra esta condicionada por la temperatura, fotoperíodo, régimen hídrico y practica de manejo, de manera de optimizar su estado fisiológico general al comienzo de su periodo critico, que en soya corresponde entre R4 a R6 (Salinas *et al.*, 1989)

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).

El atraso en la fecha de siembra acorta la duración en días del ciclo del cultivo y el periodo crítico de llenado de granos se realiza en peores condiciones ambientales, ya que aumenta la temperatura y se acelera el crecimiento y desarrollo. Siembras muy tardías, coinciden en llenado de grano con temperaturas y radiación menores (Salinas; *et al.*, 1989)

4. Influencia de los factores climáticos sobre el rendimiento

El rendimiento de los cultivos es el resultado de la interacción entre los genotipos y el ambiente (clima, suelo y prácticas de manejo). Los genotipos pueden expresar una respuesta diferencial según la calidad del ambiente, así es posible que diferentes cultivares puedan tener rendimientos similares o distintos en un mismo ambiente y también, que un genotipo manifieste rendimientos similares en diversos ambientes (Rosbaco *et al.*, 2004)

El rendimiento en grano puede descomponerse en varios procesos parciales, denominados componentes del rendimiento: número de semillas por m² de cultivo y el peso unitario de las semillas. Estos componentes del rendimiento pueden ser modificados por el genotipo, el ambiente y el manejo, afectando de esta manera el rendimiento final. El grado de sensibilidad de cada componente a los factores ambientales varía con el estado de desarrollo del cultivo. La soya tiene además la capacidad de compensar, dentro de ciertos límites, reducciones en un componente del rendimiento debidas a factores de estrés, aumentando el componente subsiguiente, una vez desaparecido el mismo. En condiciones de campo, es común la ocurrencia de diferentes grados de estrés,

especialmente hídrico y las diferencias de rendimiento entre cultivares puede responder no sólo a diferencias en alguno de sus componentes, sino también a diferencias en su capacidad para compensar (Morandi, *et al.*, 1991; Andriani y Bodrero, 1995 cit. por Rosbaco *et al.*, 2004).

Dada la gran variabilidad que presentan los ambientes productivos, determinada por las características intrínsecas de cada sitio, las fechas de siembra, las modalidades en el manejo de los cultivos y campañas agrícolas, el logro de una correcta selección de los genotipos mejor adaptados para cada ambiente requiere de la utilización de métodos de evaluación más precisos. La continua liberación al mercado de nuevos cultivares de soya requiere de una metodología de análisis que permita determinar la capacidad productiva de los mismos cuando se los somete a distintas condiciones ambientales. Este análisis debe tener en cuenta la diferente sensibilidad al fotoperíodo y a la temperatura que los mismos presentan aún cuando pertenezcan a un mismo grupo de madurez (Martignone *et al.*, 1995 cit. Rosbaco *et al.* 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Ubicación de las parcelas experimentales

El estudio se realizó en la Finca de Auto Consumo “La Bomba” de la UEB Agropecuaria “7 de Noviembre”, perteneciente al CAI Arrocerero “Sur del Jíbaro”, sobre un suelo aluvial poco diferenciado, sustentado sobre materiales aluviales transportados y diluviales recientes profundos, poco humificados de textura arcilla montmorillonita, con una profundidad efectiva media de 143 cm y de topografía ligeramente ondulada. Este suelo presenta un drenaje superficial deficiente, el drenaje interno, es lento y de forma general es deficiente, la roca que predomina es la sedimentaria.

2. Montaje del experimento

El experimento se montó en dos fechas de siembra:

1. 3 de enero de 2010 (época de invierno).
2. 19 de mayo de 2011 (época de primavera).

Se utilizaron cuatro cultivares:

Incasoy- 1, Incasoy- 27, Incasoy- 35, Incasoy- 36. Todas procedentes del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)

Las mismas fueron sembradas de forma manual a una distancia de 0.50 m x 0.10 m, una semilla por nido y una profundidad aproximada de 0,03 cm y resemebrada a los 10 días. Los tratamientos se distribuyeron en diseños de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 réplicas. No se aplicaron fertilizantes, se efectuaron dos deshierbes manuales y además se realizaron dos aporques. La humedad del suelo dependió fundamentalmente de las precipitaciones. Sólo se aplicó riego en una ocasión para la siembra correspondiente a primavera y dos en las de invierno en momentos de extrema sequía.

El total de las parcelas fue cosechado en forma neta mediante el arranque manual de la planta completa, dejándose sobre el terreno dentro de sacos, para luego proceder al golpeo de las mismas y obtener los granos.

3. Evaluaciones realizadas

Durante el desarrollo de esta investigación se evaluaron diferentes variables

relacionadas con el rendimiento agrícola de los cultivares.

3.1. Fases reproductivas

Se determinó la duración de fases reproductivas: inicio de la floración (R1); Inicio de la formación de legumbres (R3), comienzo de la madurez fisiológica (R7) y madurez a cosecha (R8), descritas por Fehr *et al.* (1971), para lo cual se mantuvo una observación frecuente de las plantas, dos veces por semana, anotándose los días que demoraban en alcanzar cada uno de los estados de desarrollo estudiados.

3.2. Componentes del rendimiento agrícola

En el momento de cosecha se evaluó el, Número de Legumbres por Planta (NLP), Número de Semillas por Planta (NSP), Peso de Semillas por Planta (PSP) y el Peso de 100 semillas.

3.3. Rendimiento agrícola

Se calculó el Rendimiento Agrícola (RA) a partir del rendimiento individual por planta y del número de plantas por área, el mismo se expresó en t ha.

3.4. Influencia de variables climáticas

Se realizó un análisis de la influencia de las variables climáticas temperatura y precipitaciones, atendiendo al comportamiento de las mismas en las diferentes fechas de siembra, para lo cual se tomaron los datos históricos (20 años) de la Estación Sur del Jíbaro, además de los valores actuales durante el tiempo de investigación.

3. Procesamiento estadístico.

Los datos obtenidos se procesaron estadísticamente con el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para el Microsoft Windows. Se utilizó la tabla de ANOVA y se realizaron las pruebas post hoc buscando diferencias estadísticas significativas, acorde a los requerimientos de cada caso, a partir de un análisis de varianza mediante una prueba de comparación de medias para un 95 % de confiabilidad ($p < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Fases reproductivas

En la Tabla 1 podemos apreciar que la fecha de siembra influyó de manera similar en la transición entre las etapas inicio de la floración y formación de legumbres para las siembras realizadas en invierno, no ocurriendo así para la primavera donde se observó una mayor duración salvo en el caso de Incasoy-27 que tuvo un comportamiento similar, todo lo cual concuerda con lo planteado por Sasovsky (2002), el cual no observó una transición definida entre floración y fructificación, dado que en una misma planta coexistieron durante algún tiempo flores y frutos.

Tabla 1. Inicio de la floración y fructificación según fecha de siembra

Cultivares	Primavera		Invierno	
	R1	R3	R1	R3
Incasoy-1	32	51	33	45
Incasoy-27	24	32	34	43
Incasoy-35	30	53	33	45
Incasoy-36	37	61	35	48

Con respecto a las etapas de madurez fisiológica (R7) a madurez – cosecha (R8) correspondientes a la siembra de primavera comparada con la de invierno, podemos apreciar que todos los cultivares acortaron los días salvo Incasoy 27 que mantuvo datos similares en las dos épocas con solo un día de diferencia. De modo general el ciclo total tuvo más duración en primavera, aunque la diferencia no fue tan marcada en Incasoy-35, que solo tubo tres días de diferencia entre una época y otra. Esto confirma los resultados obtenidos por Graterol y González (2004), al expresar que esta diferencia puede atribuirse al

efecto de genotipo, pero en mayor grado a las diferentes condiciones de fotoperíodo entre ambos experimentos (fotoperíodo creciente primavera vs fotoperíodo decreciente invierno) indicando que bajo las condiciones de fotoperíodo decreciente del presente estudio, la soya tendió a acortar la duración de los estados de desarrollo a partir de R1 hasta R7, excepto en Incasoy-27.

La tabla 2 muestra los promedios por cultivar de la duración de estas fases fenológicas en las dos fechas de siembra consideradas.

Tabla 2. Inicio de la madurez fisiológica y de cosecha según fecha de siembra.

Cultivares	Primavera		Invierno	
	R7	R8	R7	R8
Incasoy-1	97	109	75	102
Incasoy-27	72	87	71	86
Incasoy-35	95	105	79	102
Incasoy-36	112	129	90	116

2. Componentes del Rendimiento Agrícola (CRA)

2.1. Número de Legumbres por Planta (NLP)

En la siembra de primavera se observó en todos los cultivares una respuesta diferente, correspondiéndose el máximo valor a Incasoy-36 con 55.35 y en contraposición Incasoy-35 tuvo un resultado inferior al resto con 37 legumbres aproximadamente (Figura 2).

En las siembras de invierno, solo la IS- 36 sobrepasó las 50 legumbres mientras que la respuesta de Incasoy-1 e Incasoy-35 fue semejante con poco menos de 40 legumbres cada una. Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Hernández *et al.* (2004) con el cultivar Incasoy-27 donde obtuvieron en siembras de primavera sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso valores promedios de 67.2 legumbres por planta, mientras que Ponce *et al.* (2002) en igual época, observaron en la misma variedad resultados de 86.17; 95.75 y 73.70.

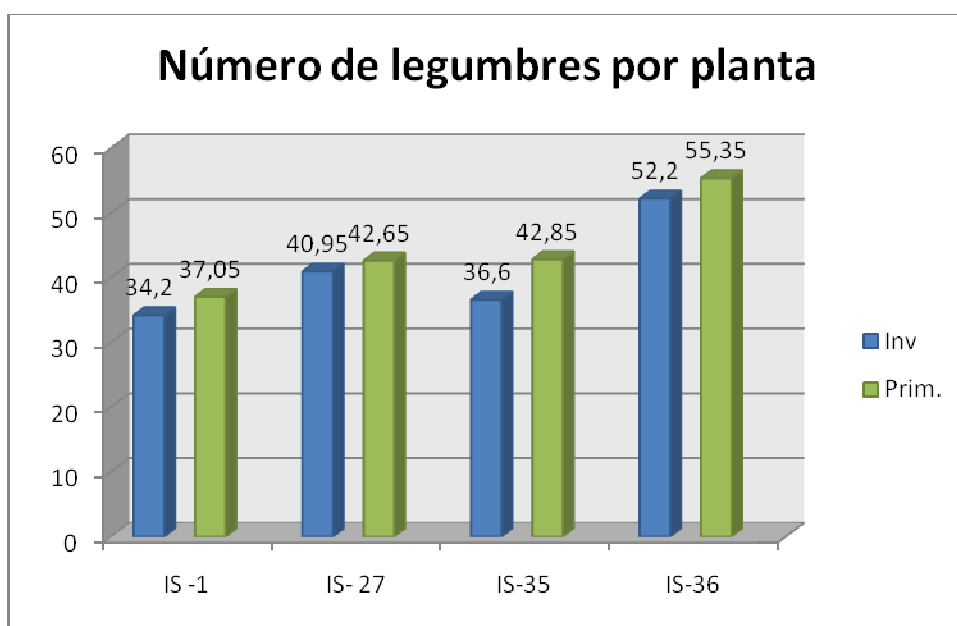


Figura 1. Número de Legumbres por Planta (NLP)

2.2. Número de Semillas por Planta (NSP)

Al evaluar el número de semillas por plantas en la figura 2 se puede apreciar que en la siembra de primavera todos los cultivares difieren entre sí, correspondiéndose el máximo valor a Incasoy-36 con 103.6 y el menor a Incasoy-35 con 62.05 además estos resultados están por encima de los obtenidos en la fecha de siembra correspondiente a la época de invierno, en la cual el cultivar IS- 36 también fue superior al resto con 100.9. En este sentido se observan que el cultivar Incasoy -35 fue el de peores resultados con un promedio de 58.70. Respecto a lo anterior Martínez *et al.* (2004) en siembras de invierno en suelo pardo con carbonatos, observó 50.44 semillas como

promedio, pero en otras variedades diferentes a las evaluadas en este experimento lo cual concuerda con los resultado obtenido en esta evaluación.

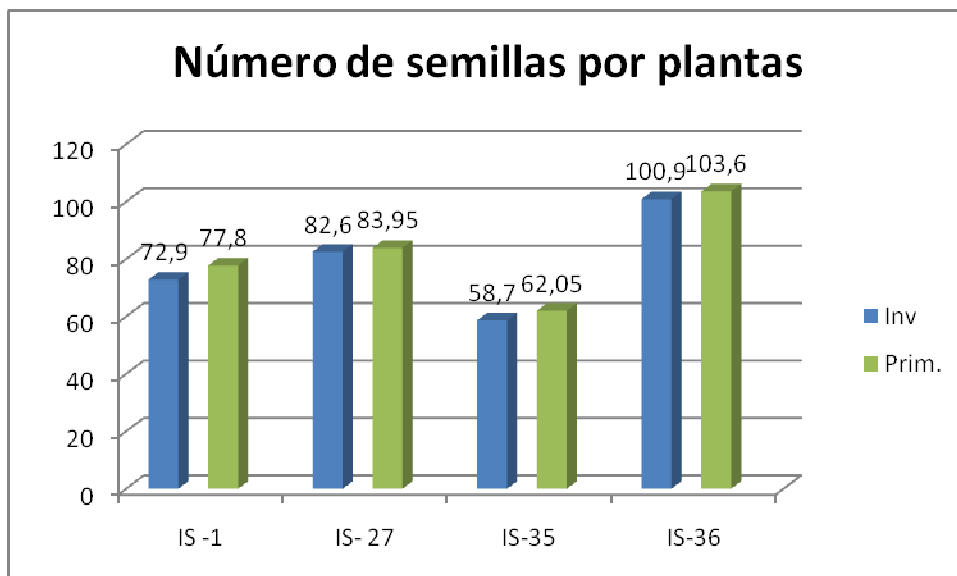


Figura 2. Número de Semillas por Planta (NSP)

3.3. Peso de semillas por plantas.

Respecto a este importante indicador podemos apreciar (Figura No 3) que en la época de primavera el cultivar Incasoy- 36 obtuvo los mejores resultados con un peso promedio de 19,85 g. de semillas por plantas mientras que el resto de las variedades se comportaron de forma similar. En la época de invierno en los resultados por variedades también la Incasoy-36 resultó aportar los mejores indicadores mientras la IS-27 y la IS-35 fueron las de peores resultados con 10.95 y 11.15 respectivamente.

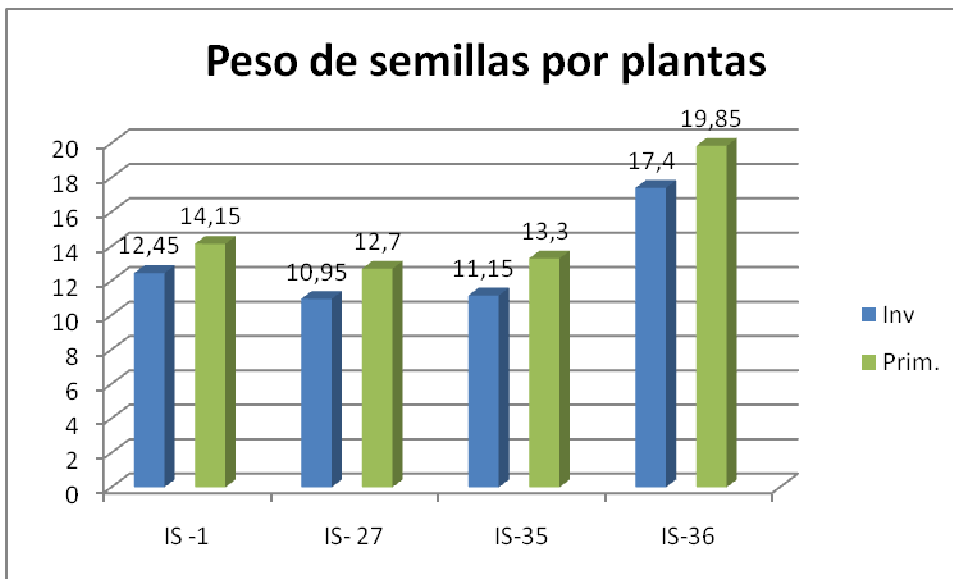


Figura 3. Peso de semillas por planta (PSP)

El peso de 100 semillas está correlacionado con el rendimiento (Ponce *et al.*, 2002), contribuye a definir normas de siembra en cualquier cultivo e indica la cantidad de semillas a sembrar y posibles plantas a lograr en un área determinada.

En las dos fechas de siembra el cultivar que obtuvo el máximo resultado fue Incasoy-36 con 16.75 y 17.50 g respectivamente, mientras que en Incasoy-27 se observaron los menores valores con 13.00 y 13.50 g respectivamente. En casi todas las variedades los resultados alcanzados en primavera son superiores a los de invierno (Tabla 3). Al valorar estos resultados se pudo constatar que Ponce *et al.* (2002) en época de primavera, en suelos ferralíticos rojos en tres años diferentes: 1996, 1997 y 1998, lograron, en este mismo orden con Incasoy-27 13.87 g, 14.55 g y 11.13 g. lo cual se aproxima bastante a lo alcanzado en este experimento

Tabla 3. Peso de 100 semillas.

	Invierno	Primavera
Incasoy- 1	16.75	17.25
Incasoy- 27	13.00	13.50
Incasoy- 35	15.25	15.25
Incasoy- 36	16.75	17.50

2.4. Rendimiento Agrícola (RA)

Al calcular el RA se observó que en las dos fechas de siembra el cultivar Incasoy-36 alcanzó los máximos valores con 3.20 y 2.80 t/ha, correspondiéndose los menores valores a las siembras de invierno, por otro lado los resultados inferiores correspondieron a Incasoy-27 con 2,10 y 1,81 también siendo inferiores los rendimientos en la época de invierno. En sentido general los resultados obtenidos en Incasoy-27 coinciden con las evaluaciones realizadas por Hernández *et al.* (2004) en primavera sobre un suelo Hidromórfico Gley Nodular Ferruginoso, donde el valor promedio que obtuvieron fue de 2.09 t /ha.

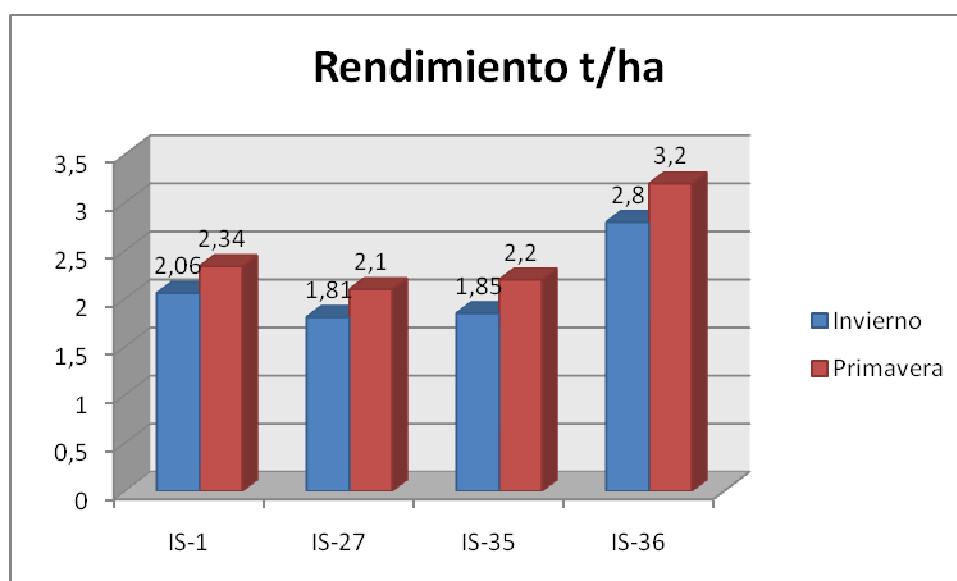


Figura 4. Rendimiento agrícola

3. Influencia de variables climáticas sobre el rendimiento

3.1. Influencia de la temperatura

Según Calviño (2002) la soya es particularmente sensible a las bajas temperaturas, al respecto Thomas y Raper (1981) plantearon que una baja temperatura nocturna reduce la fijación de legumbres y disminuye el crecimiento de los granos. Esto concuerda con el comportamiento de la temperatura media presente durante las siembras de invierno en la mayor parte del ciclo de los cultivares en estudio las cuales nunca llega a sobrepasar los 25 °C; lo contrario ocurre en la época de primavera donde se supera este valor, por lo que los resultados obtenidos en las siembras de invierno pudieran estar limitados, por las bajas temperaturas. Figura 5

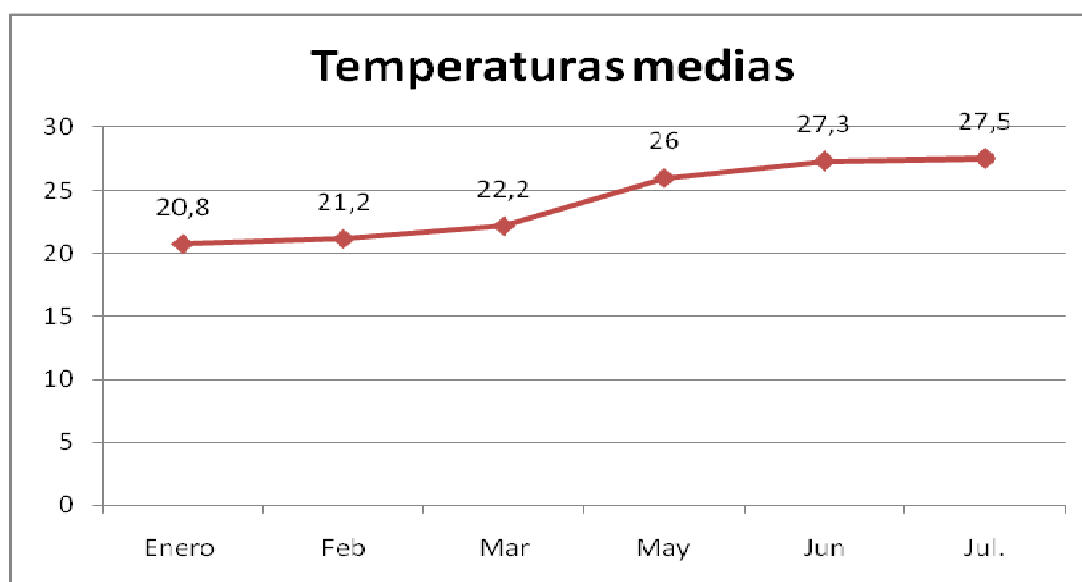
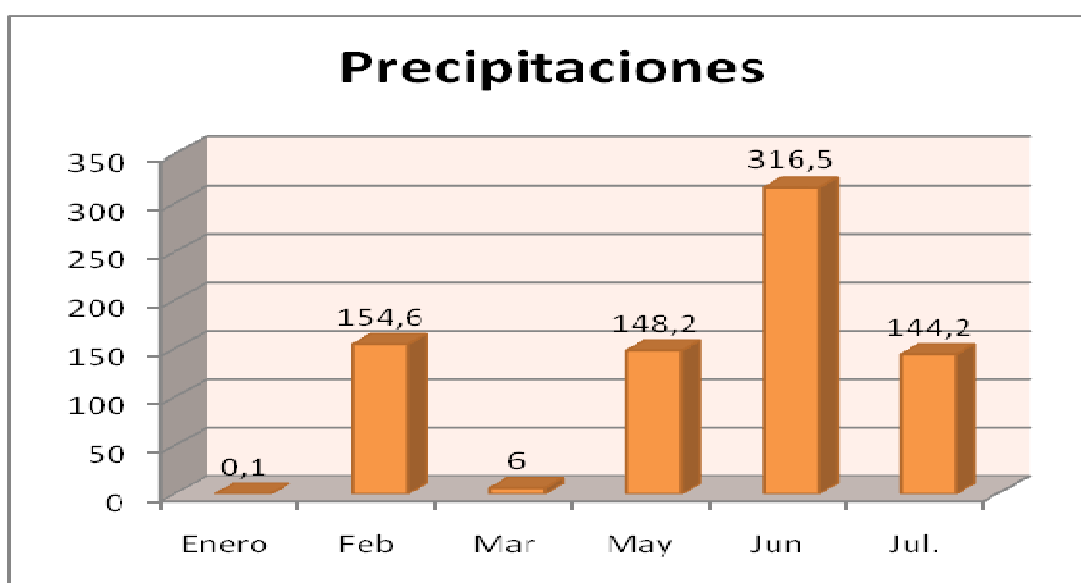


Figura 5. Comportamiento de las temperaturas durante la investigación. Estación agrometeorológica Sur del Jíbaro

3.2. Influencia del régimen de precipitaciones

La humedad proveniente de las precipitaciones es insuficiente en las siembras de invierno ya que durante la primavera estas deficiencias fueron superadas por las lluvias recibidas por el cultivo (figura 6). En esta última época los datos muestran que en los meses en que se desarrollo el experimento éstas se mantienen sobre los 140 mm. Por otra parte en las siembras de invierno se

encuentran por debajo de los 40 mm, excepto en febrero, todo ello unido a que prácticamente no se aplicó riego durante el período de crecimiento vegetativo solo en la fase reproductiva R4 (finalización formación de legumbres) lo cual pudo ser una importante limitante en el desarrollo del cultivo en sentido general. El análisis anterior implica que en las siembras de invierno los cultivares estuvieron sometidos a un estrés hídrico considerable, de esta manera en primavera mostraron los máximos valores en las evaluaciones realizadas.



**Figura 6. Comportamiento de las precipitaciones durante la investigación.
Estación agrometeorológica Sur del Jíbaro**

Análisis estadístico

Al procesar estadísticamente los datos obtenidos con el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para el Microsoft Windows, se pudo constatar que el tratamiento 4 o sea la variedad Incasoy 36 en ambas épocas obtuvo los mejores resultados en todos los parámetros establecidos, al realizar las pruebas HSD de Tuckey, y Duncan, arribamos a la conclusión de que existen diferencias significativas entre la variedad antes mencionada y las IS-35 e IS-1

no siendo así con IS-27 para la época de Invierno, mientras que para la primavera solo difirió significativamente con IS-1. Al analizar el número de semillas por plantas sucede lo mismo que en el número de legumbres para el invierno mientras que para la primavera las diferencias son con IS-35 e IS-1. En el caso del peso de semillas por plantas ocurre que IS-36 difiere significativamente con las otras tres variedades en ambas épocas. (Tabla No 4)

Tabla 4. Análisis estadístico.

Tratamiento	NLP Inv.	NLP Prim.	NSP Inv	NSP Prim	PSP Inv	PSP Prim.
1 IS- 1	34,2 b	37,05 b	72.90 b	77.80 b	12.45 b	14.15 b
2 IS- 27	40,95 ab	42,65 ab	82.60 ab	83.95 ab	10.95 b	12.70 b
3 IS-35	36,6 b	42,85 ab	58.70 b	62.05 b	11.15 b	13.30 b
4 IS-36	52,2 a	55,35 a	100.90 a	103.60 a	17.40 a	19.85 a

CONCLUSIONES

1. El comportamiento desigual de las variables climáticas analizadas en las diferentes fechas de siembra, influyó sobre la respuesta dada por los cultivares en la duración de las fases reproductivas, rendimiento agrícola y sus componentes.
2. Los máximos resultados en la mayoría de los componentes del rendimiento agrícola, se obtuvieron en el cultivar Incasoy- 36 en las dos fechas de siembra.
3. El comportamiento de las variables climáticas estuvo en correspondencia con la serie histórica, mostrándose valores superiores en cuanto a la temperatura y precipitaciones, en la siembra de primavera con relación a las de invierno, lo cual influyó de forma positiva en los rendimientos del cultivo.

RECOMENDACIONES

1. Profundizar en estos estudios debido a los cambios que sufren los componentes del clima con los años y la susceptibilidad que tienen los diferentes cultivares de soya a los mismos.
2. Mantener la variedad Incasoy 36 como promisorio para nuestras condiciones y que sirva de referencia en posteriores estudios varietales.
3. Investigar con otros tipos de cultivares de soya para evaluar su comportamiento productivo en nuestras condiciones edafoclimáticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Andújar, G., María Aloyda Guerra y R. Santos. 2000.** La utilización de extensores cárnicos. Experiencias de la Industria Cárnica Cubana. Instituto de investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana, Cuba. Disponible en:
<http://www.clarin.com/suplementos/rural/2004/11/20/r-00411.htm>.
[Consultado 25-11-05]
2. **Astegiano, E.; H. Imvinkelried; M. Hermann; M. Pietrobon. 2007.** Efecto de la temperatura sobre el secado de los granos y la generación de granos verdes en soja. Disponible en:
<http://www.planetasoja.com/trabajos/trabajos800.php?id1=10797&publi=&idSec=7&id2=10798>. [Consultado 21-03-07]
3. **Avilés, R., A. Morales, E. Sotomayor, G. Guibert, M. Ruíz, 1995:** Plagas y enfermedades de las oleaginosas. Informe PR-516.
4. **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).
5. **Baigorri, H. 2004.** Criterios para la Elección y el Manejo de Cultivares de Soja. EEA INTA Marcos Juárez. Disponible en:
<http://www.elsitioagricola.com/articulos/baigorri/criteriosEleccionManejoSoya.pdf> . [Consultado 26-11-05].
6. **Belloso, C. 2003.** Mundosoja: El manejo sigue siendo la clave.
<http://www.futurosyopciones.com/granos/produccion/especiales/soja/listado.asp?IdEncabezado=85>
7. **Calviño, P. A. 2002.** Determinación del rendimiento del cultivo de soja de primera y segunda en el sudeste bonaerense. Disponible en:
<http://www.inta.gov.ar/balcarce/resumenespq/PGPV2002/resucalvi.htm> [Consultado 11-03-05]
8. **Carrao, M. C. y J. M. Gontijo, 1995.** La soja como alimento humano: calidad nutritiva, procesamiento y utilización. En EMBRAPA-

CNPSO (Ed): El cultivo de la soja en los trópicos: mejoramiento y producción. p 241 – 254. Colección FAO: Producción y protección vegetal, No. 27. Roma.

9. **CUNORI, 1987.** Adaptabilidad del Cultivo de la Soya (*Glycine max*), cultivada en la cabecera Departamental de Chiquimula. Guatemala: pp. 31.
10. **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.
11. **David, C. y J F. Thomas. 1978.** Partitioning and seed yield in soybean. Photoperiodic alternation of dry matter. Crop Sci 18: 654-656.
12. **Díaz, M.F (2001):** Utilización de leguminosas como alternativa en la alimentación animal. Tesis presentada en opción al Grado Científico Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal (ICA),
13. **Echeverría, H.; G. Ferraris; F. Gutiérrez; F. Salvagiotti. 2001.** [Soja. Respuesta a la fertilización en la región pampeana.](#) Resultados campaña 2000-01 de la Red de Ensayos del proyecto Fertilizar INTA.
14. **FAO. 1979.** Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Estudio FAO. Riego y Drenaje, No. 33. Roma, Italia.
15. **Farias, J. R. B. 1995.** Requisitos climáticos. En: EMBRAPA-CPPSo (Ed.), El Cultivo de la Soya en Los Trópicos, mejoramiento y producción. p. 13-17. Colección FAO. Producción y protección vegetal, No. 27. Roma.
16. **Fehr, W. R., C. E. Caviness, D. T. Burmood., y J. S. Pennington. 1971.** Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Sci. 11:929-931.
17. **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 soya en los trópicos; Mejoramiento y producción, p.19-36. Colección. FAO Producción y protección vegetal, No.27.Roma.

- 18.García, E. y Permuy Vencida. 2003.** Cultivos de granos para el programa de redimensionamiento del MINAZ, ETIAH, Holguín. Material complementario en soporte digital.
- 19.Graterol, Y. y R. González. 2004.** Poblaciones y sistemas de siembra en dos cultivares de soya [*Glycine max* (L.) Merr.] de diferentes hábitos de crecimiento en el estado Portuguesa. Revista Facultad de Agronomía (LUZ). 21: 321-334.
- 20.Hartwig, E.E.,** 1970. Growth and reproductive characteristics of soybeans grown under short-day conditions. Trop. Sci. 12: 47-53.
- 21.Hernández Remigio, Marlen; F. Cuevas; Martha González Díaz; L. Guzmán. 2004.** Comportamiento de dos variedades de soya 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.
- 22.Huxley, P.A. and A. P. Hughes. 1976.** Growth and development of soybean cv. TK5 as affected by tropical day-length, day/night temperatures and nitrogen nutrition. Ann. Appl. Biol. 82: 117-133.
- 23.López, R.; H. Díaz; E. Perón; Mirtha López Gutiérrez. 2000.** El cultivo de la soya en Cuba. Instructivo Técnico.
- 24.Lorenzatti, S. 2004.** ¿Hay que fertilizar la soya? Disponible en: <http://saludparalavida.sld.cu/modules.php?name=News&file=article&sid=58> [Consultado 25-11-05]
- 25.Martínez, F.; Oslaida Ferran Venero; J. J. Reyes; F. Pérez; H. Despaigne. 2004.** Comportamiento productivo de algunas variedades de Soya en un suelo Pardo con Carbonato de la provincia Santiago de Cuba. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos17/produccion-soya/produccion-soya.shtml> [Consultado 11-02-05]
- 26.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]

- 27. Mota, F. S. 1983.** Condiciones climáticas y producción de soya en el sur de Brasil. En F. J. Verneti, ed. Soya: planta, clima, plagas, molestias e invasores, vol 1, p 93-126. Campinas, SP, Brasil, Fundación Cargill. 1983.
- 28. Neumaier, N. y Nepomuceno, A. L. 1995.** El cultivo de la soya en los trópicos. Cap. Manejo del agua, colección FAO: Producción Protección Vegetal, 1995, n^o. 27, p. 153-160.
- 29. Oliveros M. A., A. J. Millán., D. Villaroel. 1996.** Recomendaciones para el cultivo de soya en condiciones de sabana. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/soya.htm>
[Consultado 15-10-05]
- 30. Ortiz. R, M. Ponce, A. Caballero y C. de la Fé. 2000.** Evaluación de una colección de germoplasma de soya (*Glycine max* (L.) Merr) en condiciones abióticas estresantes. Cultivos Tropicales 21 (1) 2000 67pp.
- 31. Pascale, A. J., 1969:** Tipos agroclimáticos para el cultivo de la soya en Argentina. Rev. Fac. Agr. Vet. Buenos Aires, 17: 31-38.
- 32. 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]
- 33. 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.
- 34. Pergolini, S. 2007.** Factores que explican las variaciones de rendimiento del cultivo de soya entre los Sectores de Bajo y Loma. Disponible en:
<http://www.elsitioagricola.com/articulos/pergolini/Factores%20que%20Explican%20Variaciones%20de%20Rendimiento%20de%20>

[Soja%20entre%20Sectores%20de%20Bajo%20y%20Loma.asp](#).

[Consultado 2-04-07]

35. Reys, Clara. 2003. ¿Por qué la soya es importante? Disponible en:

<http://www.adital.org.br/site/noticia.asp?lang=ES&cod=9574>

[Consultado 2-2005]

36. Rodríguez, R., O. García, C. Murguido y L. Pérez, 1979: Aspectos fitosanitarios del cultivo de la soya. En: Consideraciones sobre el cultivo y utilización de la soya. CIDA, La Habana, pp 43-55

37. Romagnoli, Miriam; G. Tuttolomondo; Irene Rosbaco; R.

Martignone. 2006. Soja. Caracterización de la respuesta termofotoperiódica de cultivares de ciclo corto. Disponible en:

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/18/3AM18.htm>

[Consultado 21-03-07]

38. Rosbaco, Irene; Miriam Romagnoli; Vilma Bisaro y H. Pedrol.

1999. Estabilidad del rendimiento de cultivares de soja de grupo de maduración IV en Zavalla (Santa Fe). Disponible en:

<http://www.ciasfe.org.ar/agrovision/vinculos/soja.asp> [Consultado

26-11-04]

39. Rosbaco, Irene; Vilma Bisaro; Miriam Romagnoli y R. Martignone. 2004.

Métodos estadísticos para la caracterización de ambientes climáticos y evaluación de respuestas de cultivares de soja. Disponible en:

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Investigacion/revista/rev6/2.htm> [Consultado

21-03-07]

40. 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 soya hasta el estado de plántulas, en diferentes niveles de humedad. En:

Pascale, A. J. (Ed.): Actas IV Conf. Mundial de Investigación en Soya, Buenos Aires, Argentina, ASA.

41. Sasovsky, C. 2002. Estrés hídrico en el cultivo de soya. Disponible en:

<http://www.inta.gov.ar/lasbrenas/info/documentos/pv/soya1.htm> [Consultado

22-08-06]

- 42. Sasovsky, C. y C. Lezcano. 2006.** Efectos del estrés hídrico en la soja. Disponible en:
<http://www.surconsult.com.py/ccu/2006/febrero2006/estres.htm> [Consultado 2-04-07]
- 43. Silva, S. J., CH. Vicente, F. Abruna and J. A. Rodríguez, 1972:** Effect of season and plant spacing on yield of intensively managed-soybean under tropical conditions. J. Agric. Univ. Puerto Rico. 56: 365-369.
- 44. Sylvester, I. 2000.** La Soya. Disponible en:
<http://www.monografias.com>. [Consultado 24-11-05]
- 45. 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.
- 46. Tuttolomondo, G.; Miriam Romagnoli; Irene Rosbaco; R. Martignone. 2006.** Respuesta de variedades de soja de los GM II al VIII en distintas fechas de siembra en el área de influencia de Zavalla. Disponible en:
<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/20/13AM20.htm>
[Consultado 21-03-07]
- 47. Valencia, R. A.; Horacio Carmen; Carmen Rosa Salamanca.; S. Caicedo; E. Almanza; G. Arrieta; Judith Guevara; Nora Cubillos. 2005.** Cultivo de soja. Disponible en:
<http://www.corpoica.org.co/Archivos/Libros500/Cartilla500PreguntasSobreSoya1.pdf>. [Consultado 2-04-07]
- 48. Villarroel, D.A.; M. A. Oliveros; A. J. Millán. 1996.** Una alternativa a la floración prematura de la soja en el trópico. Disponible en:
www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd54/soya.htm [Consultado 11-03-05]
- 49. 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: 637-643.

ANEXO 1.

Primavera

NLP

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	1	
HSD de Tukey(a)	1.00	20	37.0500	
	2.00	20	42.6500	42.6500
	3.00	20	42.8500	42.8500
	4.00	20		55.3500
	Sig.		.796	.195
Duncan(a)	1.00	20	37.0500	
	2.00	20	42.6500	42.6500
	3.00	20	42.8500	42.8500
	4.00	20		55.3500
	Sig.		.393	.061

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20.000.

ANEXO 2.

Primavera

NSP

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	1	
HSD de Tukey(a)	3.00	20	62.0500	
	1.00	20	77.8000	77.8000
	2.00	20	83.9500	83.9500
	4.00	20		103.6000
	Sig.		.260	.139
Duncan(a)	3.00	20	62.0500	
	1.00	20	77.8000	
	2.00	20	83.9500	83.9500
	4.00	20		103.6000
	Sig.		.084	.102

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20.000.

ANEXO 3.

Primavera

PSP

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	1	
HSD de Tukey(a)	2.00	20	12.7000	
	3.00	20	13.3000	
	1.00	20	14.1500	14.1500
	4.00	20		19.8500
	Sig.		.925	.079
Duncan(a)	2.00	20	12.7000	
	3.00	20	13.3000	
	1.00	20	14.1500	
	4.00	20		19.8500
	Sig.		.564	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20.000.

ANEXO 4.

Frio

NLP

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	1	
HSD de Tukey(a)	1.0	20	34.200	
	3.0	20	36.600	36.600
	2.0	20	40.950	40.950
	4.0	20		52.200
	Sig.		.712	.074
Duncan(a)	1.0	20	34.200	
	3.0	20	36.600	
	2.0	20	40.950	40.950
	4.0	20		52.200
	Sig.		.321	.080

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20.000.

ANEXO 5.

Frio

NSP

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	1	
HSD de Tukey(a)	3.0	20	58.700	
	1.0	20	72.900	72.900
	2.0	20	82.600	82.600
	4.0	20		100.900
	Sig.		.278	.157
Duncan(a)	3.0	20	58.700	
	1.0	20	72.900	
	2.0	20	82.600	82.600
	4.0	20		100.900
	Sig.		.091	.171

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20.000.

ANEXO 6.

Frio

PSP

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05		
		2	1	
HSD de Tukey(a)	2.0	20	10.950	
	3.0	20	11.150	
	1.0	20	12.450	12.450
	4.0	20		17.400
	Sig.		.920	.162
Duncan(a)	2.0	20	10.950	
	3.0	20	11.150	
	1.0	20	12.450	
	4.0	20		17.400
	Sig.		.553	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a Usa el tamaño muestral de la media armónica = 20.000.