

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIVERSAS DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE SOYA (*Glycine max*(L) Merrill), EN LA COMUNIDAD DE CANANDOA¹, MUNICIPIO DE SAN PEDRO, CAMPAÑA DE INVIERNO 2013

MAMANI VILTE, JHOSELIN²; AGUIRRE ROJAS, RICHARD JHONNY³



Mamani Vlte, Jhoselin

RESUMEN

El presente estudio de investigación se realizó en la campaña de invierno 2013, en la propiedad de la señora Lourdes Vlte, en la comunidad de Canandoa, perteneciente al Municipio de San Pedro, ubicada a 200 km, al norte de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en la provincia de Obispo Santistevan. Se busca determinar la densidad adecuada de la variedad de soya FCZ HURACAN RG a través de un diseño experimental con bloques completamente aleatorizados con 4 tratamientos y 4 repeticiones, en donde los tratamientos consistieron en la densidad de plantas: 9, 12, 15 y 18 plantas por metro lineal. En los resultados obtenidos, se observa que las variaciones de densidad entre 9 a 18 plantas/metro lineal produjeron modificaciones en el rendimiento en promedio de 10%, con extremos de 40%. La soya del tratamiento 3 tuvo los efectos más deseados para un rendimiento de 3,024 kg/ha, mientras los otros tratamientos tuvieron variación desde 1,940 kg/ha hasta 2,370 y 2,590 respectivamente. El tratamiento de 15 plantas /metro lineal, fue el que obtuvo el mejor rendimiento del ensayo.

ABSTRACT

This research paper was conducted in the winter campaign 2013, on the property of Mrs. Lourdes Vlte in the community of Canandoa, belonging to the Town Council of San Pedro, located 200 km north from the city of Santa Cruz de Sierra in the province of Obispo Santistevan. It seeks to determine the appropriate density of the soybean variety FCZ HURRICANE RG through a completely randomized experimental design with 4 treatments and 4 replications, where treatments consisted of plant density: 9, 12, 15 and 18 plants per linear meter. In the obtained results, it is observed that the density variations from 9 to 18 plants/linear meter have made changes in performance occurred on average 10% and 40% ends. The soy of treatment 3 had the desired effects for a yield of 3,024 kg / ha, while the other treatments had variation from 1,940 kg / ha to 2,370 and 2,590 respectively. Treatment of 15 plants / lineal meter was the one that awarded the best assay performance.

PALABRAS CLAVE: Evaluación, densidades de siembra, cultivo de soya, campaña invierno

KEYWORDS: Evaluation. Densities, Soybean crop. Winter season

INTRODUCCIÓN

La producción de soya en Bolivia, de acuerdo a datos del IBCE, en 1980, se inició con 8.000 hectáreas. Para 1990 esa cifra se había transformado en 800.000 hectáreas. Sin embargo, desde esta década a la actualidad el área sembrada no ha cambiado. De acuerdo a datos que maneja la Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO), a pesar de los precios favorables en el mercado internacional, el crecimiento no llegará más allá del 5%.

El año 2013 el área cultivada estuvo con 1.180.000 hectáreas y desde el 2004 se ha tenido un crecimiento en superficie de 4.5 %, producción 7.3 % y en rendimiento 2.34 %, lo que significa que la productividad en el cultivo de soya no ha mejorado.

En la producción de la soya se necesita innovar tecnologías más eficientes, que propicien un mayor rendimiento, uno de estos y de gran importancia son la densidad de siembra y las variedades a utilizar pues esta variable ejerce un efecto determinante en el desempeño.

Para garantizar una producción rentable en este cultivo es necesario conocer sus principales prácticas agronómicas, entre las cuales

destaca la población óptima para lograr los mejores rendimientos. La densidad de siembra está muy relacionada con el porte de la planta, la cual varía mucho entre variedades y que sean resistentes al acame y fructificación a cierta distancia del suelo para facilitar la cosecha mecanizada, con un mínimo de pérdida de grano en la misma.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la densidad adecuada de la variedad de soya FCZ HURACAN RG en la comunidad Canandoa en el Municipio de San Pedro, durante la campaña de invierno 2013.

Objetivos Específicos

Comparar cuatro diferentes densidades para determinar el rendimiento final del cultivo de soya.

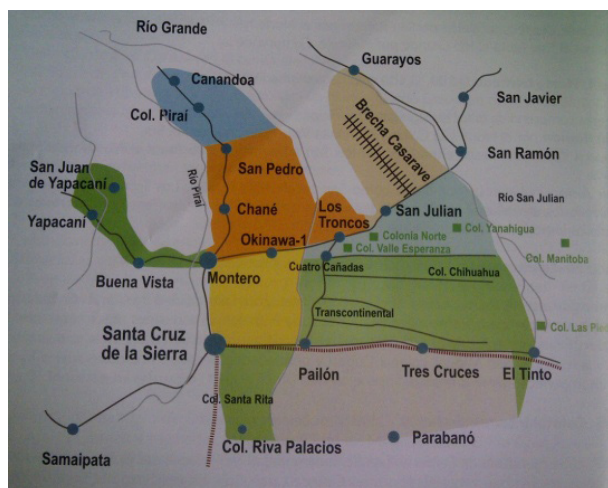
Determinar y cuantificar las variables de rendimiento, entre las diferentes densidades de siembra.

Establecer las diferencias fenológicas por el efecto de la densidad de siembra para la variedad utilizada en el ensayo.

1 Trabajo de Tesis presentado para optar al título de Licenciatura en Ingeniería Agronómica, UCEBOL

2 Estudiante tesista, carrera de Ingeniería Agronómica, UCEBOL

3 Ing. Agrónomo, Docente asesor, Carrera de Ingeniería Agronómica, UCEBOL.



Mapa de la zona

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La Soya

Según Hinos (2008), la soya (*Glycine max* Merrill) es nativa del norte y centro de China, aproximadamente en el siglo XI a.c. En América fue introducida a Estados Unidos en 1765, su gran expansión se inició en 1840. En Brasil fue introducida en 1882, pero su difusión se produjo a principios del siglo XX. La soja o soya (*Glycine max*) es una especie de la familia de las leguminosas (Fabaceae) cultivada por medio de semillas, de alto contenido de aceite y de proteína. El grano de soya y sus subproductos (aceite y harina de soya, principalmente) se utilizan en la alimentación humana y del ganado. Se comercializa en todo el mundo, debido a sus múltiples usos.

Origen botánico

El nombre de género *Glycine* fue introducido originalmente por Linnaeus (1737) en la primera edición de *Genera Plantarum*. La palabra *glycine* deriva del griego - glykys (dulce) y se refiere, probablemente al dulzor de los tubérculos comestibles con forma de pera (apios en Griego) producidos por la enredadera leguminosa o herbácea trepadora, *Glycine apios*, que ahora se conoce como *Apios americana*. La soja cultivada primero apareció en *Species Plantarum*, Linnaeus, bajo el nombre de *Phaseolus max* L. La combinación, *Glycine max* (L.) Merr., fue propuesta por Merrill en 1917, ha llegado a ser el nombre válido para esta planta (Mateff, 2006).

Descripción y características físicas

La soya varía en crecimiento, hábito, y altura. Puede crecer desde 20 cm hasta 1 metro de altura y tarda por lo menos 1 día en germinar.

Las vainas, tallos y hojas están cubiertas por finos pelos marrones o grises. Las hojas son trifoliadas, tienen de 3 a 4 prospectos por hoja, y los prospectos son de 6-15 cm de longitud y de 2-7 cm de ancho. Las hojas caen antes de que las semillas estén maduras. Las flores grandes, inconspicuas, autofértiles nacen en la axila de la hoja y son blancas, rosas o púrpuras. (Correa y Campana, 2006)

El fruto es una vaina pilosa que crece en grupos de 3-5, cada vaina tiene 3-8 cm de longitud y usualmente contiene 2-4 (raramente más) semillas de 5-11 mm de diámetro.

La soja se da en varios tamaños y la cáscara de la semilla es de color negro, marrón, azul, amarillo, verde o abigarrado. La cáscara del poroto maduro es dura, resistente al agua y protege al cotiledón e hipocótilo (o "germen") de daños. Si se rompe la cubierta de la semilla, ésta no germinará. La cicatriz, visible sobre la semilla, se llama hilum (de color negro, marrón, gris y amarillo) y en uno de los extremos del hilum está el micrópilo, o pequeña apertura en la cubierta de la semilla que permite la absorción de agua para brotar.

Algo para destacar es que las semillas que contienen muy altos niveles de proteína, como las de soja, pueden sufrir desecación y todavía sobrevivir y revivir después de la absorción de agua. (CIAT, 2008).

Características fenológicas del cultivo de soya

Según Rictchie et al. (2005), citado por Tadashi (2007) el conocimiento de las fases de desarrollo de un cultivo posibilita identificar sus características morfológicas interrelacionándolas con la fisiología de la planta, las condiciones climáticas y la toma de decisiones respecto a las prácticas culturales, aplicaciones de insumos, tratamientos fitosanitarios, y otros.

Época de siembra

Normalmente en nuestro departamento las épocas de siembra del cultivo de soya están en dos campañas, el cual comprende la campaña de invierno desde la primera quincena de junio hasta mediados de julio, la campaña de verano comprende desde la primera quincena de noviembre hasta el final del mes de diciembre (FUNDACRUZ, 2009).

Se ha podido notar que dentro de las dos campañas de producción (verano e invierno), las siembras en épocas tempranas favorecen dependiendo de su densidad de siembra, dicha observación es de manera preliminar y no se debe considerar como una medida definitiva todavía, situación que nos compromete a todos a observar con mayor precisión (ANAPO, 2009).

La alternativa más importante y muy ligada a esta práctica, son los periodos largos de siembra que se observa en las dos campañas. Acortar los periodos de siembra en cada una, ayudará en gran medida a disminuir la cantidad de inóculo disponible, considerando que la roya tiene la capacidad de sobrevivir suspendida en el ambiente, hasta un periodo de 60 días. (ANAPO, 2011)



Cultivo de Soya

Enfermedades del cultivo de soya

Existen más de 35 enfermedades que afectan al cultivo de soya, sin embargo, en Santa Cruz han sido identificadas 20 enfermedades, siendo causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos. En las condiciones de la región las enfermedades más comunes son causadas por los hongos, los cuales reducen la producción de la soya y afectan la calidad física, fisiológica, nutricional y comercial del producto, tanto en grano comercial como en semilla. (ANAPO, 2008).

Uno de los problemas potenciales que el cultivo de soya atraviesa en la actualidad, son las enfermedades fungosas y en particular la Roya Asiática de la Soya, causado por el hongo *Phakopsora pachyrhizi*, que viene ocasionando graves pérdidas económicas para los agricultores de las distintas zonas de producción sojera, afectando los rendimientos del cultivo en un 27% y 53%. (ANAPO, 2007).

La incidencia y severidad de las enfermedades van a depender de las condiciones climáticas, el manejo del cultivo, la variedad sembrada, la zona de producción, la sanidad de la semilla la época de siembra, y la densidad de plantas.

Un gran número de las enfermedades identificadas en Santa Cruz se presentan al final del ciclo del cultivo, destacando entre ellas Oidio o Mancha polvosa; causado por *Mycosphaera diffusa*, Mancha parda o Septoriosis; causado por *Septoria Glycines*, Mancha púrpura; causado por *Cercospora Kikuchii*, Mildio; causado por *Peronospora Manshurica*, Mancha anillada; causado por *Corynespora cassicola*, Antracnosis; causado por el hongo *Colletotrichum truncatum*, y otros durante todo el ciclo del cultivo destacando entre todas la Roya asiática de la soya; causado por el hongo *Phakopsora pachyrhizi*, a la cual se le atribuye muchas pérdidas significativas en las principales zonas productoras. (ANAPO, 2008).

Según FUNDACRUZ (2009), las principales enfermedades causadas por hongos por importancia de la soya son:

Nombre común..... Nombre Científico

1. Roya de la Soya *Phakopsora pachyrhizi*
2. Mancha Anillada *Corynespora cassicola*
3. Mildio *Peronospora manshurica*
4. Mancha Parda o Septoriosis *Septoria glycines*
5. Mancha Púrpura *Cercospora kikuchii*
6. Mancha por Mirotectum *Myrothecium sp.*
7. Antracnosis *Colletotrichum truncatum*
8. Mancha Ojo de Rana *Cercospora sojina*
9. Oidio *Mycosphaera diffusa*

Enfermedades de tallo y raíz causados por hongos

10. Pudrición negra de la raíz *Macrophomina phaseolina*
11. Pudrición por *Fusarium Fusarium spp.*
12. Pudrición por *Sclerotium* *Sclerotium rolfsii*
13. Rizoctoniosis *Rhizoctonia spp.*
14. Cancro del tallo *Diaporthe phaseolorum f. sp. meridionalis*

15. Pudrición blanca del cuello *Dematophora necatrix*

16. Pudrición por rosellinia *Rosellinia buenodis* y *Rosellinia necatrix*

Enfermedades causadas por bacterias

17. Pústula bacteriana *Xantomonas axonopodis* pv. *glycines*

18. Encrespamiento bacteriano *Pseudomonas savastoni* pv. *glycinea*

Enfermedades causadas por virus

19. Mosaico común o sangrado del hilio VMCS

Enfermedades causadas por nematodos

20. Nematodo de Agalla *Meloidogyne spp.*

Condiciones de Siembra.

Souza (2005), menciona que dentro de un rango aproximadamente de 15 a 22 plantas por metro lineal, se han obtenido los máximos rendimientos potenciales. Es necesario tener en cuenta que en la medida en que se atrasan las fechas de siembra y/o se usan variedades de ciclo más corto, se limita esta capacidad de compensación y, por lo tanto, es prudente incrementar, en alguna medida, las densidades. Como valores de densidad aceptables se puede hablar de alrededor de 10 a 25 plantas por metro lineal a cosecha. El límite inferior debe asociarse a siembras tempranas de variedades de ciclo largo y el superior a la situación opuesta. Esto significa sembrar aproximadamente entre 25 a 30 semillas por metro, suponiendo una buena calidad de semilla y considerando, aproximadamente, un 30 % de pérdida a la emergencia y un 10 % adicional.

Espaciamento entre surcos y densidad de siembra.

Con la introducción de la tecnología (soya transgénica) a nuestro país, se generó la alternativa de ampliar el espacio entre surcos para facilitar la aplicación de los agroquímicos en el control de malezas, insectos y enfermedades. Estudios realizados por FUNDACRUZ (2007) revelan que a mayor espaciamento se tiene una mejor cobertura de gotas en los tercios medio e inferior y un control más efectivo de la enfermedad, cuando ésta ya se encuentra presente en la planta.

Trabajos realizados por FUNDACRUZ y el CIAT (2010), determinan que la distribución espacial ideal de plantas demanda equidistancia en la línea de siembra y entre líneas de siembra, porque es la que hace óptima la distribución de los recursos entre ellas, la energía solar, el agua y los nutrientes. La elección del espaciamento entre surcos depende la latitud, las condiciones ambientales y las características del cultivar.



En el terreno de Estudio



Evaluando la siembra

Cuando las condiciones ambientales (suelo, clima, malezas) limitan el crecimiento del cultivo, la reducción del espaciamiento entre surcos contribuye a mejorar el aprovechamiento de la radiación solar y el control de malezas e incrementa el rendimiento. La elección del espaciamiento óptimo entre surcos es menor con el aumento de la latitud. Esto se debe a que a mayores latitudes, la estación de crecimiento más corta limita la producción de biomasa, por lo cual es necesario reducir la elección de espaciamiento entre surcos para anticipar la cobertura del suelo e incrementar la producción de biomasa.

Los cultivares con mayor crecimiento, ya sea por su mayor longitud de ciclo, tendencia al vuelco y altura, tienen menores exigencias de reducción de la elección de espaciamiento entre surcos.

En general, las diferencias en rendimiento entre distintos espaciamientos son de menores a nulas en siembras del mes de noviembre. En Siembras tardías (posteriores al 15 de diciembre) y tempranas (setiembre y octubre) se obtienen mayores rendimientos con distancias inferiores a 52 cm.

La reducción del espaciamiento entre surcos (REES) permite compensar las pérdidas de rendimiento motivadas por el adelanto y atraso de la Siembras con respecto al mes de noviembre. Las Siembras más tardías (fines de diciembre y principios de enero) y las tempranas (setiembre y octubre) acentúan las diferencias en cobertura e intercepción de la radiación de los diferentes espaciamientos entre surcos.

No todos los cultivares responden igual. Los cultivares más precoces y con menos ramificaciones presentan mayor respuesta a la REES. La magnitud del incremento de rendimiento debido a la reducción del espaciamiento entre surcos de 70 a 35 cm alcanza valores máximos de hasta un 30%. Se han obtenido aumentos de rendimiento con la REES, generalmente en épocas de siembras tardías.

En el caso de Siembras tempranas (octubre), en las que se reducen la altura y el número de nudos, también se obtuvieron incrementos del rendimiento con menores espaciamiento entre surcos, con cultivares con hábito de crecimiento determinado.

Se han reportado, además, efectos positivos de la reducción de espaciamiento entre surcos (REES) sobre el control de malezas. La REES permite realizar una competencia temprana a las malezas de-

bido a una mejor distribución de las raíces y a un rápido sombreado del suelo, con lo cual aumenta el porcentaje de radiación solar interceptada y disminuye la competencia entre plantas del cultivo.

Las limitaciones que con más frecuencia se le asigna a la REES son el vuelco y la mayor incidencia de enfermedades. No obstante, los problemas de vuelco derivan en general de una falta de ajuste de la densidad de siembra al espaciamiento entre surcos (EES), el ambiente, la época de siembra, y el cultivar elegido. Cabe mencionar que las condiciones climáticas pueden determinar que el espaciamiento entre surcos (EES), óptimo varía entre campañas.

Se recomienda reducir el espaciamiento entre surcos (EES), cuando el cultivar elegido para un determinado ambiente y siembra no logra un desarrollo adecuado. El EES de 52 cm ha reemplazado al tradicional EES de 70 cm, debido a que se utilizan cada vez más cultivares de ciclo corto y al adelantamiento de la época de siembra.

Los espaciamiento entre surcos de 35 cm o inferiores se adecuan en especial a siembras de invierno con independencia del cultivar o muy tempranas con cultivares de ciclo corto, en las regiones norte y en todas las situaciones en la regiones del este. (FUNDACRUZ 2009).

Densidad de siembra en Soya

Según Roca (2010), la densidad de siembra es la práctica de manejo que determina la capacidad del cultivo para captar recursos. Impacta sobre la captura y utilización de radiación, agua y nutrientes, y afecta el poder alcanzar coberturas uniformes desde etapas tempranas, especialmente en períodos críticos del cultivo. Además produce efectos directos sobre el rendimiento, e incide en la proliferación de plagas, la aparición de malezas y la presencia de enfermedades.

Según Pérez (2010), el clasificar las variables que influyen en el rendimiento del cultivo de soja: fecha de siembra, grupo de madurez, variedad, espaciamiento entre surcos y densidad de siembra. "El mecanismo de respuesta a la densidad por parte del cultivo es la competencia por satisfacer una demanda. Esta competencia y búsqueda de compensación influyen en la ramificación de las plantas. La densidad de siembra impacta sobre la radiación incidente sobre el cultivo, lo que determinará el área foliar. Esa radiación interceptada por las plantas impactará sobre la materia seca acumulada por el cultivo y directamente en los rindes", afirmó.

Thipana (2009), opina sobre la densidad de plantas que es un error estratégico optar por una alta densidad, ya que esto no impide tener que resembrar por la alta mortandad de plantas. En las etapas iniciales el cultivo está expuesto a enfermedades como Rizhioctonia, Phytium o Phytopthora. Todas ellas necesitan ser controladas desde la semilla. Una semilla certificada y curada en forma profesional asegura una emergencia cercana al 100%, es la única forma de asegurar los resultados desde el comienzo y lo que permitirá elegir una densidad óptima.

Para demostrar los altos niveles de impacto de la utilización de un tratamiento de semillas, Pedersen (2012), presentó ensayos realizados en densidad de soja y cómo esto aseguró un determinado stand de plantas, esto mejoró su ramificación y efecto compensatorio e impactó sobre los rendimientos, ya que se obtuvo más de 300 kg más de rendimiento sobre las mismas variedades tratadas.



Determinando la densidad de la siembra

Con respecto a las densidades, Pedersen afirmó que “el porcentaje de plantas a menudo disminuye más por alta densidad de siembra que por siembra temprana. En Estados Unidos, 247.000 plantas por hectárea en la cosecha es habitualmente suficiente para maximizar el retorno económico. Además cabe recordar que el uso de tratamiento de semillas no está determinado por la densidad de siembra”.

Al respecto, Borrás (2010), explicó: “No es bueno que los productores siembren densidades altas, es una decisión antieconómica. Si se utiliza semilla certificada y tratada el nacimiento es casi del 100%. Como manejo de riesgo no es una buena opción. Se arriesga mucho al sembrar muchas semillas, y aunque el productor cree que minimiza el riesgo de resiembra, lo que hace en realidad es crear un ambiente propicio para el vuelco de plantas y la aparición de enfermedades. Bajar la densidad y aplicar insecticidas y fungicidas como tratamiento de semillas es lo que se recomienda para obtener el mejor resultado económico”.

Entre las evaluaciones finales se aclaró que en todo análisis económico se debe tener en cuenta el coeficiente de logro de plantas y los reaseguros que puede tomar el productor con sus decisiones, en ese sentido el riesgo es mucho más acotado con la densidad de plantas porque la tecnología incorporada a la semilla asegura una germinación ideal.

El cultivo de soja tiene una alta capacidad de compensar variaciones en el número de plantas. Sin embargo la densidad óptima es muy variable entre años; dependiendo del genotipo, de la fecha de siembra y de las restricciones hídricas y nutricionales (Kruk y Satorre, 2003).

Entre las variables a manejar está el distanciamiento entre hileras y la densidad de siembra. Para la región la recomendación general es la de disminuir las distancias entre hileras a medida que se atrasa la fecha de siembra, especialmente para grupos de madurez cortos (Melchiori y Peltzer, 2007).

Variedad FCZ Huracán RG

Características

Entre sus características destaca su ciclo precoz de 100 días de maduración y que es recomendada sobre todo para la zona Este del departamento donde hay poca precipitación.

Ventajas

La variedad Huracán tiene una ventaja respecto a otras del medio porque la arquitectura de la planta, es erecta y ramificadora, lo que hace más fácil la aplicación de los productos agroquímicos porque estos pueden llegar hasta abajo de las plantas, explicó Juárez, quien agregó la variedad tiene un alto porcentaje de vainas de tres granos lo cual genera un potencial de rendimiento.

Al ser poco influenciado por el fotoperíodo permite siembras en verano y en invierno.

Rendimientos

Se han obtenido en suelos livianos están entre 3,1 en campos comerciales y hasta 4,2 toneladas por hectáreas en campos experimentales.

Prácticas de Manejo

FUNDACRUZ, aconseja a los productores una población de 280 mil planta por hectáreas de soja en la campaña de verano y 300 mil plantas para invierno y recomendable en suelos livianos.

Disponible en las campañas de verano e invierno. La siembra ideal esta entre el 15 de noviembre hasta el 10 de diciembre (verano), y del 20 de junio al 10 de julio en invierno. Esta variedad se adapta para las zonas norte y sur en las campañas de verano e invierno respectivamente.

FUNDARCUZ, explica que la variedad FCZ Huracán RG se destaca por tener un ciclo de maduración precoz de 100 días, mayor tolerancia a la enfermedad mancha anillada y buena retención de la vaina en la planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente estudio de investigación se realizó en la campaña de invierno 2013, en la propiedad de la señora Lourdes Vilte, en la comunidad de Canandoa, perteneciente al Municipio de San Pedro, ubicada a 200 km, al norte de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en la provincia de Obispo Santistevan. Geográficamente se encuentra a 16°27'39, 80 ", latitud Sur y 63°36'35,19" longitud oeste.

Características Climáticas.

Las condiciones meteorológicas del área experimental del ensayo son las siguientes :

Precipitación pluvial.....	1200 mm a 2200 mm,
Precipitación media anual	1650 mm
Temperatura ambiente	15 a 39 °C
Temperatura media anual.....	24,6 °C
Humedad relativa del ambiente.....	80%.

Fuente: ANAPO, 2013.

Cabe señalar que por las condiciones climáticas, la producción agrícola en especial el de la soja se realiza en las dos campañas agrícolas, tanto en verano e invierno. En su mayoría por no decir casi todos los cultivos de la zona se realizan a secano por que las precipitaciones pluviales son suficientes para asegurar el desarrollo del cultivo sin necesidad de riegos.

Características Edáficas

El suelo donde se estableció el ensayo es de textura franco-limosa, con un contenido de M.O. = 1,5 %, N=805 ppm, P=1,8 ppm y K=97 ppm. (Agroconsult, 2013)

Material Vegetal

En el presente trabajo de investigación se utilizó la variedad FCZ HURACAN RG, que fue seleccionada durante la campaña de invierno 2013. Sus características son las siguientes:

Días de germinación:	5 días
Días a floración:	36 días
Días a maduración:	100 días
Altura de planta (cm) :	50
Altura de vaina (cm):	14
Acame de planta:	1,2
Peso de 100 granos (g) :	14,8
Grupo de maduración:	precoz
Tipo de crecimiento:	determinado
Color de hipocotilo:	verde
Color de flor:	blanca
Color de pubescencia:	ceniza
Color de vaina:	café claro
Color de semilla:	amarilla
Forma de semilla:	oval-esférica
Color de hilio:	café claro

Fuente: FUNDACRUZ

Material Logístico

Para la realización del presente trabajo de investigación fue necesario el uso de los siguientes materiales y herramientas las mismas que se detallan a continuación:

- Sembradora de siembra directa (TATU)
- Agroquímicos (herbicida, insecticida, fungicida, inoculante)
- Estacas de madera
- Tractos VALTRA 110
- Mochila de espalda marca jacto de 20 lt.
- Herramientas de trabajo manual (machete, pala,)
- Pita para codificación
- Materiales de escritorio
- Cámara fotográfica

Prácticas Agronómicas

Preparación de suelo

La preparación de suelo se desarrolló, bajo el sistema de labranza convencional donde se realizó dos pasadas de rastra liviana, también se realizó la nivelación de suelo de forma manual para lograr de esta manera una nivelación uniforme y adecuada para la siembra.

Demarcación del ensayo

La demarcación del ensayo se realizó mediante el aparcamiento del área de acuerdo al diseño experimental, utilizando para ello jalones, estacas y cinta métrica.

Tratamiento de semilla

Para prevenir el ataque de los hongos en las primeras fases de desarrollo del cultivo de la soya, se realizó el tratamiento de semilla con el fungicida Maxim XL a razón de 125 ml/100kg de semilla, antes de la siembra para la protección de la semilla.

Inoculación

La semilla de soya se inoculó con el inoculante N2 en dosis de 35ml/100 kg de semilla, el cual ayudó a la formación de mayor cantidad de nódulos en las raíces.

Siembra

El ensayo se estableció el 18 de julio del 2013, en la campaña agrícola de invierno para lo cual se utilizó la sembradora directa (TATU) calibrada de acuerdo a la distancia requerida entre surcos a chorro continuo a una profundidad de 3 a 5 cm, se utilizó semilla en exceso a fin de garantizar el raleo y ajustar las poblaciones de acuerdo a los tratamientos del ensayo.

Raleo

El raleo se efectuó a los 18-20 días después de la siembra de acuerdo a lo previsto en el proyecto, de modo que por metro lineal se dejó 9, 12,15 y 18 plantas a 36 cm entre surco, requeridas por cada tratamiento en estudio y cumplir con las poblaciones establecidas.

Control de malezas

Durante el ensayo se pudo evidenciar la competencia de malezas de hoja ancha y hoja angosta, en orden de importancia:

- Malezas hoja ancha
- Verdolaga (Portulaca oleracea)
- Chiori (Amarantus viridis)
- Camotillo (Ipomea nil)
- Mamuri (Cassia obtusifolia)
- Malezas de hoja angosta
- Arrocillo (Echinochloa colona)
- Bremura (Cynodon dactylon)
- Pata de gallo (Eleusine indica)
- Rogelia (Rottboelia cochinchinensis)

El control de malezas se realizó en el periodo de la fase vegetativa de la soya, mediante la combinación de los métodos químicos a los 15, 20 y 40 días después de la siembra y cuando el cultivo lo requería. Se aplicó a los 15 y 40 días después de la germinación, Panzer Gold (Glyfosato) a una dosis de 1,7 lt/ha aprovechando que la variedad en estudios es transgénica, logrando un control total de las malezas.

Posteriormente fue necesario realizar una tercera aplicación a los 40 días con Panzer Gold con una dosis de 1,7 lt/ha y con esto se logró dejar limpio el ensayo.

Control de insectos plagas

El cultivo de la soya durante su ciclo vegetativo y reproductivo es atacado por diferentes plagas como insectos cortadores, defoliadores, chupadores. Por lo que fue necesario realizar monitoreos periódicos con la finalidad de identificar las plagas presentes en el cultivo y de acuerdo al grado de incidencia del daño se procedió al control utilizando insecticidas.

La primera aplicación fue realizada en la fase V4, a los 20 días después de la siembra, utilizando Curyon contra petitas (*Ceratomyza* sp. y *Diabrotica* spp.) la segunda aplicación fue realizada a los 36 días en la fase R1, aplicando Benzoato 120 mg/ha mas Lufenuron 250 ml/ha contra *spodoptera* spp, *anticarsia* (*Anticarsia gemmatilis*) y falso medidor (*Pseudoplusia includens*).

La tercera aplicación fue realizada a los 52 días en la fase R4, para ello se usó Volian targo 150 ml/ha para controlar gusano, ácaros y trips, con una mezcla de Engeo (Thiametoxan mas Lambda-cyhalotrina) 200 ml/ha.

Control de Enfermedades

El Control de enfermedades fúngicas se realizó de acuerdo al umbral económico aplicando durante todo el ciclo del cultivo fungicidas en cuatro oportunidades.

La primera aplicación se realizó de forma preventiva contra la Roya asiática (*phakopsora pachyrhizi*) a los 30 días en la fase V4, aplicando Aproach Prima en dosis de 300 ml/ha. Posteriormente se realizó una segunda y tercera aplicación secuencial combinado en las fases R3 y R5.1, es decir a los 45 y 56 días después de la siembra con Priori Xtra (azoxystrobin mas cyproconazole) 300 ml/ha alto 100 (cyproconazole 10% s.c) 150 ml/ha.

La cuarta y última aplicación se realizó en la fase R5,5 a los 75 días aplicando en esta oportunidad una mezcla de fungicida como Spheremax con una dosis de 150 ml/ha mas Alto 100 200 ml/ha y carbendazim 700 ml/ha para poder controlar enfermedades de fin de ciclo mancha púrpura (*Cercospora kikuchi*), mancha anillada (*Corynespora cassicola*) y antracnosis (*Colletotrichum truncatum*).

Manejo y Fenología del cultivo

Fecha de siembra: 18 de julio

Fecha de cosecha: 3 de noviembre

Germinación: a los 5 días de siembra

Fase reproductiva

R1: a los 36 días inicio de floración hasta el 50% de las plantas con flor

R2: a los 42 días plena floración

R3: a los 48 días final de la floración

R4: 52 días la mayoría de las vainas del tercio superior miden 2 a 4 cm

R5: 63 días granos en inicio de formación, perceptibles al tacto, 10% de llenado de grano.

R6: 72 días vainas con 100% de llenado de grano

R7: 87 días inicio hasta 50% de amarillamiento de las hojas y vainas

R8: 92 días inicio hasta un 50% de defoliación.

R9: a los 100 días punto de maduración de cosecha.

Cosecha

Fue necesario aplicar un secante al ensayo con el objetivo de uniformizar la maduración y para ello se utilizó Paraquat en una dosis de 2 lt/ha. La cosecha se realizó de forma manual a los 106 días después de la siembra.

Variables estudiadas

Altura de planta

Altura de vaina

Numero de vainas por planta

Peso de 100 granos

Peso de grano en campo (kg/m)

Rendimiento (kg/ha)

Diseño experimental

Diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando un total de 16 unidades experimentales.

El modelo matemático correspondiente al diseño es:

$$Y_{ij} = U + T_i + R_j + E_{ij}$$

Y_{ij} = Variable respuesta

U = Efecto común en todas las observaciones

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento

E_{ij} = Error del modelo

Tratamientos

Comprenden las densidades de siembra:

T1 9 plantas/metro lineal

T2 12 plantas/metro lineal

T3 15 plantas/metro lineal

T4 18 plantas/metro lineal

La distancia entre surcos, para todas las densidades de siembra fue de 0,36 m.



Tamaño de parcela

El ensayo tuvo una superficie útil de 400 m², con unidades experimentales de 25 m² (5m x 5m) totalizando 400 m² por bloque,

dejando entre bloques un metro de pasillo. Se demarcaron las parcelas, preparando cuatro bloques, cada bloque fue de 100 m²

Análisis estadístico

Los valores promedios de severidad como los valores de rendimiento por tratamiento, previa transformación angular fueron sometidos al análisis de varianza. El procesamiento de los datos fue realizado con el software de análisis estadístico MSTATC.

Las pruebas de varianza con el estadístico F (Fisher) y las comparaciones mediante DMS al 5% de confianza estadística.

RESULTADOS Y DISCUSION

Condiciones climáticas

Temperatura

En relación a la temperatura éstas fueron óptimas al desarrollo del trabajo, obteniéndose temperaturas promedio fluctuantes de 20,1 a 28,8 °C siendo las temperaturas óptimas para el desarrollo de la planta.

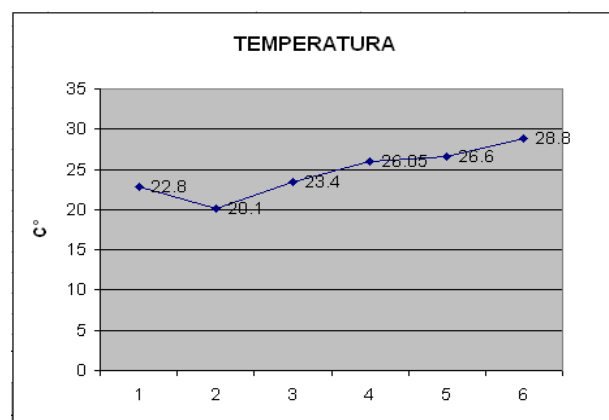


Fig. 1. Temperaturas promedio durante el desarrollo del ensayo. Canadoa Inv. 2013.

En relación a las temperaturas éstas se hallaron dentro el rango óptimo para el desarrollo normal del cultivar; siendo el mes de julio quien presentó la menor temperatura promedio 20,1 °C.

Las condiciones climáticas observadas, durante el desarrollo del cultivo, fueron favorables para el desarrollo de la soya, ya que según Unterladstätter (2005), la temperatura mínima para el desarrollo de la planta es de 10°C y una temperatura superior a 38°C son muy perjudiciales.

Precipitación

La precipitación total durante el ciclo del cultivo fue de 241 mm. De manera general, la precipitación caída durante el desarrollo del trabajo fue inferior a lo requerido por el cultivo, el cual es de 400 a 600 mm por ciclo de cultivo y el buen desenvolvimiento del cultivo se ha debido a la humedad residual de la campaña de verano.

EMBRAPA (2006), menciona que la roya de la soya requiere para su desarrollo alta humedad relativa y temperaturas que fluctúen de 18 a 28°C. Después de la siembra las precipitaciones

fueron muy bajas, sin embargo se pudo observar que no tuvo un efecto significativo al desarrollo de la planta. La precipitación acumulada durante el ciclo del cultivo fue de 241mm.

Características agronómicas

Altura de planta (cm) y altura de vaina (cm)

De acuerdo al análisis de varianza la altura de planta de las densidades en estudio, tuvo un efecto significativamente ($P < 0.01$), con respecto al número de plantas. El coeficiente de variación fue de 2.6 y 3.12 %. Los resultados del análisis de varianza son presentados en los anexos 1 y 2.

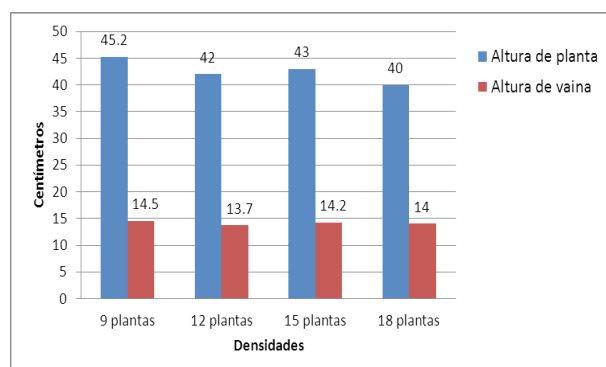


Fig. 2. Datos promedio sobre altura de planta y vaina. Canadoa Inv. 2013.

La densidad de 9 plantas por metro lineal tuvo el valor más alto de altura de planta con 45.2 cm, seguido de la densidad de 15 plantas/metro lineal con 43 cm, después la densidad de 12 plantas/metro lineal con 42 cm mientras que la densidad de 18 plantas/metro lineal con 40 cm se presenta con la menor altura de planta.

Aplicada la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de probabilidad a los promedios de los tratamientos, se observó que el tratamiento 9 plantas/ metro lineal fue el mejor y se diferencia estadísticamente a los demás tratamientos con 45,2 cm, seguido por el tratamiento de 15 plantas/metro lineal con 43,0 cm de altura de planta. El tratamiento que obtuvo la menor altura de planta fue el tratamiento de 18 plantas/ metro lineal con 40,0 cm de altura de planta. El resto de los tratamientos obtuvieron valores intermedios.

Con respecto a la altura de plantas (cm) en la variedad FCZ Huracán RG y su relación a las densidades estudiadas nos refleja que la altura de plantas mostró variaciones según las densidades. Sin embargo existe variación en todos los tratamientos, aumentando la altura de plantas a medida que baja la densidad en todos los tratamientos.

En la variable altura de vaina no hubo diferencia estadística entre las densidades.

EMBRAPA, (2010), confirma que la altura de plantas, al igual que la altura de inserción de la primer vaina aumentaron cuando la densidad de plantas aumentó. La variedad FCZ Huracán RG mostro más variaciones en arquitectura de plantas en modificaciones en densidades que otras variedades estudiadas en nuestro medio.

Número de vainas por planta

El número de vainas por plantas de las densidades en estudio, presentaron una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). El coeficiente de variación fue de 7.23 %. Los resultados del análisis de varianza son presentados en el anexo 3.

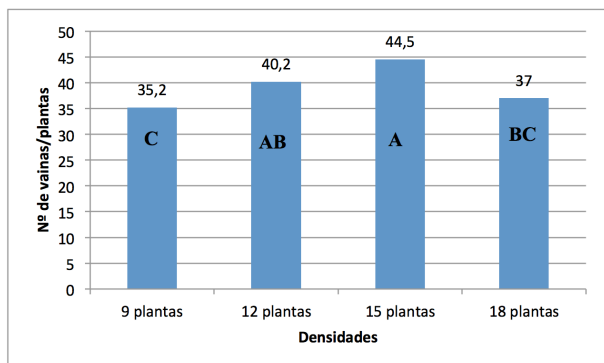


Fig. 3. Datos promedio de vainas por plantas. Canandoa Inv. 2013

En la figura 3 se puede observar que la densidad 15 plantas/metro lineal fue el con mayor promedio de numero de vainas con 44.5 vainas/planta, seguido de la densidad de 12 plantas/metro lineal con 40.2, después la densidad de 18 plantas/metro lineal y como último la densidad de 9 plantas/metro lineal con 35.2 vainas/planta.

Aplicada la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS) al 5% de probabilidad se evidenció que los tratamientos de 18 y 9 plantas/metro lineal, no presentan diferencia significativa, es decir que estadísticamente estos tratamientos son iguales y fueron los tratamientos que obtuvieron la menor cantidad de vainas por planta. El tratamiento de 15 plantas /metro lineal, fue el que obtuvo la mayor cantidad de vainas por planta (44,5), siendo igual estadísticamente a la densidad de 12 plantas/metro lineal.

Según Juárez (2010), quien agregó que existe diferencia entre los tratamientos en el número de vainas pues una densidad de 15 plantas por metro lineal es la densidad que tiene un alto porcentaje de vainas de tres granos lo cual genera un potencial de rendimiento.

Peso de 100 granos (gr)

Para la variable agronómica de peso de 100 granos de soya se obtuvo un promedio general de 15,22 gramos para la densidad de 15 plantas/metro lineal. Los valores para esta variable fluctuaron entre 9,75 gramos para el tratamiento de 9 plantas/metro lineal, 11,82 gramos para el tratamiento con 18 plantas/metro lineal y 12,92 gramos para el tratamiento con 12 plantas/metro lineal.

Una vez cosechado y desgranado los granos de soya fueron pesados, obteniéndose el peso de 100 granos. Los resultados de los mismos se presentan en la figura 4:

De acuerdo al análisis de varianza el peso de 100 granos de las densidades en estudio, presentaron una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$). El coeficiente de variación fue de 2.51

%. Los resultados del análisis de varianza son presentados en el anexo 4.

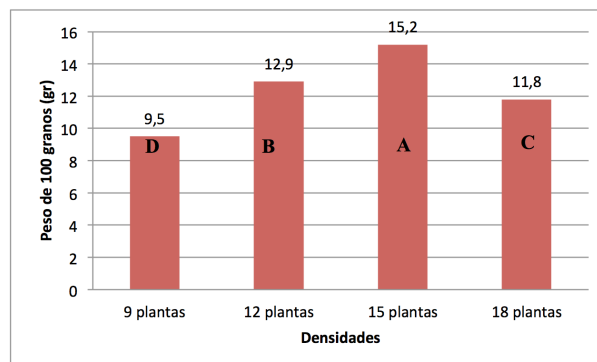


Fig. 4. Datos promedio de peso de 100 granos (gr). Canandoa, Inv. 2013

Según FUNDACRUZ (2008), en el invierno, en investigaciones con otras variedades de soya, el mejor peso de mil granos lo obtuvo con 200000 plantas/ha ó 10 plantas/metro lineal), debido al espacio que se dejó para su desarrollo.

Peso de grano en campo (kg/m) y rendimiento de grano (Tn/ha)

De acuerdo al análisis de varianza para el peso de grano en campo por metro lineal en las densidades estudio, presentaron una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) para los números de plantas/metro lineal. El coeficiente de variación fue de 3.04 % . Los resultados del análisis de varianza son presentados en el anexo 5.

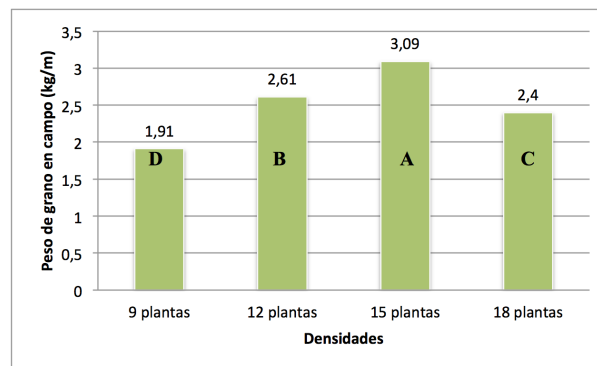


Fig. 5. Datos promedio de peso de grano en campo. Canandoa, Inv. 2013.

Según la figura 5, la densidad de 15 plantas/metro lineal fue la que presentó un mayor peso de grano, seguido de la densidad de 12 plantas/metro lineal, después la densidad de 18 plantas/metro lineal y la última de menor peso de grano fue la densidad de 9 plantas/metro lineal.

Lo que confirman que los espaciamientos entre surcos de 35 cm o inferiores se adecuan en especial a siembras de invierno con independencia del cultivar o muy tempranas con cultivares de ciclo corto, en las regiones norte y en todas las situaciones en la regiones del este. (FUNDACRUZ 2009).

Con respecto al rendimiento de grano en Tn/ha (Figura 6), los datos tienen el mismo comportamiento que de peso de grano por metro, ya que es una relación a toneladas por hectárea.

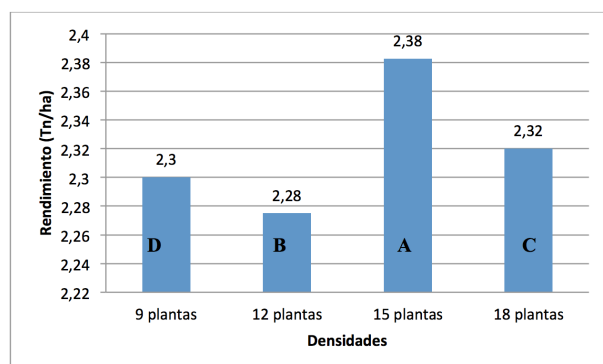


Fig. 6. Datos promedios de rendimiento de grano (Tn/ha). Canandoa, Inv. 2013

Respecto al rendimiento de granos de soya, todos los tratamientos resultaron con buen rendimiento, sin embargo el tratamiento 200000 plantas/ha ó 10 ml, se vio más afectado en el rendimiento por la población de plantas ya que la campaña (invierno 2008) tuvo matices de baja humedad en la etapa inicial del cultivo y efecto negativo del fotoperiodo sobre todas las variedades sembradas a finales de junio y todo julio, por otro lado el tratamiento de 240000 plantas/ha ó 12 plantas/metro lineal, fue el mejor y produjo 3.645 Kg/ha, manifestando diferencia significativa con los tratamientos de 10, 14 y 15 plantas por metro lineal (FUNDACRUZ, 2008).

CONCLUSIONES

- De acuerdo a los objetivos planteados y previo análisis de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se plantean las siguientes conclusiones:
- Los resultados alcanzados en los cuatro tratamientos, concuerdan con la mayoría de los trabajos consultados, que aparecen en la revisión de literatura, al confirmar que cuando se disminuye la distancia de siembra, tanto entre hileras como dentro de las mismas, los rendimientos en granos aumentan por unidad de superficie sembrada. Estos rendimientos que oscilan entre los 2000 a 3000 kg/ha. son satisfactorios, aún más si se toma en consideración las condiciones ambientales durante el desarrollo de la investigación que fue desfavorable para el desarrollo del cultivo, ya que las precipitaciones fueron bajas y la temperatura estuvo dentro de lo requerido por el cultivo de la soya.
- Las variaciones de densidad entre 9 a 18 plantas/metro lineal produjeron modificaciones en el rendimiento en promedio de 10%, con extremos de 40%. La soya del tratamiento 3 tuvo los efectos más deseados para un rendimiento de 3,024 kg/ha, mientras los otros tratamientos tuvieron variación desde 1,940 kg/ha hasta 2,370 y 2,590 respectivamente.
- El diámetro de tallos disminuyó cuando se aumentó la densidad de siembra. Por otro lado, a mayor densidad de plantas por hectárea se registra una disminución del área foliar por planta. En la presente prueba realizada con diferentes densidades y variedades comerciales sembradas con más de 9 plantas por metro lineal no lograron aumentos de área foliar total.

- En cuanto a las características agronómicas como altura de planta y altura de la primera vaina, los datos obtenidos del ensayo demuestran que están dentro de las características de la variedad, tanto de los tratamientos como del testigo absoluto. En cuanto al peso de 100 granos, los datos obtenidos del ensayo muestran que fueron inferiores a los que presenta la variedad. La altura de plantas, al igual que la altura de inserción de la primera vaina aumentaron cuando la densidad de plantas aumentó hasta 15 plantas por metro lineal, pero luego mostro más variaciones en arquitectura de plantas en modificaciones en densidades más altas como la densidad de 18 plantas/metro lineal.
- Los datos de rendimiento de grano (tn/ha) fueron inferiores a los de la variedad, ya que ninguno de los tratamientos obtuvo un rendimiento igual o mayor a 3,5 t/ha, que es una característica de la variedad. Sin embargo, podemos decir que el tratamiento de 15 plantas /metro lineal, fue el que obtuvo el mejor rendimiento del ensayo, con 2.38 Tn/ha, fue superior en rendimiento con el tratamiento testigo de 9 plantas/metro lineal, de 2, 3 Tn/ha.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se emiten las siguientes recomendaciones:
- Realizar nuevos ensayos con los mejores tratamientos de la presente investigación, tomando en cuenta la distancia entre surcos, lo cual además ayudará a tener recomendaciones de productos más confiables.
- Realizar con investigaciones con esta variedad pero en otras zonas productoras, para poder comparar y recomendar la densidad óptima para el cultivo de la soya.
- Se debe recomendar a los agricultores de la zona a sembrar en surco separados a 36 centímetros y con 15 plantas por metro lineal para alcanzar los mayores rendimientos.

BIBLIOGRAFIA (Resumen)

- ANAPO. 2007/08. (Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas y Trigo). Guía de recomendaciones técnicas. Santa Cruz, Bolivia.
- ANAPO. 2010. ANAPO Noticias. Publicación Bimensual N° 79 Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 11 p.
- AGRONOTOCIAS. 2006. Cámara de industrias oleaginosas de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia, 12 p.
- ANAPO, FUNDACRUZ, 2009. Manual técnico del cultivo de la soya 2009, Santa Cruz, Bolivia. 133 p.
- BORRES, L. 2010. Densidades de siembra, Boletín de Difusión Técnica de Soya Santa Cruz de la Sierra, Bolivia pp. 112
- CIAT, ANAPO, UAGRM, 2005. El cultivo de la soya, recomendaciones técnicas, Santa Cruz, Bolivia. 32 p.
- CIAT, ANAPO. 2008. Manual de producción de soya, Santa Cruz, de la Sierra, Bolivia. 55 p.
- CIMMYT. 1988, La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Editado en D.F. México. 79 p.