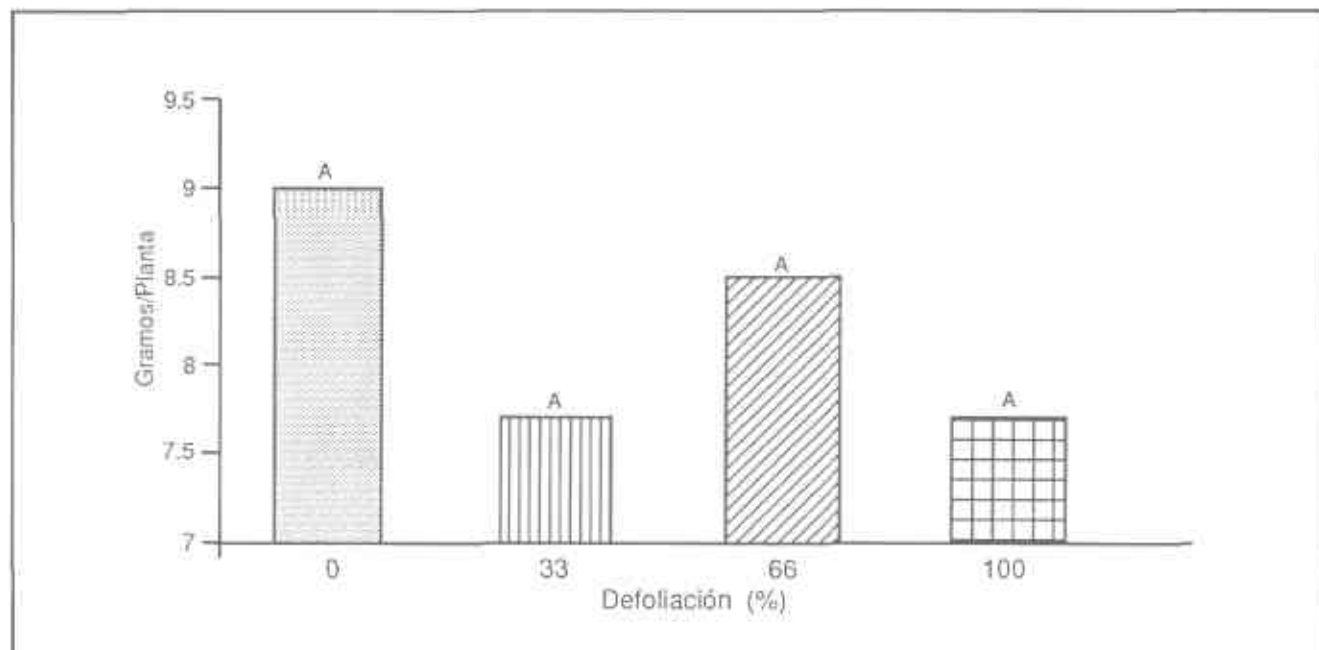


Figura 11. Efecto de la defoliación en la época de maduración en el cultivo de la soya



Promedios con la misma letra no son significativamente diferentes ($P=0.05$)

7 LABRANZA DE CONSERVACION EN LA PRODUCCIÓN DE SOYA DEL PIEDEMONTE LLANERO

La aplicación indiscriminada del modelo de agricultura tradicional actualmente practicado en la región, uso desmedido de maquinaria agrícola, agroquímicos, intensificación del monocultivo, entre otros, ha generado procesos físicos, químicos y biológicos de degradación de suelos, contaminación de aguas y del ambiente en general.

La práctica de la agricultura convencional durante 30 años ha traído como consecuencia la pérdida en las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, generalizándose la presencia de un horizonte compactado en la gran mayoría de suelos del departamento. En general, la rentabilidad agrícola es baja, por ejemplo, para soya se tienen valores del 10%, para maíz del 14% y un poco superior en arroz, lo que representa un panorama poco halagüeño para el desarrollo del departamento del Meta.

Bajo estas condiciones las malezas que se han adaptado compiten fuertemente por los recursos lumínicos, minerales e hídricos y ocasionan pérdidas grandes en la producción, hasta un 50% e incrementan los costos de producción necesarios para su control, estos costos representan normalmente entre el 20 al 30% de los costos totales.

La adopción de un sistema adecuado de labranza junto con una rotación razonable tanto técnica como económicamente permiten establecer un sistema de explotación agrícola altamente competitivo bajo un marco de sostenibilidad. Al no establecerse un sistema de labranza de conservación, así como la rotación de cultivos, el recurso suelo se degradará mucho más, reduciendo la rentabilidad neta de los cultivos.

● SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN

La labranza reducida y siembra directa son tecnologías que han sido investigadas en el mundo desde la década del 50, y su implementación se ha dado a partir de la década del 70. Actualmente se está utilizando en países como: E.E.U.U., Argentina, Chile. El Brasil, con más de 20 años de experiencia, cuenta con 4 millones de hectáreas dedicadas a la producción de cultivos bajo este sistema y Venezuela tiene aproximadamente 7 mil hectáreas; aunque es una tecnología conocida en el mundo, es poco utilizada en la producción de cultivos en la Orinoquia Colombiana.

Así el desarrollo de tecnologías en labranza de conservación pretende transformar el modelo de agricultura convencional a sistemas sostenibles que utilicen la capacidad de producción del suelo a través del uso racional de insumos y agroquímicos que permitan recuperar las funciones del suelo como regulador de los procesos, para mejorar y/o mantener su productividad.

Los suelos requieren prácticas de labranza, que permitan recuperar la estructura deteriorada por el sobrelaboreo. Igualmente, existen grandes áreas aptas para la explotación intensiva, que requieren prácticas de labranza adecuadas, que ayuden a conservarlos, evitando su degradación, y que faciliten la rotación de cultivos.

Con la incorporación de la tecnología de labranza de conservación, a corto plazo disminuye el sobrelaboreo, en consecuencia se reducen los costos de producción. A largo plazo se reduce la erosión, permitiendo así la conservación de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, haciendo más competitiva y sostenible la producción de cultivos anuales en el Piedemonte Llanero.

✓ Labranza Reducida o Mínima

Consiste en la reducción del número de labores o pases de implementos en la preparación del suelo; un mínimo laboreo, utilizando preferiblemente los cinceles rígidos o vibratorios. Se consideran de una a

tres labores las adecuadas para preparación del suelo en éste sistema, incluida la desbrozada o guadañada de la cobertura dejada por el cultivo anterior (arroz o maíz).

La labranza vertical, o sea la efectuada con cinceles rígidos o vibratorios, rompe mejor el suelo a profundidades adecuadas, evitando invertir las capas del suelo como ocurre con los implementos de discos. El cincel vibratorio se recomienda usar cuando la compactación del suelo es superficial, es decir de 0 a 25 centímetros. El cincel rígido o fijo se recomienda utilizar cuando la compactación es más profunda, mayor de 25 centímetros. Estas labores se recomiendan realizar en suelos en condiciones de humedad friables.

✓ **Labranza Cero o Siembra Directa**

Tecnología que permite realizar la siembra del cultivo sin ninguna labor de preparación del suelo. Para el uso de ésta tecnología se requiere de suelos con buenas condiciones físicas, químicas y biológicas. El sistema se fundamenta en el uso de coberturas y rastrojos, mediante la aplicación inicial de herbicidas secantes de contacto y/o sistémicos.

La siembra se realiza con una máquina específica para siembra directa, equipo que cuenta con los siguientes componentes : disco de corte, sección de siembra y aplicación de fertilizantes y ruedas prensadoras o compactadoras.

- **Disco de corte:** Tiene la función de romper inicialmente el suelo y se recomienda de acuerdo a las condiciones del suelo y los residuos de cosecha. En suelos livianos se recomienda el uso de disco ondulado; para suelos semipesados con restos de cosecha, disco corrugado ; y para suelos pesados con bastante restos de cosecha, se debe utilizar disco estirado.
- **Sección de siembra y aplicación de fertilizantes :** Está compuesta por discos dobles descentrados con reguladores de profundidad (ruedas gemelas). La sembradora de densos (chorros) trae las secciones de siembra y fertilización en el mismo cuerpo. En la sembradora de surcos son independientes.
- **Ruedas prensadoras:** Ruedas dobles e inclinadas para sembradoras de surco y sencillas para sembradoras de densos. Tienen la función de cerrar el corte hecho y dejar en contacto la semilla con el suelo.

Para la zona de Villavicencio mediante el análisis económico, se estimaron los costos de producción, rendimientos, ingresos brutos y rentabilidad, para los sistemas de labranza en siembra de soya (1995 semestre B) sobre soca de maíz. Los costos de producción fueron superiores bajo el sistema de labranza convencional con \$511.060.00, mientras que con los sistemas de labranza cero se redujeron a \$379.282.00. Con la labranza reducida los costos fueron del orden de \$456.000.00. Se calculó una rentabilidad de 29% a 39% para la labranza cero y mínima, respectivamente. Valores superiores al observado en el sistema convencional, fueron del orden del 19%. Tabla 32.

Labranza reducida o mínima	Labranza cero o siembra directa
Reducción de número de labores	Siembra sin ninguna labor de preparación del suelo
Utilización de cinceles rígidos o vibratorios	Suelos con buenas condiciones físicas, químicas y biológicas
3 a 4 labores de preparación	Uso de coberturas y rastrojes
Labranza vertical	Aplicación inicial de herbicidas secantes de contacto
Cinzel vibratorio cuando la compactación del suelo es superficial de 0-25 cm	Maquinaria de disco de corte, sección de siembra y aplicación de fertilizantes, ruedas prensadoras o compactadores.

Tabla 32. Efecto de los sistemas de labranza reducida y cero sobre rendimiento, los costos de producción, y la rentabilidad del cultivo de soya. Finca Tanané, Villavicencio, Meta, 1995 B.

Sistema de labranza	Rendimiento Ton/ha	Costos de Producción \$	Rentabilidad %
Labranza Cero (Siembra Directa)	1526	379.282	29
Labranza Reducida (Cinzel vibratorio)	2122	456.264	39
Labranza convencional (Dos pases de rastra más dos de rastrillo pulidor)	1800	511.060	19

FUENTE : Informe Anual Programa Regional Agrícola 1996

En la región del Ariari para el año 1995 semestre B, el análisis económico de los sistemas de labranza en el cultivo de soya, permitió determinar que los mayores costos de producción corresponden a la labranza convencional con \$512.000.00 por hectárea. Los menores costos fueron para la labranza cero (siembra directa) con \$443.000.00 por hectárea. Finalmente, con un precio de \$350.000.00 la tonelada y con los rendimientos obtenidos la rentabilidad del cultivo se aumentó considerablemente, siendo del 30% en la siembra directa y del 24%, cuando primero se desbrozó antes de la siembra directa.

● EVALUACIÓN AGRONÓMICA EN LA LABRANZA DE CONSERVACIÓN

✓ Adaptación y Comportamiento Varietal

En los sistemas de labranza cero y reducida fueron evaluadas cinco variedades de soya: ICA-CORPOICA Obando 1, ICA-CORPOICA Obando 2, Soyica Ariari-1, Soyica P-34 y Expro 3116. La Tabla 33 presenta los resultados obtenidos para rendimiento en Villavicencio finca Tanané.

En cuanto al rendimiento, se presentaron diferencias altamente significativas para los sistemas de labranza; la labranza reducida con 2114 Kg/ha fue superior a los demás; la labranza convencional con un promedio de 1780 Kg/ha siguió sin diferencias estadísticas con las dos labranzas restantes y la labranza cero con 1560 Kg/ha fue la de menor rendimiento; pero tiene la ventaja de tener un 15% de menores costos de producción.

Tabla 33. Efecto de los sistemas de labranza sobre cinco genotipos de soya. Rendimiento, Villavicencio, finca Tanané. 1996 B.

SISTEMA	GENOTIPOS				
	Obando 2	Soy. Ariari 1	Obando 1	Soyica P-34	Promedio Labranza
	Rendimiento (Kg/ha)				
Labranza Cero	1422	1857	913	1599	1560 b
Labranza Reducida	2495	3037	1542	2017	2114 a
Labranza Convencional	1856	2389	1458	1655	1780 ab
Promedio Genotipo	1924 ab	2094 a	1034 b	1757 ab	

En relación con las variedades, éstos presentaron diferencias estadísticas para los sistemas de labranza. En labranza cero los mayores rendimientos lo obtuvo con 3037 kg/Hg, Soyica Ariari-1 con 1857 Kg/ha y en labranza reducida obtuvo el mayor rendimiento, le siguió Obando 2 respectivamente. En labranza convencional sobresalieron las variedades Soyica Ariari 1, Obando 2. Tabla 33.

La Tabla 34 presenta para Granada, vegas del Río Ariari, los resultados obtenidos por las variedades bajo los sistemas de labranza. Para los sistemas de labranza se presentaron diferencias estadísticas; labranza cero con 2085 Kg/ha fue superior entre los sistemas; la labranza reducida obtuvo 2037 Kg/ha sin diferencias con los demás sistemas y labranza convencional con 1721 Kg/ha, en promedio obtuvo el menor rendimiento. Para las variedades se presentaron diferencias estadísticas, la variedad Obando 2 fue superior a las demás variedades, con rendimientos de 2673 Kg/ha en labranza reducida y con 2.629 Kg/ha en labranza convencional; la mayor producción en labranza cero le correspondió a la variedad Soyica Ariari-1 con 2354 Kg/ha, le siguieron las variedades Obando 1 y Obando 2 con 2275 Kg/ha y 2233 Kg/ha, respectivamente.

✓ **Evaluación de las Distancias y Densidades de Siembra Bajo los Sistemas de Labranza.**

Fueron evaluadas las distancias y densidades de siembra para los diferentes sistemas de labranza. En la Tabla 35 se presentan los resultados obtenidos en Villavicencio, finca Tanané, lote el Charcón cuando se utilizaron las densidades de 60, 80 y 100 Kg/ha de semilla de la variedad Soyica P-34 a una distancia de 38 cm entre surcos. Las poblaciones establecidas fueron mayores en la labranza conconven-

Tabla 34. Efecto de los sistemas de labranza sobre el rendimiento en cinco genotipos de soya. Granada, granja Los Naranjos. 1996 B.

SISTEMA	GENOTIPOS			
	Soyica Ariari-1	Obando 1	Obando 2	Promedio Labranza
	Rendimiento (Kg/ha)			
Labranza Cero	2354	2275	2233	2085 a
Labranza Reducida	1926	2131	2673	2037 ab
Labranza Convencional	1550	1947	2629	1721b
Promedio Genotipo	1943 ab	2118 ab	2512 a	

Tabla 35. Efecto de las densidades de siembra en el rendimiento, en los sistemas de labranza. Villavicencio, finca Tanané. 1996 B.

SISTEMA	RENDIMIENTO (Kg/ha)			
	DENSIDADES (Kg/ha)			
	60 Kg/ha	80 Kg/ha	100 Kg/ha	Promedio Labranza
Labranza Cero	2399	2332	2139	2290 a
Labranza Reducida	1712	2080	2320	2038 a
Labranza Convencional	2386	2174	2556	2372 a
Promedio Densidades	2166a	2196 a	2339 a	

cional, siguiendo en población la labranza reducida y con la menor población la labranza cero, con una diferencia de aproximadamente 35000 plantas/hectárea, con la convencional.

En relación con las densidades, con 100 Kg/ha de semilla se obtuvo el mayor número de plantas, sin diferencias estadísticas con las otras densidades. En labranza cero en todas las densidades se obtuvo el menor número de plantas, con labranza reducida e intermedia y las poblaciones más altas son en labranza convencional; lo que se concluye que se debe recomendar hasta 100 Kg/ha de semilla de soya para lograr en labranza cero y reducida poblaciones apropiadas con máximos rendimientos.

Para rendimiento tampoco se presentaron diferencias entre los sistemas de labranza y densidades de siembra. Labranza cero obtuvo 2290 Kg/ha, la convencional 2372 Kg/ha y la reducida con 2038 Kg/ha y en cuanto a las densidades de siembra, los mayores rendimientos promedio fueron con 100 Kg/ha de semilla con 2320 Kg/ha en labranza reducida y 2556 Kg/ha en la convencional.

En la Tabla 36 se consignan los resultados obtenidos para número de plantas por hectárea, altura de planta y rendimiento de las distancias entre surcos bajo los sistemas de labranza en la finca Tanané, Villavicencio, lote Morroco. Manteniendo constante una densidad de siembra de 100 Kg/ha de semilla, no se presentaron diferencias entre los sistemas de labranza y a nivel de las distancias entre surcos existen diferencias estadísticas.

El rendimiento de la variedad Soyica P-34 se vio afectado por las distancias entre surcos. El mayor rendimiento se obtuvo a la distancia de 17 cm. con promedio 3395 Kg/ha, rindiendo un 27% más, comparadas con los rendimientos obtenidos a 34 cm entre surcos. Aunque el análisis estadístico no

Tabla 36. Efecto de las distancias de siembra en el rendimiento, en los sistemas de labranza. Villavicencio, finca Tanané. 1996 B.

SISTEMA	Rendimiento (Kg/ha)		
	DENSIDADES		
	17 cm surcos	34 cm surcos	Promedio Labranza
Labranza Cero	3565	2438	3002 a
Labranza Reducida	3163	2900	3032 a
Labranza Convencional	3457	2701	3079 a
Promedio Densidades	3395 a	2680 b	

Tabla 37. Efecto de las densidades de siembra en el rendimiento de los sistemas de labranza. Granada, granja Los Naranjos. 1996 B.

SISTEMA	DENSIDADES		
	Rendimiento (Kg/ha)		
	80 Kg/ha	100 Kg/ha	Promedio Labranza
Labranza Cero	2345	2613	2479 a
Labranza Reducida	2227	2845	2536 a
Labranza Convencional	1698	1855	1776 b
Promedio Densidades	2090 b	2438 a	

nos permitió encontrar interacción entre distancias por sistemas de labranza, si se observa como cuando la distancia entre surcos es menor, los rendimientos son mejores bajo los sistemas de cero labranza, quizás debido a que se incrementó la cobertura del suelo con el cultivo, disminuyendo con ésto la aparición de malezas.

La Tabla 37 contiene el efecto de las densidades de siembra de 80 y 100 Kg/ha de semilla de soya en el rendimiento en los sistemas de labranza, en Granada granja Los Naranjos. El rendimiento presentó diferencias significativas para los sistemas de labranza. Labranza reducida y cero con 2536 Kg/ha y 2479 Kg/ha obtuvieron las mayores producciones y la convencional solo obtuvo 1776 Kg/ha. Para

las densidades, los rendimientos fueron mejores cuando se utilizó 100 Kg/ha de semilla que cuando se sembró 80 Kg/ha. En labranza cero y 100 Kg/ha de semilla con 2613 Kg/ha y 2845 Kg/ha se obtuvo en labranza reducida y 100 Kg de semilla. El sistema convencional obtuvo la más baja producción en ambas densidades de siembra con 1698 Kg/ha y 1855 Kg/ha para 80 y 100 Kg/ha de semilla, respectivamente.

✓ Evaluaciones del Control Químico de Malezas en los Sistemas de Labranza

Fueron evaluados cinco controles químicos de malezas pre y post emergentes de importancia en los sistemas de labranza. En Villavicencio, finca Tanané, lote Morroco (Tabla 38) para los diferentes sistemas de labranza no se presentaron diferencias en la altura de planta en cambio los controles químicos presentaron diferencias; los controles 1 y 3 post emergentes y el preemergente Harmess + Sencor fueron los de mayor altura de planta. La menor altura de planta se obtuvo con la aplicación post temprana Verdict + Flex + Dual.

En cuanto al rendimiento, en labranza cero el control post emergente Flex + Fusilade y el preemergente

Tabla 38. Evaluación de los controles químicos en los sistemas de labranza. Villavicencio, finca Tanané, lote Morroco. 1996 B.

SISTEMA	CONTROLES QUÍMICOS					
	Rendimiento Kg/ha					
	1	2	3	4	5	Promedio Labranza
Labranza Cero	2190	2056	1374	867	1515	1847 a
Labranza Reducida	1797	2169	1807	1463	2017	1851 a
Labranza Convencional	1977	1737	1770	1506	2207	1840 a
Promedio Herbicidas	1988	1987	1650	1439	2152	
	ab	ab	bc	c	a	

CONTROLES QUÍMICOS

1 = Flex (0.7 litro/ha) + Fusilade (1.0 litro/ha)

2 = Dual (1.0 litro/ha) + Sencor (0.6 Kg/ha) + Prowl (4.0 litro/ha). Pre

3 = Verdict (1.0 litro/ha) + Cobra (0.7 litro/ha). Post

4 = Harmess + Sencor (2.0 litro/ha) + (0.6 Kg/ha). Pre

5 = Verdict (1 litro/ha) + Flex (0.7 litro/ha) + Dual (1.0 litro/ha). Post temprana

Dual + Sencor + Prowl fueron los mejores controles; en labranza reducida el pre Dual + Sencor + Prowl y el post emergente temprano Verdict Flex + Dual fueron los mejores tratamientos; en labranza convencional los tratamientos Post 1 y 5 fueron los de mayor rendimiento.

En general los controles post emergentes se presentan como una excelente alternativa para los sistemas de labranza reducida y cero. En ciertas situaciones los controles preemergentes pueden ser útiles para el control temprano de malezas en los sistemas de labranza.

● VENTAJAS Y BENEFICIOS DE LA LABRANZA DE CONSERVACION

Este sistema presenta una serie de ventajas y beneficios al agricultor y a su finca, algunas consideraciones son las siguientes:

✓ Ventajas económicas a corto plazo

Expresada por el menor uso de elementos mecánicos y de uso de energía, necesarios en el proceso productivo.

- ⇒ Consumo de combustible: Se reduce a menos del 70%.
- ⇒ Oportunidad de siembra: Reduce en un 80% el tiempo de preparación y el de sembrar fuera de la época recomendada.
- ⇒ Insumos: Ahorro importante del uso de pesticidas y protectores en el sistema y del uso continuo de fertilizantes y herbicidas, estos beneficios son graduales.
- ⇒ Baja demanda de equipos y de potencia; se necesita menos uso del tractor e implementos como rastra, rastrillo, arados.
- ⇒ Eficiencia del agua: La necesidad del agua para producir un Kilogramo de grano de cualquier cereal y leguminosa es mayor en siembra convencional que en siembra directa. Existe mayor conservación del agua por una evapotranspiración y escorrentía reducida en siembra directa.
- ⇒ Finalmente una reducción de los costos de producción y un aumento considerable de la rentabilidad de los cultivos.

✓ Beneficios mediante el uso constante y continuo de la siembra directa (Largo plazo)

- ⇒ Mejoramiento de las condiciones físicas, tales como temperatura, humedad, estructura, porosidad, densidad, infiltración, capacidad de almacenamiento.

- ⇒ Contenido nutricional del suelo: Se aprecia una diferencia significativa a favor de la siembra directa en los macro y micronutrientes como Nitrógeno, Materia Orgánica, Fósforo, Calcio, Magnesio y Elementos menores; las coberturas y rastrojos juegan un papel importante en el reciclaje de nutrientes.
- ⇒ Comportamiento de microorganismos y microfauna: Todas las especies de microorganismos aumentan su población.
- ⇒ Erosión: Periódicamente desaparece e inclusive se observa cierta recuperación de horizontes perdidos; ésto sucede cuando existe una adecuada rotación de cultivos y abundante cobertura.

8 MANEJO DEL AGUA EN EL CULTIVO DE SOYA

La producción y la calidad no dependen solamente de la capacidad productiva de la planta. También interviene el grado de integración alcanzado con los componentes del medio en el cual se desarrolla, o sea el clima y el suelo.

Asumiendo que la planta y el clima son apropiados, la producción por consiguiente quedaría supeditada a los efectos determinantes del suelo. Sin embargo, aquí también se debe tener en cuenta que la obtención de buenas cosechas no solo depende de sus propiedades físicas y químicas sino también del manejo de algunos factores directa o indirectamente relacionados con el medio de desarrollo, como el riego, los drenajes, el manejo de las malezas y la fertilización.

En este escrito se tratará el tema del recurso hídrico relacionándolo con su manejo en la producción de soya en la Orinoquia colombiana.

● **Requerimientos hídricos de la Soya.**

Las investigaciones realizadas a nivel mundial sobre las necesidades de agua del cultivo de soya han indicado que requiere aproximadamente entre 500 y 600 mm para producir una buena cosecha.

En el Valle del Cauca algunas investigaciones realizadas por el ICA reportaron requerimientos hídricos de 350 mm y producciones de 3362 Kg. / ha, lo cual significa que para esas condiciones son necesarios 1.041 Kg. de agua para producir 1 Kg. de grano de soya. Rojas, H., reporta para las mismas condiciones requerimientos hídricos de 390 mm para un ciclo de 121 días.