- 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.

Se presenta a continuación los requerimientos hídricos de la soya para zonas tropicales según el "Manual del Agricultor" de Semillas Valle S.A.

- **Requerimientos de agua**

Etapa del ciclo	mm
Germinación	30
Primera Semana	20
Segunda Semana	20
Tercera Semana	30
Cuarta Semana	30
Quinta Semana	35
Sexta Semana	35
Séptima Semana	55
Octava Semana	55
Novena Semana	65
Décima Semana	65
Undécima Semana	30
Duodécima Semana	30
TOTAL	500

Tomado de :Soya, Manual del Agricultor. Semillas Valle S,A. Cali Valle Colombia.

Como puede observarse, las necesidades de agua del cultivo de soya durante su ciclo vegetativo, dependen de la duración de este, de la variedad sembrada y de las condiciones ambientales. Para conocer su magnitud y su distribución, es preciso contar con la siguiente información básica:

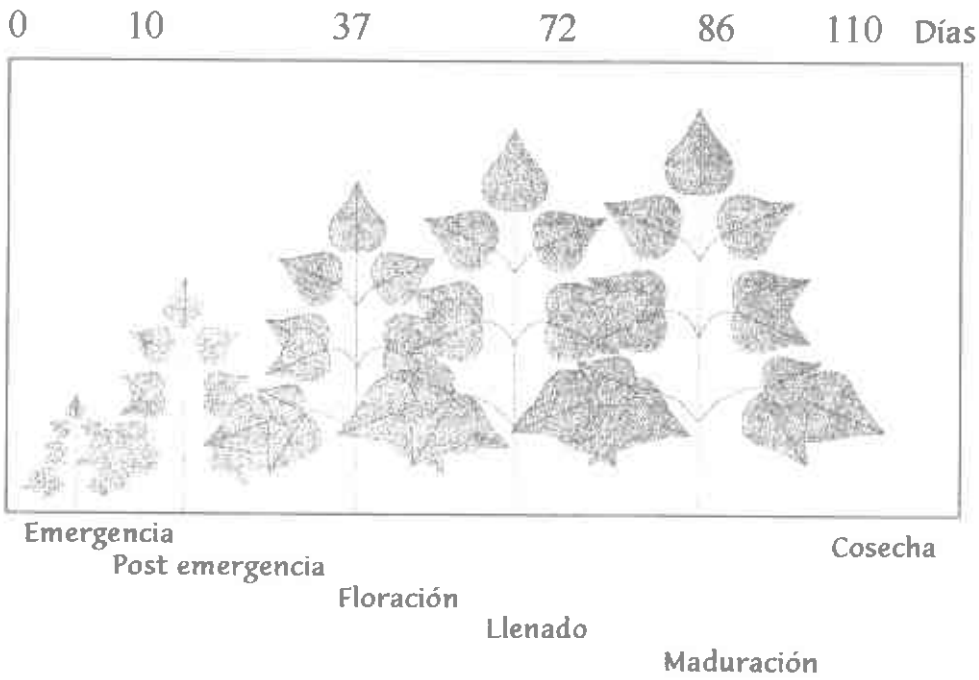
✔ *Determinar el momento de regar.-* Por medio de algunas investigaciones realizadas se ha comprobado que en suelos arcillosos, el momento de regar en la primera etapa del desarrollo del cultivo que comprende desde la siembra hasta poco antes de iniciarse la floración, o sea unos 45 días después de la siembra, es cuando la humedad aprovechable en la capa formada por los primeros 30 cm del espesor del suelo, se ha reducido al 20 % de la humedad existente a capacidad de campo; en cambio en una segunda etapa, que se extiende desde la floración hasta la madurez, debe regarse cuando la humedad aprovechable es del 30 %. Aplicando los riegos en estos momentos, es cuando se obtienen los mejores resultados, a igualdad de otros factores.

✔ *Determinar la cantidad de agua que debe aplicarse a cada riego.*- También se ha determinado experimentalmente esta información, y se puede obtener igualmente por métodos indirectos recurriendo a las diversas fórmulas establecidas por tantos autores.

Los dos puntos anteriores se pueden estimar con satisfactoria aproximación a partir de la capacidad de retención de humedad del suelo en que se desarrolla el cultivo y del uso consuntivo del mismo.

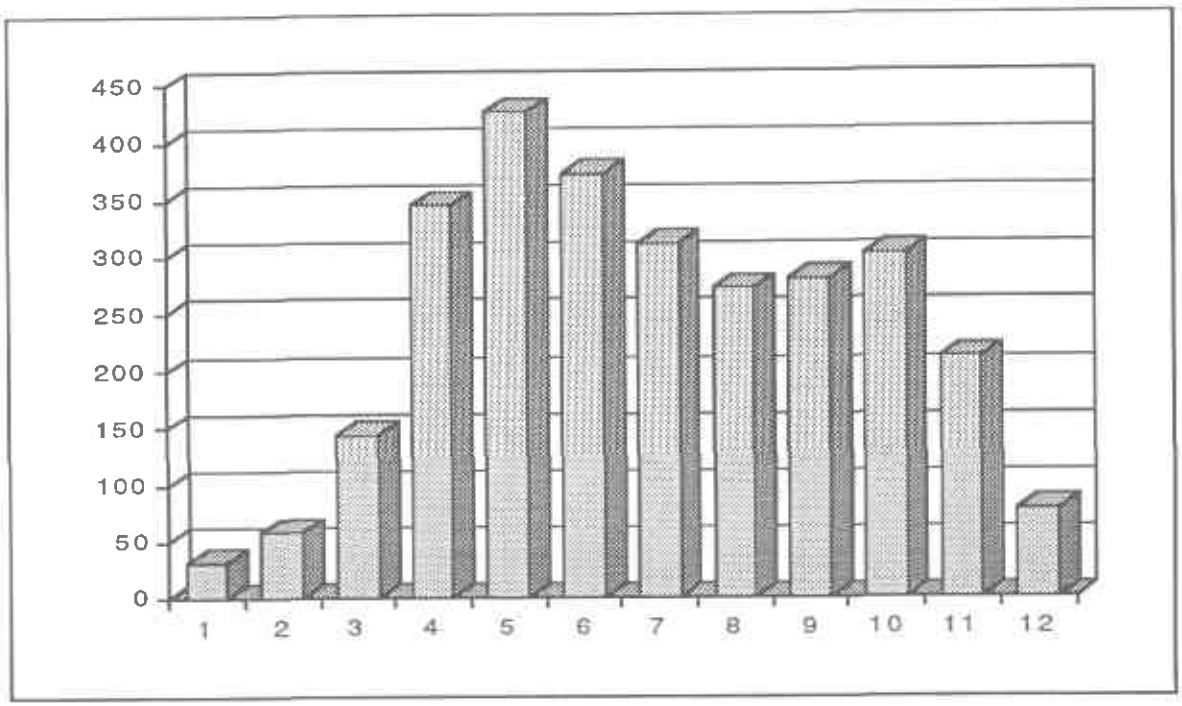
A continuación se presenta la información encontrada experimentalmente en el C.I. La libertad, tomándola como representativa de las condiciones del Piedemonte Llanero.

Figura 12. Período vegetativo de la planta de soya y soyica Ariari 1. En condiciones del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia



Fuente : CORPOICA. Programa Manejo de Suelos y Aguas. C. I. La Libertad.

Figura 13. Comportamiento Típico del clima en la zona del Piedemonte de la Orinoquia Colombiana. Precipitación promedio mensual multianual (mm)



FUENTE : CORPOICA Programa Manejo Integrado de Suelos y Aguas

Figura 14. Evaporación tanque A (mm). Promedio Mensual Multianual

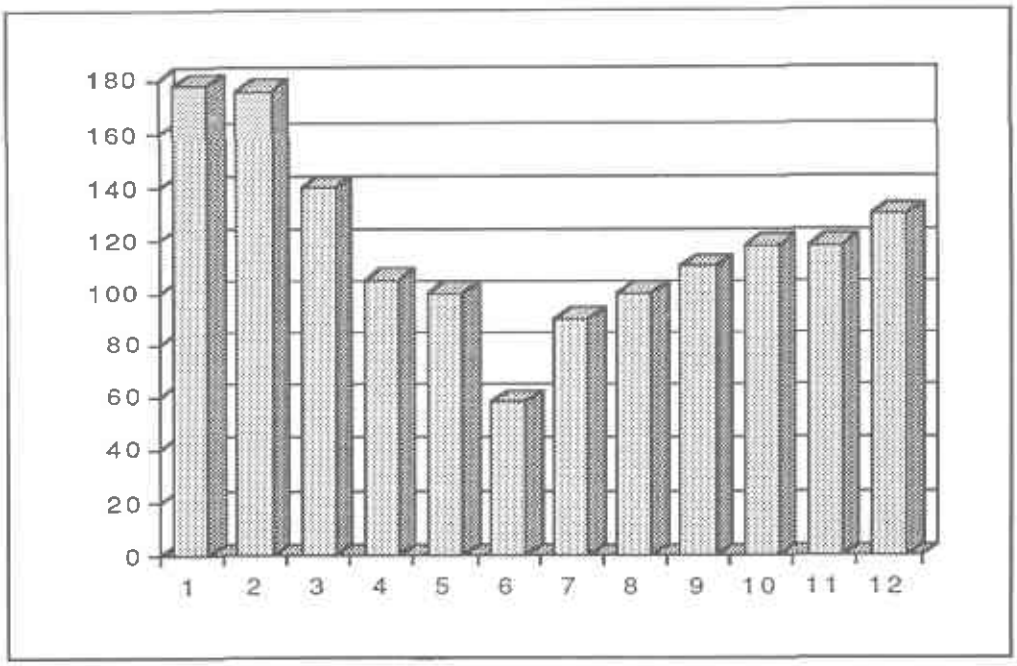


Figura 15. Brillo Solar (Horas). Promedio Mensual Multianual

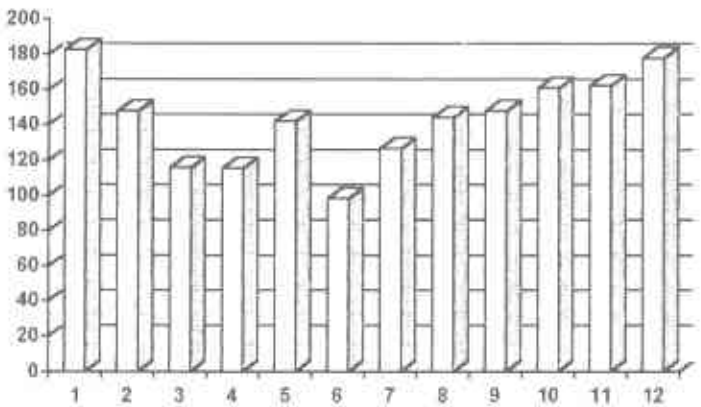


Tabla 39. Características físicas de algunos suelos dedicados a la producción de Soya en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia

Capacidad de campo	Punto de Marchitez Permanente	Densidad aparente	Densidad real	Hd 30cm	Hfa 30cm F20%	Hfa 30cm F30%
25.29	18.62	1.35	2.6	27mm	5.4mm	8.1mm

FUENTE : CORPOICA Laboratorio de Suelos, C.I. La Libertad

Tabla 40. Cálculo de la evapotranspiración (mm)

Modelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Penman	108.5	109.2	108.5	108	102.3	87	93	105.4	108	105.4	102	105.4
FAO	127.1	128.8	127.1	126	117.8	99	111.6	124	126	133.3	123	127.1
Monteith	96.1	92.4	93	99	96.1	81	89.9	99.2	102	105.4	99	99.2

Fuente : Corpoica Laboratorio de suelos, C.I. La Libertad

Tabla 41. Balance Hídrico General para la zona del Piedemonte Llanero (mm)

ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Precip.	31,3	57,9	143,8	345,3	426	371.5	311.2	271.7	280.1	302	211.2	77.25
Almac.			13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	
ETP	96.1	92.4	93	99	96,1	81	89.9	99.2	102	105.4	99	99.2
Excesos			37.3	246.3	329.9	290.5	221.3	172.5	76,1	196.6	112.2	
Déficit	65	34.5										8.45

Fuente : Corpoica Laboratorio de suelos, C.I. La Libertad

Aparentemente, realizado el balance hídrico anual mensual solo se tienen deficiencias de humedad en el suelo durante los meses de diciembre, enero y febrero. Sin embargo al realizar el balance hídrico para cada 10 días del ciclo vegetativo es probable que debido a la exigencia de mantener la humedad fácilmente aprovechable entre el 70 y el 80 % de su capacidad y en razón a que estos valores se presentan demasiado bajos para los suelos del Piedemonte Llanero, sería conveniente analizar la situación para considerar el beneficio económico de la utilización del riego en las épocas críticas de desarrollo del cultivo.

Se ha encontrado que la falta de humedad en el suelo durante las etapas críticas del desarrollo del cultivo pueden influir negativamente en los rendimientos. En la germinación es indispensable contar con adecuada humedad en el suelo para garantizar la población de plantas deseadas.

Si ocurren deficiencias de humedad durante los primeros 15 días de desarrollo, las plantas se tornan amarillas y se caen los cotiledones; deficiencias de humedad en etapas posteriores se detectan por la flacidez del follaje y caída de las flores.

Durante la formación de vainas, si se presenta deficiencia de humedad, estas se muestran amarillentas y se pueden desprender de la planta, así mismo se afecta el llenado de grano y por esto los rendimientos, debido a la reducción del número de vainas por planta, al número de semillas por vaina y al tamaño y peso de las semillas.

- **Requerimientos de drenaje**

Se ha observado al realizar el balance hídrico que debido a las condiciones climáticas del Piedemonte de la Orinoquia Colombiana es necesario, para mantener una adecuada humedad del suelo, realizar prácticas de drenaje y evacuación de los excesos de precipitación.

Una de las características de las zonas húmedas y subhúmedas es la de presentar una precipitación mayor que la evaporación. En las tierras planas como es el caso de los Llanos Orientales, este hecho hace que los suelos se mantengan, durante gran parte del año, en condiciones de altos contenidos de humedad, favoreciendo encharcamientos y situaciones variables de exceso de agua superficial.

Los problemas de drenaje tanto superficial como interno, han sido descuidados hasta el presente; la mayoría de productores e instituciones se han limitado a evadir sus consecuencias mediante la programación de cultivos de ciclo corto que son plantados en épocas libres del problema, o sencillamente, dejando las áreas afectadas como zonas marginales para algunos pastos y para arroz.

En los tiempos actuales las deficiencias alimentarias mundiales y la presión sobre la tierra, han forzado a muchos países a la confección de programas de aumento de la productividad y de reforma agraria, los cuales inevitablemente, tendrán que tomar en consideración los problemas de drenaje superficial.

En los países tropicales, la solución a los problemas de drenaje esta apenas en sus comienzos. Las medidas a adoptar son más bien de pronóstico de la situación futura, a fin de seleccionar cultivos y tierras y establecer normas de administración y de manejo del drenaje a nivel de proyectos y de predio.

Es así, como en Colombia se piensa que una gran parte del área necesaria para suplir los requerimientos de productos agrícolas en el futuro está en el Piedemonte Llanero.

De acuerdo con el reconocimiento general de suelos realizada por FAO, sobre una extensión de 12'936.621 hectáreas, existen en los Llanos Orientales de Colombia 1'123.995 hectáreas Clase I y II que representan aproximadamente un 9% del total. Estos suelos se localizan fisiográficamente en la Llanura Aluvial de Piedemonte. Por su posición en el paisaje presentan excesos de agua superficial, ocasionados en la Clase I, por precipitaciones intensas y escorrentía; la Clase II, además se ve afectada por inundaciones frecuentes.

La importancia de esos suelos se ve representada en la potencialidad para el desarrollo agrícola por ser los de mejor calidad, en cuanto a fertilidad y condiciones físicas . En la actualidad, la capacidad productiva de estos terrenos se ve afectada por problemas de drenaje tanto superficial como interno.

La producción de los cultivos en condiciones económicas, requiere de un ambiente edáfico adecuado en la zona de exploración radicular, el cual depende del régimen térmico e hídrico, así como también de su aireación y nivel de fertilidad.

En la naturaleza, la reposición de agua al suelo no siempre se ajusta a las necesidades reales de los cultivos, debiendo recurrirse al control de la humedad edáfica por medio de prácticas de riego y drenaje que asegure un ambiente adecuado para su óptimo crecimiento y desarrollo.

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria está haciendo investigaciones de carácter básico relacionadas con el comportamiento del cultivo de soya a los excesos de agua superficial en condiciones de trópico húmedo. Los resultados de está investigación permitirán al país obtener ahorros significativos en los trabajos de ingeniería que se tienen contemplados para está región, con la implementación del Plan Nacional de Adecuación de Tierras puesto que se podrá diseñar con parámetros obtenidos y ajustados a la realidad agroecológica de la zona.

Así mismo, los productores tendrán información técnica a nivel predial que les permitirá incluir dentro de sus faenas de preparación de tierras la construcción de zanjas y drenajes lo que repercutirá en cosechas más abundantes y de mejor calidad. Estimativos realizados por los investigadores del Programa Manejo Integrado de Suelos y Aguas señalaron que en la actualidad toda la producción de Soya en el Piedemonte Llanero se ve afectada por condiciones de exceso de humedad. Se estima que en el mejor de los casos la reducción en rendimiento llega a los 150 Kg. / ha. Si se considera que el área sembrada es de aproximadamente 6.000 ha, se estarían dejando de producir 900 toneladas que con un precio de $80.000/Ton representa la suma de $ 342.000.000 semestrales.

A continuación se presenta una gráfica en la que se puede apreciar el efecto del anegamiento superficial sobre la producción de vainas en el cultivo de soya en diferentes etapas de desarrollo.

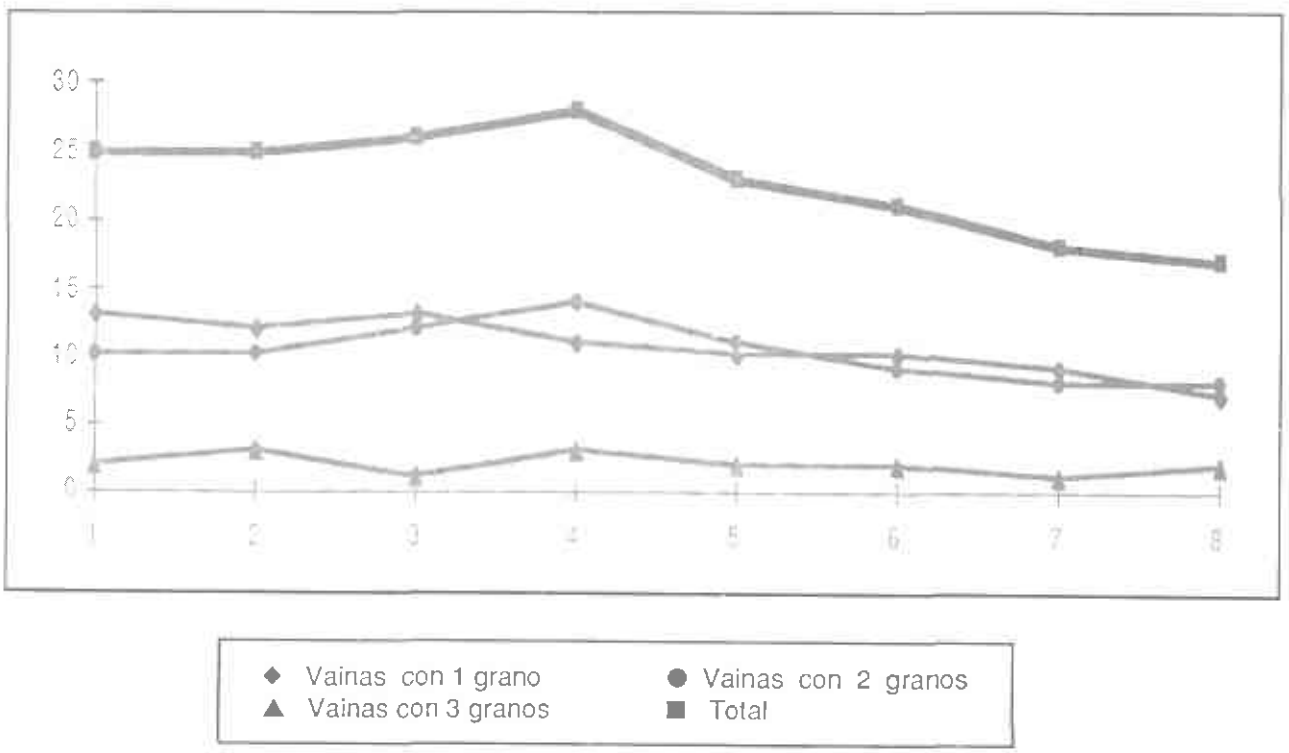



Figura 16. Determinación de los tiempos de drenaje en la variedad de Soya, Soyica Ariari 1