

ORIGINAL

CRECIMIENTO DE *Raphanus sativus* L. CON ARVENCES *Plantago media* L. Y *Polygonum nepalense* Meins

GROWTH OF *Raphanus sativus* L. WITH WEED *Plantago media* L. AND *Polygonum nepalense* Meins

Camacho A¹, Acosta C², Gomez N³, Martinez J⁴, Romero J⁵, Vargas J⁶,
Banda L⁷

Universidad de Cundinamarca (Sede Fusagasugá) Facultad de Ciencias Agropecuarias
– Semillero de investigacion SEMINAC.

Recibido: Septiembre de 2013; Aceptado: Noviembre de 2013.

RESUMEN

Se analizó el crecimiento del rábano (*Raphanus sativus* L.) con arvenses llantén (*Plantago media* L.) y gualola (*Polygonum nepalense* Meins). El diseño experimental de bloques completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron niveles de fertilización (0%, 50% y 100% de fertilización combinados con cultivo limpio y con malezas; T1 a T3: tres fertilizaciones con cultivo enmalezado y T4 a T6: tres fertilizaciones con cultivo limpio respectivamente). Se evaluó la biomasa, área foliar, tasa de crecimiento del cultivo (TCC), índice de área foliar (IAF), tasa asimilación neta (TAN), tasa crecimiento relativo (TCR), cobertura, frecuencia y densidad de las arvenses. La mayor biomasa seca y área foliar del rábano se registró en el tratamiento T5 con valores de 4.573 g.planta⁻¹ y 4.573 cm² respectivamente en la semana nueve, mientras que T3 registró 3.17 g.planta⁻¹ y área foliar de 851 cm², sin diferencias significativas. La TCC más alta fue alcanzada por el rábano en el T5 (0,48) en la semana 7 y T4 (0,62) en la semana 9, y IAF (0,28) en T6. La TCR y TAN variaron para todos los tratamientos para el cultivo y las malezas. Las especies de arvense presentes en el cultivo: *Plantago media* mantuvo la mayor densidad durante todo el período del cultivo llegando a tener más de 2000

^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Estudiantes Ingeniería Agronómica, Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá.

⁷ Ingeniero Agronomo, MSc. Docente investigador Universidad de Cundinamarca.

Contacto: laguandio@gmail.com

individuos/m² y una frecuencia de 94%. La cobertura de arvense en los tratamientos enmalezados llegó a ser de un 60% (T1). El mejor desarrollo cultivo del rábano según parámetros evaluados lo presentó T5.

Palabras clave: fertilización, crecimiento, competencia, variables fisiológicas.

ABSTRACT

*The growth of radish (*Raphanus sativus* L.) with weed plantain (*Plantago media* L.) and guaola (*Polygonum nepalense* Meins) was analyzed. The experimental design was completely randomized blocks with six treatments and three replications. The treatments were fertilization levels (0 %, 50 % and 100 % fertilization combined with clean cultivation and weed ; T1 to T3: three fertilizations with weed crop and T4 to T6: three fertilizations with clean cultivation respectively). Biomass, leaf area, crop growth rate (CGR), leaf area index (LAI), net assimilation rate (NAR), relative growth rate (RGR), coverage, frequency and density of weeds. Most dry biomass and leaf area of radish was recorded in T5 (4.573 g.plant⁻¹ y 4.573 cm²) respectively in week nine, while T3 recorded 3.17 g.plant⁻¹ and leaf area of 851 cm², no significant differences. The highest CGR was hit by radish on T5 (0.48) at week 7 and T4 (0.62) at week 9 and LAI (0.28) at T6. The RGR and NAR varied for all treatments for the crop and weeds. Weed species present in the culture: *Plantago media* maintained the higher density throughout the period of cultivation reaching longer than 2.000 individuals.m⁻² and a frequency of 94%. Weed coverage in weed treatments became 60% (T1). Best radish crop development as evaluated parameters was presented T5.*

Key words: fertilization, growth, competition, physiological variables.

INTRODUCCION

El rábano se identifica botánicamente como *Raphanus sativus*. Son oriundos de Asia (1). Requieren en general un clima medio aunque las altas temperaturas pueden originar sabores picantes en sus raíces su ciclo productivo es corto y puede variar entre 20 y 70d, según la variedad. Con temperatura optima de 18 a 22°C (2), tierra rica en materia orgánica con abundante humedad. (1) se adapta a cualquier tipo de suelo profundo, arcilloso y de reacción neutra son los ideales (2)

Los rábanos se tornan huecos y picantes con los colores y suelen rajarse si hay poca humedad. El color rojo característico es dado por antocioninas en las células del periciclo. (1)

Popularmente se hace referencia entre rabanito y rábano aunque botánicamente son idénticos y no difieren en las formas de cultivo; cultivares precoces (3 a 5 semanas) de raíz redonda y pequeños forman un grupo y aquellos que requieren más tiempo usualmente los de raíz alargada o redondos grandes forman otros grupos naturales(3)

La siembra de rábano proporciona ingresos importantes para los agricultores y los trabajadores a nivel local o regional. Pero su interacción con las arvenses las cuales son plantas que interfieren con las actividades agrícolas humanas o que de alguna manera interfieren con un propósito agrícola productivo (4). Reducen la eficiencia de los insumos tales como el fertilizantes que tiene como objetivo conseguir los altos rendimientos en los cosechas y producción de buena calidad (5) y el agua de riego. Fortalecen la densidad de otros organismos y plagas y, finalmente, reducen severamente el rendimiento y calidad del cultivo (6).

El análisis de crecimiento es una herramienta ampliamente usada en el áreas tan diferentes como el fitomejoramiento la fisiología de los cultivos y en la ecología de las plantas (7) se considera que el análisis de crecimiento representa el primer paso en el análisis de la productividad primaria siendo un enlace entre el registro de la producción vegetal y su investigación por métodos fisiológicos pudiendo ubicarse consecutivamente dentro del ámbito de los estudios eco fisiológicos. Su ventaja radica en la facilidad de obtención de datos en los cuales se basa, como lo son el peso seco de plantas o de sus partes (hojas tallos vástagos) y las dimensiones del aparato asimilatorio (área foliar, área de hojas y tallos contenido de clorofila etc) (8)

En este trabajo se estudió el crecimiento del rábano en diferentes grados de fertilización, y en presencia de diferentes arvenses, de las cuales se estudiaron el llantén y la gualola. Se buscó cuantificar el área foliar y biomasa del rábano y las dos arvenses predominantes bajo determinados niveles de fertilización orgánica, así mismo evaluar en las especies de arvenses la densidad, cobertura, distribución y frecuencia al interactuar en el área experimental con el cultivo de rábano, sumado a la medición de los parámetros fisiológicos: Índice Área Foliar (IAF), Tasa Crecimiento Relativo (TCR),

Tasa Crecimiento Cultivo (TCC), Tasa de Asimilación Neta (TAN) en el cultivo del rábano.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El proyecto se desarrolló en el municipio de Fusagasugá (Cundinamarca) en la vereda los Sauces, vía a Pasca. En un terreno de 50m² ubicado en las coordenadas 4°32'08.98"N y 76°06'23,87".

Diseño experimental (parcelas limpio y cubierto y subparcelas % fertilización)

Diseño de bloques completamente al zar. Se ubicaron los 6 (seis) tratamientos en camas de 1mt X 1mt, que se especifican a continuación:

- T1: cultivo vs maleza 0% fertilización.
- T2: cultivo vs maleza 50% fertilización.
- T3: cultivo vs maleza 100% fertilización.
- T4: cultivo limpio 0% fertilización.
- T5: cultivo limpio 50% fertilización.
- T6: cultivo limpio 100% fertilización.

Variables a evaluar

Se evaluaron biomasa y área foliar, y por medio de cálculos matemáticos se calculó las medidas indirectas tales como: TCC, TAN, IAF, TCR. En la tabla 1 se detallan las fórmulas matemáticas para la determinación de cada parámetro.

las medidas directas relacionadas con el desarrollo del cultivo como lo son área foliar (AF); tomada directamente de la superficie de la hoja de terminando el área total del follaje de la planta es decir se realiza la extracción de un cm de área foliar se lleva a laboratorio donde posteriormente es pesado con la totalidad de follaje de la planta y se realiza el cálculo para la determinación del AF total. Biomasa; tomando el peso seco

de la totalidad de la planta, las dos medidas directas se establecen con relación al tiempo y estado fenológico de la planta.

Tabla 1. Índices de crecimiento empleados en fisiología vegetal y de cultivos (9)

Índice de crecimiento	Símbolo	Valor instantáneo	Valor promedio en un intervalo de tiempo (T_2-T_1)	Unidades
Tasa de crecimiento relativo	TCR	$\frac{1}{w} \frac{dw}{dt}$	$TCR = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{(T_2 - T_1)}$	g/(g día)
Tasa de asimilación neta	TAN	$\frac{1}{AF} \frac{dw}{dt}$	$TAN = \frac{\frac{(W_2 - W_1)}{(T_2 - T_1)}}{\frac{(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{(AF_2 - AF_1)}}$	g/(cm ² día)
Índice de área foliar	IAF	$\frac{AF}{As}$	$IAF = \frac{\frac{(AF_2 + AF_1)}{2}}{\frac{1}{As}}$	Dimensional según las unidades
Tasa de crecimiento del cultivo	TCC	$\frac{1}{As} \frac{dw}{dt}$	$TCC = \frac{1}{As} \times \frac{(W_2 - W_1)}{(T_2 - T_1)}$	g/(cm ² día)
Tasa absoluta de crecimiento	TAC	$\frac{dw}{dt}$	$TAC = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$	g/día
Duración de área foliar	DAF	-	$DAF = \frac{(AF_2 + AF_1) \times (T_2 - T_1)}{2}$	cm/día
Área foliar específica	AFE	$\frac{AF}{MF}$	$AFE = \frac{\frac{AF_2}{W_2} + \frac{AF_1}{w_1}}{2}$	cm ² /g

El muestreo de arvenses realizó mediante el uso de un cuadro de 100cm², con un sistema al azar, por el cual se determinó cobertura, frecuencia y densidad de las arvenses en el cultivo de rábano de la siguiente manera:

Densidad

$$D = \frac{N^{\circ} \text{ individuos de } sp}{300cm^2} \quad 300cm^2 \text{ ya que se tomaron 3 subunidades, cada una de } 100cm^2$$

Cobertura

$$C = \frac{N^{\circ} \text{ de intersecciones que toca la arvense}}{\text{numero total de intersecciones (16)}}$$

Frecuencia

$$f = \frac{N^{\circ} \text{ de veces q aparece la sp (repeticiones)}}{N^{\circ} \text{ repeticiones total (3)}}$$

Procedimientos

Para cada tratamiento se tomaron 3 repeticiones, por lo cual se obtuvieron 18 camas en total, separadas por bloques. En cada cama se sembraron 56 semillas de rábano, las cuales 30 plantas fueron destinadas para muestreos. El sistema de riego implementado fue tan solo con mangueras, regando 5 días por semana, el manejo de la maleza fue manual y semanal; cada 15 días se aplicaba el bocashi a los diferentes tratamientos según su grado de fertilización.

Fertilización

La fertilización se realizó con bocashi cada 15 días, teniendo en cuenta que 700 gr correspondió al cien por ciento (100%) de fertilización, y a partir de este se calcularon las demás concentraciones.

Muestreo

Mediante muestreos de arvenses (sistema cuadrado de 1x1mt), que se llevaron a cabo semanalmente, se observaron dos especies de arvenses que sobresalían; *llantén* y *Gualola* a las cuales se les hace el respectivo análisis fisiológico de crecimiento, al igual que al cultivo de rábano, con el fin de comparar la respuesta del cultivo del rábano ante la presencia de estas arvenses. Este análisis se llevó a cabo con 2 (dos) muestras semanales (2 plantas por cama), en donde se determinó biomasa con horno

de secado y área foliar mediante la relación de peso (medidas directas). Por medio de cálculos matemáticos se obtienen las medidas indirectas tales como: TCC, TAN, IAF, TCR.

Análisis a Realizar

A las medidas directas se aplicó el diseño estadístico de bloques completamente al azar, para así analizar la correlación y significancia entre las variables biomasa, área foliar y tiempo, teniendo en cuenta los tratamientos; mediante este análisis se determinara cuál de los tratamientos obtuvo mejores resultados.

RESULTADOS

Área foliar y biomasa

El área foliar del rábano y de las arvenses gualola y llantén presentaron valores hasta de 1.600 cm², valor registrado en el cultivo de rábano limpio al 50 % de fertilización a los 60 dds (T5) Los valores del área foliar del cultivo fueron superiores a las de las arvenses desde los 32 dds independiente de los tratamiento, con el menor valor en cultivo sin fertilización con arvenses (T1) (figura 1).

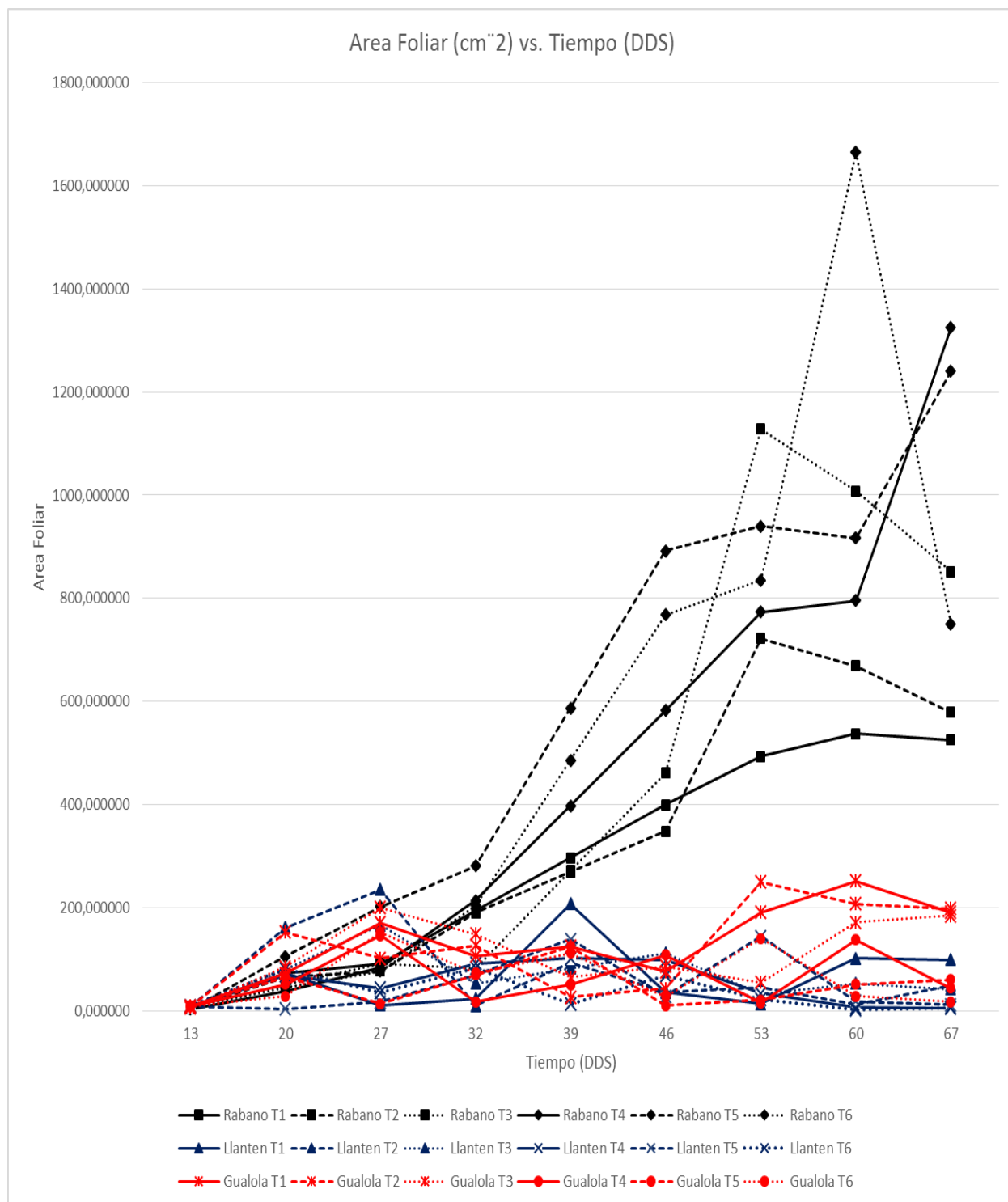


Figura 1. Área foliar del cultivo del rábano vs arvenses gualola y llantén con niveles de fertilización y de manejo de arvenses. Rábano T1: con arvense (0% fertilización), Rábano T2: con arvense (50% fertilización), Rábano T3 con arvense(100% fertilización), T4, T5 y T6 con el mismo nivel respectivo pero cultivo limpio.

La biomasa del rábano y de las arvenses como la gualola y el llantén, presentaron valores máximos de 12 gramos en el (T1), donde a los 39 DDS fue cuando repunto el rábano en tanto a biomasa sobre las arvenses debido al rápido crecimiento de las arvenses vs el rábano más lento, el menor valor en Ttos fue el de (T3) con 4 gr. (Figura 2)

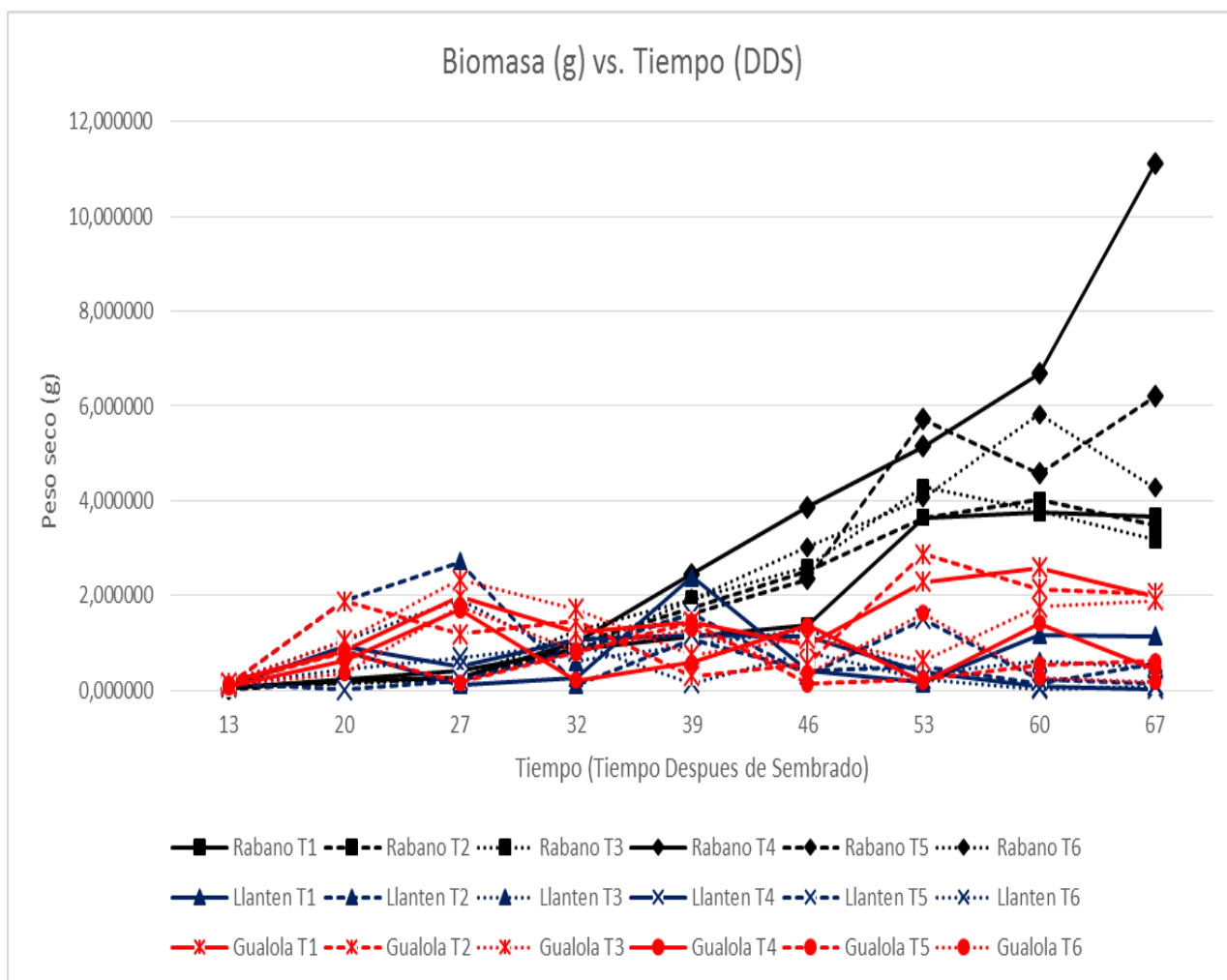
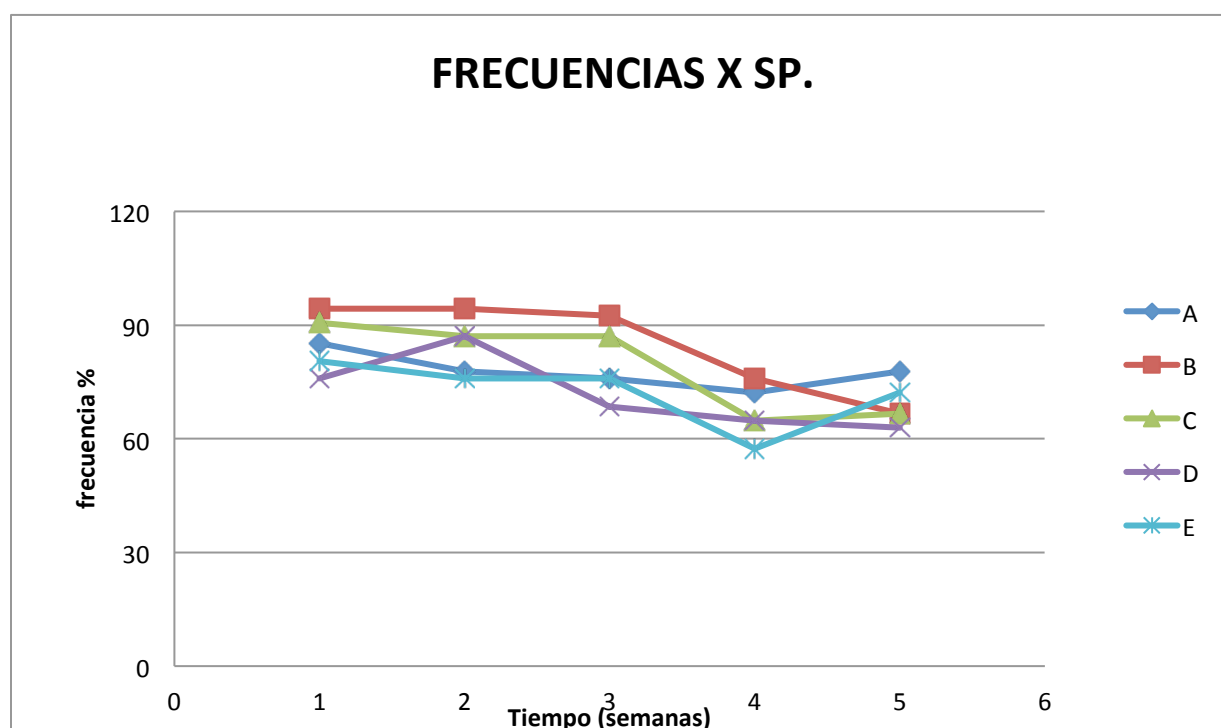


Figura 2: Biomasa (gr) vs Tiempo (DDS), en los Ttos de rabano y arvenses (gualola y llantén) con diferentes manejo y dependientes del nivel de fertilización. Rábano T1: con arvense (0% fertilización), Rábano T2: con arvense (50% fertilización), Rábano T3 con arvense (100% fertilización), T4, T5 y T6 con el mismo nivel de fertilización respectivo pero cultivo limpio.

Evaluación de la especies de arvenses en tanto a Densidad cobertura y frecuencia

En los muestreos se encontraron las siguientes especies predominantes en la unidad experimental: *Polygonum nepalense* (A), *Plantago media* (B), *Oxalis oregana* (C), *Galinsoga parviflora* (D) y *Nasturtium officinale* (E), en las cuales se realizó una análisis de los resultados del muestro, para evaluar frecuencia, cobertura y densidad. Todo ello con el fin de ver su comportamiento, distribución y reacción ante la competencia con el cultivar y los niveles de frecuencia.



Figuraa 3: Frecuencias de las especies de arvenses presentadas en los muestreos realizados en la unidad experimental vs el tiempo en semanas.

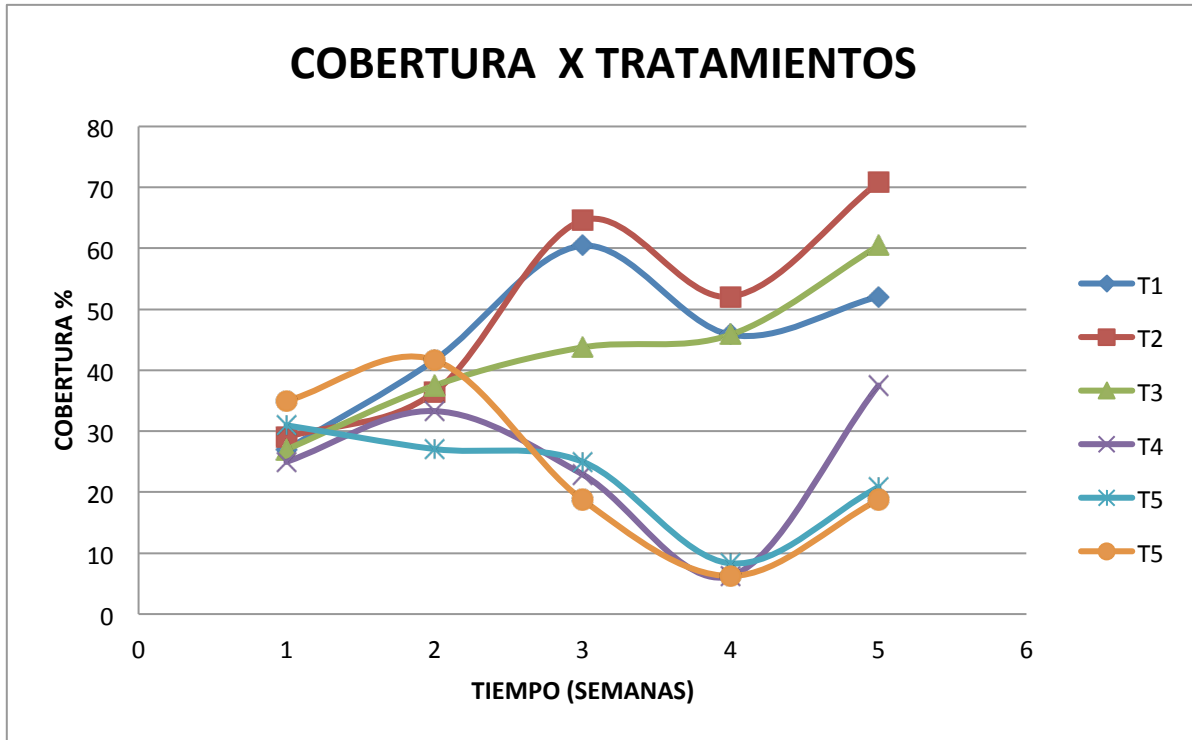


Figura 4: Cobertura de las especies de arvenses presentadas en los diferentes tratamientos (T1 a T6) vs el tiempo medido en semanas

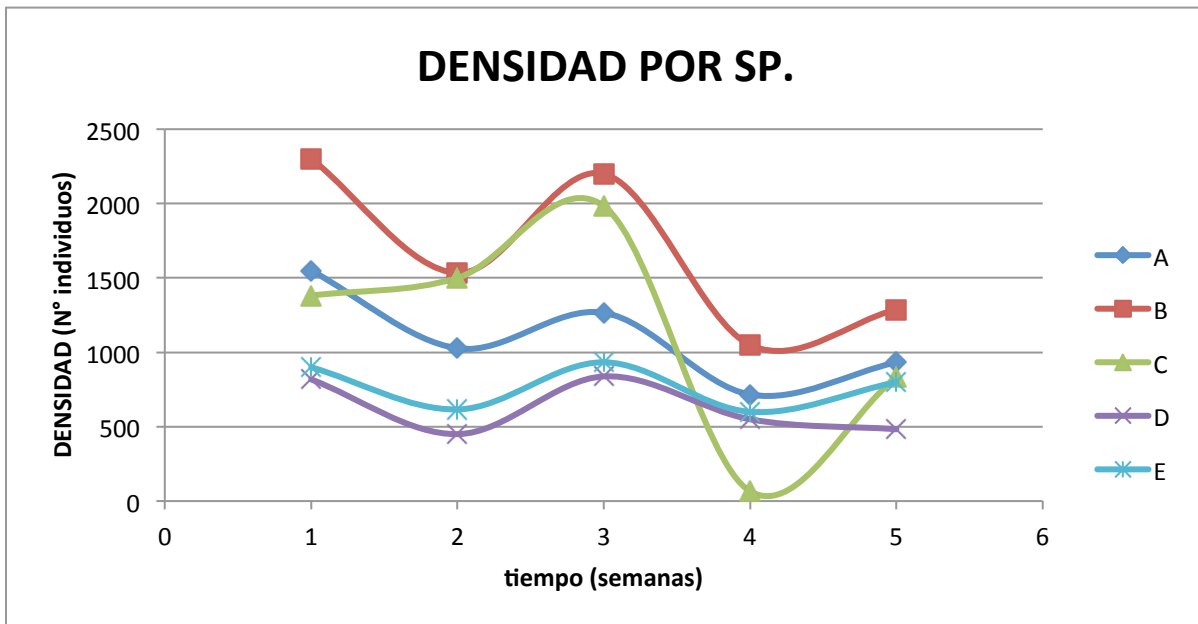


Figura 5: Densidad presentada en los diferentes tratamientos (T1 a T6) en la unidad experimental vs el tiempo medido en semanas

Parámetros fisiológicos dependientes de las variables directas (Área Foliar y Biomasa).

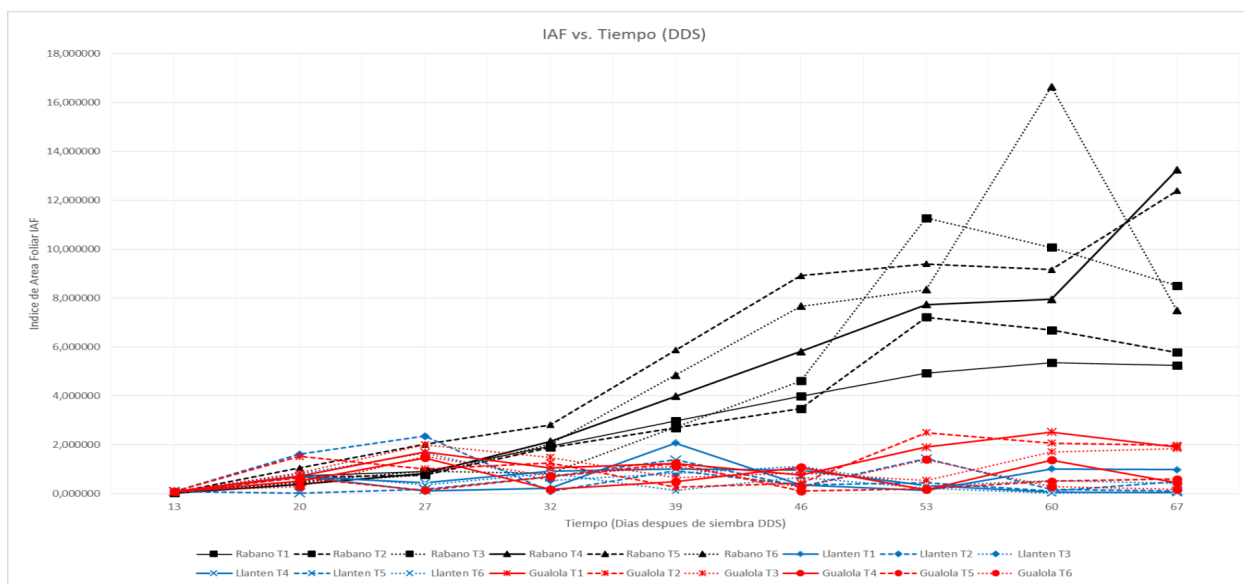


Figura 6: Índice de Área Foliar vs tiempo (días después de siembra)

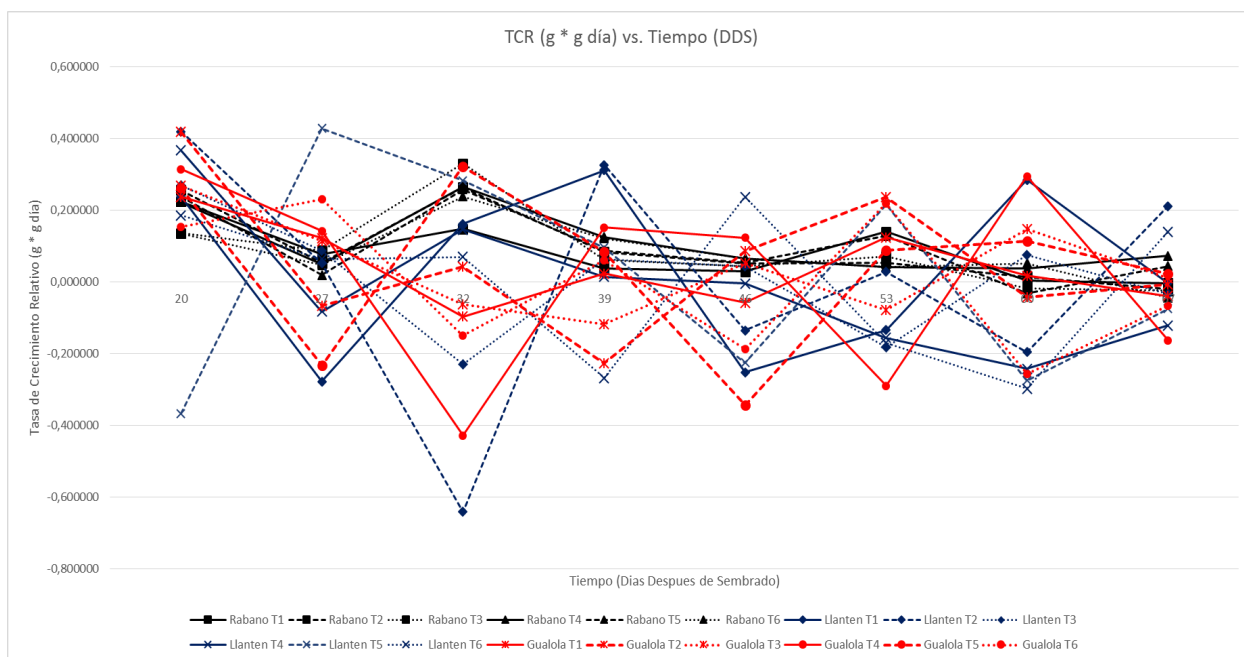


Figura 7: Tasa de crecimiento relativo, medida en gramos por gramos día, (variable dependiente) vs tiempo en días después de siembra (variable independiente)

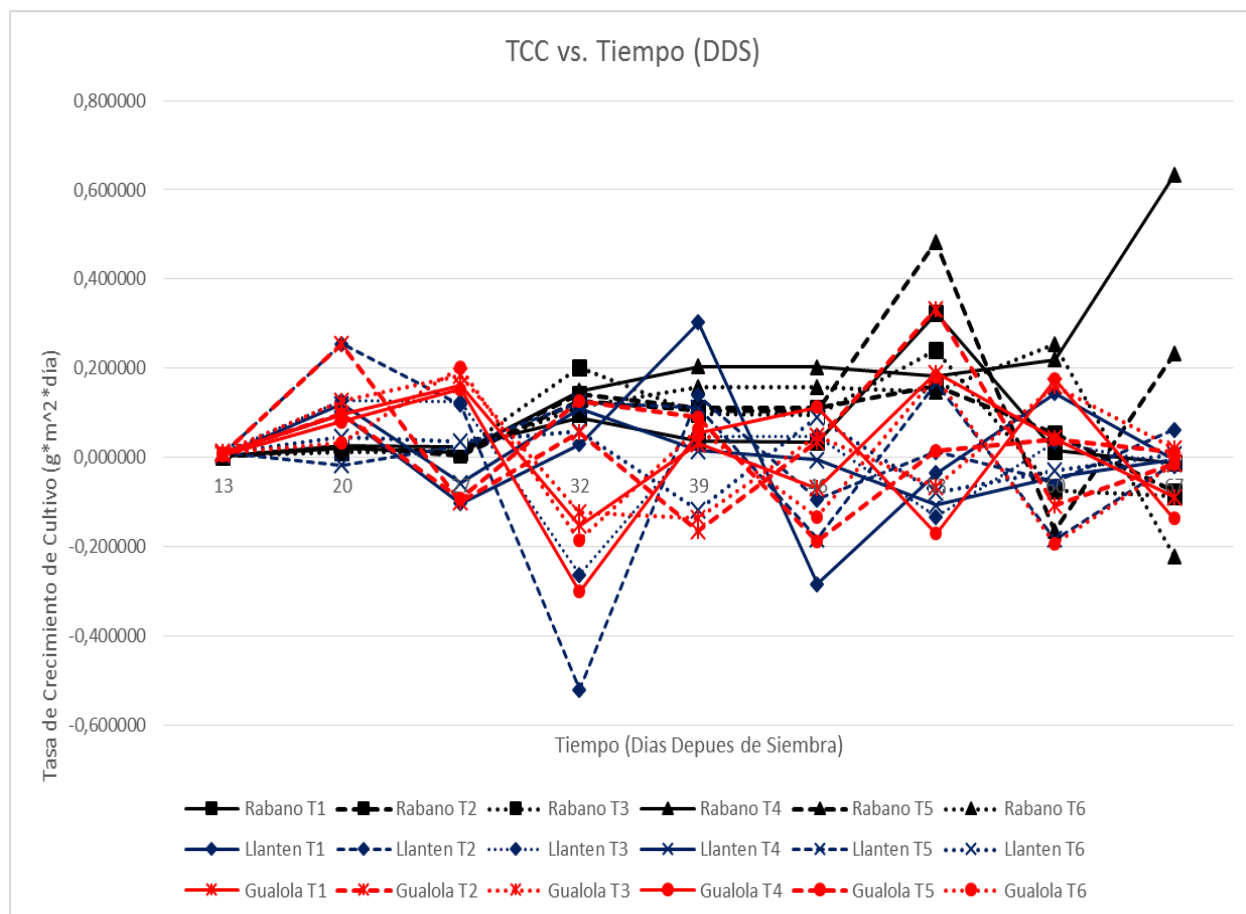


Figura 8: Tasa de crecimiento del cultivo, medida en gramos por metro cuadrado por día, vs tiempo en días después de siembra

Resultados Estadística (ANOVA)

Biomasa

El anova para Biomasa no arrojó diferencias significativas entre tratamientos (P-valor < 0.001), la prueba de Tukey registra que no hay diferencias significativas entre los tratamientos, esto en ambas semanas (2 y 9 de estudio) todo esto se muestra en la tabla 1.

Variable	Probabilidad A	Probabilidad B	Tto	Diferencia
Biomasa (gr/planta)	P-valor=0,71	P-valor =0,22	T3	A
			T2	A
			T6	A
			T4	A
			T5	A
			T1	A

Tabla 2: Ttos con la misma letra no presentan diferencias significativas

Área Foliar

El anova para Área Foliar no arrojo diferencias significativas entre tratamientos (P-valor < 0.001), en la prueba de Tukey se registra que no hay diferencias significativas entre los todos los Tratamientos, esto ocurre en ambas semanas estudiadas (2 y 9), como se muestra en la Tabla 2.

Variable	Probabilidad A	Probabilidad B	Ttos	Diferencia
Área Foliar	P-valor= 0,42	P-valor =0,34	T4	A
			T6	A
			T3	A
			T2	A
			T1	A
			T5	A

Tabla 3: Ttos con la misma letra no presentan diferencias significativas

DISCUSION

Área foliar

Se observan continuo crecimiento del área foliar estándar que se maneja en la totalidad de los cultivos ascendente con un desarrollo mayor del rábano y como la maleza Gualola a los 27 dds comienza a mostrar mayor desarrollo que el llantén el cual tiene etapas de crecimiento y posterior decaimiento por el sombreamiento que se genera al cubrirlo con las dos plantas presentes (rábano y Gualola).

El manejo de la fertilización comienza a influir en el crecimiento de las planta alcanzando un rango en el rábano de 700 a 800 cm² y haciendo notaria la dominancia de Gualola como arvense dominante acelerado su proceso de crecimiento. Observamos el desarrollo mayor del rábano a los 53 dds lo que muestra que la fertilización acelera el proceso de formación de hojas incrementado AF en menos días con relación a los tratamiento de 0% de fertilización.

El aumento de la fertilización acelera el proceso de crecimiento del rábano y de igual manera su cantidad de área foliar el desarrollo de AF es mayor en el rábano de dependiendo de los niveles de fertilización como observamos alcanzando un AF entre los rangos de 1000 y 1200 cm² a los 53dds que a comparación de los tratamientos de 0% y 50% es mucho mayor en los 53 dds . Así también lo detallan Gomez y Sarmiento en donde los tratamientos presentan unos valores de área foliar crecientes en función de la dosis aplicada, mostrando que el tratamiento que da mejor resultado es el correspondiente al compost propio al 100% (alcanzando en el último muestreo valores de 222,67 cm²)(10). El rábano obtiene su pico de crecimiento de AF a partir de los 60 y 67 dds con aumento total entre 1200 y 1400 cm². AF mayor a los 60 dds con optima utilización de la fertilización y notorio alargamiento del ciclo de crecimiento.

Biomasa

La biomasa juega un papel importante en el análisis de las tasas de crecimiento del cultivo ya que de esta depende el análisis del comportamiento del crecimiento de la planta y su estado fenológico. Se desarrolla un continuo incremento en la biomasa del rábano de acuerdo a su estadio fenológico alcanzando un máximo de 3.67g a los 60 dds.

La aplicación de fertilizante en la influencia de la biomasa es notoria al 50% de fertilización ya que a los 60 dds la planta de rábano alcanza un peso de 4gr e igual manera se incrementa el peso de Gualola y disminuye el llantén. El aumento en el porcentaje de fertilización es reflejado de nuevo en el desarrollo del cultivo de rábano superando a los 53 dds los 4gr. En los tres tratamientos de cultivo limpio (T4, T5, T6) el aumento de la biomasa del rábano es notoria por consecuencia del control de arvenses y se incrementa a un más dependiendo de los niveles de fertilización manejados llevándolo a un incremento 6gr entre los 53 y 67 dds días más influyente en los datos obtenidos para los tratamientos limpios en los cuales se comienza a engrosar la raíz. Los valores mas altos alcanzados fue por el tratamiento 6 a 100% de fertilización. De igual manera para la investigación Gómez y Pérez los tratamientos presentan valores más elevados y valor máximo significativo para la concentración 100%(10).

Densidad, cobertura y frecuencia de arvenses

Las densidades y coberturas fueron afectadas por semanas en las cuales no se realizó el deshierbe en los tratamientos 4, 5 y 6. Por lo cual se observa que posterior a la semana 4 incrementa tanto la densidad como la cobertura, puesto que durante días previos no se realizó el deshierbe necesario. Igual mente la competencia entre estas mismas

A (*Polygonum nepalense*) Y B (*Plantago media*), fueron las especies que más se mantuvieron en el cultivo de rábano, aun a pesar del deshierbe realizado semanalmente, aunque especies como la c, llegaron a densidades altas, disminuyeron no solo por la acción mecánica de deshierbe, sino que también por la competencia generada entre arvenses y el rábano.

Polygonum nepalense mostro ser altamente competitiva, respecto a la luz, durante el desarrollo el cultivo se observó que esta especie tuvo un alto crecimiento en su tallo, en búsqueda de la radiación solar. Los valores que disminuyen en las semanas 2 y 4 se dan. Debido a las labores de deshierbe realizados.

Todas las arvenses tuvieron una frecuencia superior al 55%, en donde se destaca que la especie *Plantago media* _ obtuvo valores más altos que las demás arvenses. Seguido por *Oxalis oregana* la cual hasta la semana 3 logro tener un gran número de individuos y se presentó en casi todas las camas del cultivo del rábano.

En las primeras semanas del cultivo, cada tratamiento tuvo valores similares respecto a la cobertura de las arvenses, a partir de la semana 2, de observa que los tratamiento 1, 2 y 3 incrementaron la cobertura de arvenses, esto dado por que los tratamientos son de cultivo vs arvense. El T2 es el cual más se destaca, teniendo valores de 70.83% de cobertura seguido por el T3 y T1.

Los tratamientos 4, 5 y 6 tuvieron una cobertura de arvenses similares con valores cercanos al 6%, en donde se detalla que estos tratamientos eran trataos con deshierbes manuales, con lo cual se intentó controlar la población de arvenses.

Parámetros fisiológicos

Basados en el AF y la biomasa con respecto al tiempo medidas directas se calcularon para el experimento algunas medidas derivadas. Mediante el empleo del método clásico, basado en las fórmulas para valores promedios propuestos por Watson (1952), Yoshida (1972) y Hunt (1978) se pueden calcular índices de crecimiento.

En este experimento se calcularon índice de área foliar IAF tasa de crecimiento del cultivo TCC tasa de crecimiento relativo TCR y tasa de asimilación neta para cada uno de los 6 tratamientos al 0%,50%y100% de fertilización con el control de arvenses respectivo.

Índice de Área Foliar (IAF)

Corresponde al área foliar de la planta sobre el área foliar del suelo que ocupa (11). El IAF óptimo se define como aquel que soporta la máxima tasa de crecimiento de materia seca y se consigue cuando un cultivo intercepta virtualmente toda la radiación fotosintéticamente activa disponible (9).

Manejando en el cultivo de rábano un valor de 3,4, el cual se considera ideal para una planta tipo C3 y para el IAF del cultivo que se mantuvo constante versus las arvenses que son variantes dependiendo el Tto.

Estos resultados coinciden con Gardner (9), Cebula y Jolliffe y Gaye (11), quienes indican que un IAF entre 3 y 4 están en un rango óptimo entre densidad y biomasa, De igual manera se observa en el engrosamiento de la raíz del rábano en el cual el incremento del área foliar de la planta fue bastante y frente a la competencia su incremento por la búsqueda de la luz.

La competencia por la luz en el desarrollo del cultivo con lleva al aumento IAF en cada una de las planta pero se observaron como el rábano es la planta que utiliza los foto asimilados de mejor manera en este tratamiento y se denota la competencia centrada entre arvenses. El crecimiento esencial se genera entre los 46 y 60 dds donde se empieza a engrosar la raíz. El incremento de la fertilización para este estudio lleva a el rábano a un exceso de crecimiento en hojas y posteriormente no en gruesa la raíz, al generar más hojas el rábano genera gran sombreamiento lo que genera un control natural contra las arvenses.

La fertilización al 50 % (tratamiento 2) incrementa la capacidad de las plantas para competir entre sí lo que genera un mayor crecimiento del IAF para la captura de foto asimilados a un sobrepasando el óptimo que se denota por el rábano.

El IAF para los tratamientos de fertilización de 50% y 100% generan un gran crecimiento entre los 53 y 67 dds aumentando el tamaño de la raíz pero de igual manera entrando en un desarrollo sobrepasado del área folia se menciona “mucha hoja poca raíz”

Tasa de crecimiento del cultivo

Mide los incrementos de biomasa seca de varias plantas por unidad de área de suelo en una unidad de tiempo (11).

En el experimento el desarrollo de la TCC varía de acuerdo a la competencia que se llevó a cabo entre cada una de las arvenses y el cultivo. Se resalta que la Gualola por su desarrollo fisiológico genero gran impacto en la arvense rastrera llantén de tal manera que se descartó el llantén como arvense dominante inicialmente establecido en el experimento.

Se observa un incremento entre los 46 y 60 dds en el rábano donde comienza su proceso de engrosamiento de la raíz la caída drástica del llantén a los 39 días se debe al sombreado y cubrimiento del rábano y la Gualola.

Se observa un desarrollo de la Gualola a los 53 días observación obtenida de la aplicación del fertilizante lo que demuestra que el rábano tiene mayor desarrollo a pesar de bajos contenidos de nitrógeno al aumentar el nitrógeno las malezas dominaron en cierto modo la TCC el decaimiento a los 32 dds del llantén se debe a la baja tolerancia al sombreado y la alta competitividad que mostraron el rábano y Gualola en ese instante.

El aumento de fertilización al 100% aumento la competitividad y de igual manera acelero el crecimiento del cultivo en total a los 46 dds el crecimiento entre arvenses es

similar a un con dominancia del rábano este posteriormente haciende para los 53 dds generando en las arvenses un decaimiento a los 60dds ciclo de producción del rábano cumplido este disminuye lo que le permite a las arvenses aumentar de nuevo su crecimiento.

El control de arvenses hace que el rábano genere un mayor crecimiento como cultivo manteniendo un crecimiento constante entre los 39dds a 53dds el control de arvenses genera que su TCC se tan variable. A los 53 dds el TCC con relación del rábano sufre un aumento drástico y luego decae para terminar su ciclo de crecimiento.

Tasa de crecimiento relativo

La TCR representa la capacidad de la planta para producir material vegetal nuevo teniendo base en la fotosíntesis y en la respiración. Expresa el aumento de peso seco en la planta por gramo de peso total alcanzado por unidad de tiempo.

En el presente experimento la TCR varió en medida del tiempo de una manera diferente para cada tratamiento y cada arvense, siendo las arvenses las que tienen más variabilidad en el experimento, en especial en el llantén, el cual denota cambios bruscos en su TCR, esto debido a la competencia entre el cultivo y la otra arvense.

En el tratamiento 1 se observa que la TCR tuvo variabilidad en el tiempo, inician con una disminución en la primera semana, en la que las plantas tanto arvenses como cultivo son pequeñas y están gastando sus reservas endospermicas, en este periodo las plantas gastan bastante energía por lo cual se aumenta la respiración de crecimiento para desarrollar hojas verdaderas que puedan fotosintetizar, en esta época las fuentes de las plantas son el endospermo de las semillas y las primeras raíces de las plantas siendo las hojas cotiledonales los vertederos (9). A lo largo del tiempo se presentan semanas en las que suben y otras en las que bajan los valores de la TCR, esto debido a la competencia entre las tres plantas, el rábano se mantiene en continua competencia con la arvense Gualola mientras que el llantén solo tiene altos valores de TCR entre la semana 27 y 32 y 53, estando el resto del tiempo con valores muy bajos,

esto por la competencia por luz, pues el llantén es competidor por nutrientes y esto se denota en sus grandes raíces, pero su área foliar no le permite competir por la luz ante el cultivo y más aún ante la Gualola la cual no compite mucho por nutrientes pero sí bastante por luz, los picos altos del llantén se daban en las semanas en que había mayor incidencia solar, a pesar de que tenía sombreado de la Gualola y del cultivo.

Al aumentar la fertilización al 50% (tratamiento 2) también aumentaron los valores de TCR para las tres plantas, en especial para las arvenses, esto debido a que el bocashi es buen fijador de nitrógeno, lo cual es más apetecido por las arvenses

Al tener el 100% de fertilización (tratamiento 3) (700 g/m^2) no se obtiene el mismo rendimiento que en T2 pero si mayor al T1. Entre la semana los días 27 y 39 se presenta una reacción del rábano completamente diferente al de las arvenses, el rábano llega a una cresta de $0.330052 \text{ g} \cdot \text{g día}$, mientras las arvenses llegan a valores entre -0.22 y -0.06 , esto probablemente debido a la fertilización, la competencia la gana el rábano en este tiempo debido a que compite por los nutrimentos en el suelo mientras que las arvenses compiten más por luz que por nutrientes.

La TCR fue mejor en el rábano en este tratamiento, ya que inicia con valores altos y va descendiendo gradualmente con el tiempo, lo cual indica que tuvo un crecimiento casi que optimo y fue baja la competencia con arvenses, pues a pesar de ser cultivo limpio siempre hay aparición de algunas arvenses, solo entre los días 32 y 39 y en la semana 7 se presenta un mayor crecimiento de la Gualola sobre el rábano, el llantén siempre se mantuvo bajo, al estar pequeño no es buen competidor y es afectado por el sombreado que le producía el rábano.

Con un 50% de fertilización (tratamiento 2) las arvenses tienen un mejor crecimiento que la del cultivo, esto por las cantidades de nitrógeno que es fijado, además cabe aclarar que el suelo es ácido y el bocashi aporta más nitrógeno, a lo cual la Gualola responde mejor, según el estudio del macerado de la planta se tiene que es más ácido el de la Gualola que el del rábano y llantén. El rábano asimila bien las fertilizaciones mostrando los picos en fechas en las que se fertilizó, los valores negativos de las

arvenses se deben a los desyerbes que se le realizaban al cultivo, encontrando en los muestreos plántulas muy pequeñas.

En este cultivo (tratamiento 6) se denota una gran variabilidad de las arvenses, esto por el control de estas mediante desyerbes manuales, el rábano tiene un crecimiento decreciente lo cual es normal pero sus bajos valores en comparación con los demás tratamientos se debió al sombreamiento que se presentaba en este tratamiento, sombreamiento por arboles cercanos al cultivo, en este caso se presenta competencia por luz por lo cual el llantén y Gualola asimilaban mejor antes de los desyerbes, cada pico negativo es muestra de los desyerbes realizados.

Tasa de asimilación neta (TAN):

Es una medida dependiente del peso seco y área foliar, lo cual está relacionado con fotosíntesis y respiración (11). Es la medida de la eficiencia de la planta o de un cultivo como un sistema asimilatorio, es decir, de ganancia neta de fotoasimilados por unidad de área foliar por unidad de tiempo

En los primeros estadios decrecimiento las plantas muestran una TAN mayor que va decreciendo con el tiempo, procesos en los que no hay como tal una ganancia neta de biomasa orgánica o es muy baja.

Con la mitad de la fertilización el rábano se mantiene, aun con valores bajos que llegan casi a cero a los 20 dds, pero que aumenta un poco y se mantiene hasta que disminuye finalmente a los 60 días en los que las hojas empiezan su periodo de senescencia.

según Pollock y Farrar (11) y Shibles (11), los máximos valores de TAN se alcanzan por las altas demandas de fotoasimilados que se presentan cuando un órgano como el fruto o las raíces, en el caso del rábano, inicia el proceso de llenado; igualmente, cuando el órgano alcanza su madurez, los valores de la TAN se reducen drásticamente

La ganancia neta de biomasa en arvenses es descendiente aumentando en los días 46 a 56 dds, y disminuyendo finalmente a los 60 dds, en el rábano inicia bajo, aumenta a los 27 dds y vuelve a tener una tendencia descendente. En las arvenses se disminuyen en los periodos en los que por escases de nutrimentos en el suelo o por condiciones climáticas no hay ganancia neta de fotoasimilados, y por el contrario se elevan en las fechas posteriores a la fertilización, esto debido a que al encontrar mayor nutrimentos en el suelo generaban mayor biomasa, tal es el caso de Gualola que en los picos altos genero mayor biomasa y esto para poder captar más luz (competencia por luz).

En el cultivo limpio hay una variabilidad en la tasa de asimilación neta de las arvenses, teniendo picos alto seguidos de valles y esto debido al control de arvenses que se hacía, en los picos las arvenses tienen una mayor TAN debido a que están pequeñas y tienen alta su respiración de mantenimiento mientras que en el rábano al no controlarlo sino dejarlo que continúe su ciclo de vida normal muestra una curva descendente normal, la maleza más competitiva en los 6 tratamientos fue la Gualola, ya que no tiene mucha generación de raíces, por lo cual se deduce que no compite mucho por nutrientes pero si por luz, los picos que alcanzo la arvense se debían a la generación de biomasa, crecía para lograr capturar luz y al crecer y desarrollar más área foliar producía sombreamiento al cultivo y al llantén. Comparando resultados tanto en cultivo limpio como en cultivo vs maleza se observó la competencia de Gualola sobre la otra arvense, teniendo mayores valores en cultivo vs maleza, esta arvense demostró ser buena competidora en este tipo de suelo y en este cultivo, tiene una gran extracción de nitrógeno y fosforo del suelo con lo que desarrolla biomasa en corto tiempo.

CONCLUSIONES

Se puede observar que el tratamiento en el que mejor se desarrolló el área foliar fue T5 (cultivo limpio, al 50% de fertilización), y en los tratamientos cultivo vs maleza, no hubo una reducción significativa del área foliar, en cambio el cultivo si alcanzo a inhibir el desarrollo de *polygonum nepalense* y *Plantago major*, evidenciando la capacidad del rábano para competir con estas arvenses por luz.

El desarrollo de IAF fue positivo dependiendo de los niveles de fertilización que se manejaron, donde el mayor valor (1600cm^2) se obtuvo en el tratamiento T5 a 50% de fertilización limpio de arvenses. dependiendo de la influencia nula de las arvenses y del aprovechamiento de la fertilización sin exceso como se denoto en T6 A 100% de fertilización

La tasa de crecimiento relativo del rábano TCR, no sufrió un impacto significativo en ninguno de los estadios de la planta, y su TCR solo se redujo en los momentos en que la gualola alcanzó su máximo rendimiento (0,30) en T3, y el tratamiento en el que más incidió fue en el T2 (0,20).

En el desarrollo de la tasa de crecimiento del cultivo, se evidencio una reducción en el crecimiento de los T1 (0% fertilización con maleza) y T2 (50% fertilización con maleza) todo esto debido a la competencia presentada por el cultivar y las arvenses.

El cultivo, mantuvo una tasa de asimilación constante, con rango comprendido entre - 0,000193 y 0,00232, sin variaciones significativas. Mostrando un impacto a los 32 dds en el T3 (100% de fertilización con maleza) con un valor 0,002328 posiblemente por el porcentaje de fertilización, facilitando así la competencia del cultivo por luz, en contra de las arvenses.

El análisis estadístico (prueba de tukey) no registro diferencias significativas para variable biomasa y are foliar en la semana 9 (67 dds) pero se presentaron diferencias significativa para la biomasa entre tratamientos y bloques en la semana 6.

BLOGRAFIA

1. Casseres E.1980. Producción de hortalizas. Instituto interamericano de ciencias agrícolas. san jose, costa rica. 3 edición 272-275.
2. Montero S.M;B.K.singh y R. Taylor. 2006. Evaluación de seis estructuras de producción hidropónica diversificada en el trópico húmedo de costa rica. Tierra Tropical 2(1),27-37.
3. Thompson H.C. and W.C. Kelly. 1957. Vegetable Crops, McGraw-Hill Book Co., NY.

4. Akobundu, O. (1987). Weed Science in the tropics: Principles and Practices. John Wiley & Sons INC. Londres. 522 p
5. Fink A. 1988 fertilizantes y fertilización: fundamentos y métodos para la fertilización.1-5
6. Labrada R. y Parker C. 1994. Weed Control in the context of Integrated Pest Management. Weed Labrada R. y Parker C
7. (7)Poorter H. Y E. Garnier. 1996. Plant growth analysis:an evaluation of experimental design and computation methods J. Exp.bot.47(302),1343-1351.
8. Marin D. 1989. Análisis de crecimiento de *Cunavalia ensiformis* (L) DC. Bajo diferentes arreglos espaciales época y densidad de siembra.Rev.Fac.Agron.14,205-219)
9. Gardner, F., Pearce, R., Mitchell, R. 1985. Physiology of Crop Plants. Ames IA: Iowa State University Press.
10. Gómez Grande P, Pérez Sarmentero J. Efectos sobre el cultivo de Rábano rojo (*Raphanus sativus*, L) de tres fertilizantes orgánicos.VIII Congreso SEAE Murcia 2008.
11. Barrera Jaime, Suárez Diego, Melgarejo Luz Marina; análisis de crecimiento en plantas, Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de biología. Universidad Nacional de Colombia. 2004.