

# Dinámica del rebrote en pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias

## Regrowth dynamics of Insurgente grass (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) grazed at different allowances in the rainy season

Alfonso Hernández Garay<sup>a</sup>, Pedro Arturo Martínez Hernández<sup>b</sup>, Martín Mena Urbina<sup>a</sup>, Jorge Pérez Pérez<sup>a</sup>, Javier Francisco Enriquez Quiroz<sup>c</sup>

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio, fue describir el rebrote de insurgente cosechado por pastoreo a diferente asignación de hoja verde, en términos de la cantidad total y por componente de forraje e hijuelos, en un esquema de pastoreo rotacional con período fijo de descanso, en la época de lluvias, pastoreado a tres asignaciones: 3, 5 y 7 kg MS de hoja por 100 kg peso vivo<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. El diseño fue bloques al azar con tres repeticiones y la unidad experimental consistió en un potrero de 0.5 ha con dos vaquillas. El pastoreo fue rotacional con tres días de ocupación y 30 para rebrote. Se completaron cuatro ciclos de pastoreo. La menor asignación registró el mayor ( $P < 0.05$ ) grado de defoliación (68 %) y un patrón diferente de rebrote del insurgente, en comparación a las otras dos asignaciones que no mostraron diferencia ( $P > 0.05$ ) entre ellas en el grado de defoliación (49 %). Las tasas diarias de acumulación de peso fueron menores ( $P < 0.05$ ) en la asignación del 3 % en los primeros 15 días pero mayores ( $P < 0.05$ ) en los últimos 15 días del período de rebrote, en comparación a las otras dos asignaciones. Este diferente patrón de rebrote ocasionó que al final del mismo (30 días) no se registraran diferencias ( $P > 0.05$ ) entre asignaciones en biomasa aérea total y por componentes. Se concluyó que la dinámica del rebrote en el pasto insurgente varía con la intensidad de cosecha, y que esto permite que el grado de recuperación sea similar al final de un periodo de rebrote de 30 días en la época de lluvias.

**PALABRAS CLAVE:** *Brachiaria brizantha*, Asignación de forraje, Forraje presente, Tasa de acumulación, Rebrote.

### ABSTRACT

The objective of this study was to measure Insurgente grass regrowth (total forage, forage component and shoots) grazed at different green leaf allowances, by means of a rotational grazing scheme having fixed rest periods, in the rainy season. Forage was grazed under three different allowances: 3, 5 and 7 kg dry matter (leaf) per 100 kg live weight<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. Experimental design was a random complete block with three replications, and the experimental unit was 0.5 ha carrying two heifers. Grazing was rotational, consisting of a 3 day occupancy period and a 30 day regrowth interval. Four grazing cycles were completed. The smallest allowance ( $P < 0.05$ ) showed the highest defoliation rate (68 %) and a different regrowth pattern compared to the other two treatments, which didn't show ( $P > 0.05$ ) differences between them relative to the defoliation rate (49 %). Daily plant weight gain was smaller for the 3 % treatment in the first 15 days but higher in the last 15 days of the regrowth period, compared to the other two treatments. This different growth pattern was determinant in producing a non significant difference ( $P > 0.05$ ) between treatments in total aerial biomass and by each component. As a conclusion it can be considered that Insurgente grass regrowth rate varies in accordance to harvest intensity, a fact which allows a recuperation rate similar for all treatments at the end of a 30 day regrowth period in the rainy season.

**KEY WORDS:** *Brachiaria brizantha*, Forage allowance, Forage mass, Accumulation rate, Regrowth.

Recibido el 14 de septiembre de 2001 y aceptado para su publicación el 31 de octubre de 2001.

a Especialidad de Ganadería, IREGEP, Colegio de Postgraduados

b Programa de Posgrado en Producción Animal, Depto. de Zootecnia, Universidad A. Chapingo, Chapingo, México 56230. Tel: (595)2-1621; Fax (595) 4-6120. pedroarturo@correo.chapingo.mx Correspondencia y solicitud de separatas.

c Campo Experimental Papaloapan, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

La frecuencia e intensidad de cosecha son los dos componentes de toda estrategia de explotación de las plantas forrajeras, que determinan mayormente la producción y persistencia de las mismas<sup>(1)</sup>. El efecto de ambos componentes sobre la producción de forraje se asocia con el impacto de ellos sobre el balance entre las tasas de crecimiento y senescencia<sup>(2)</sup>. Así la variación en la producción de forraje encontrada al variar la severidad de cosecha por cambios en la carga animal, se explicó con base al impacto sobre la tasa neta (crecimiento menos senescencia) de acumulación de forraje durante el período de rebrote<sup>(3)</sup>.

Si bien la severidad de cosecha puede ser modificada con la carga animal, se ha sugerido que es mejor recurrir a conceptos de manejo que relacionan cuantitativamente la cantidad total o por componente, como hoja verde, con el peso vivo de los animales en pastoreo; uno de estos conceptos es el de asignación de forraje<sup>(4)</sup>.

Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Ex A. Rich, Stapf) es una forrajera con potencial para zonas tropicales, por lo que conocer y describir la respuesta de ésta a variaciones en la severidad de cosecha por pastoreo a diferente asignación, es una información necesaria para el diseño de estrategias de explotación de esta especie. Por ello, el objetivo del presente estudio, fue describir el rebrote de insurgente cosechado por pastoreo a diferente asignación de hoja verde, en términos de la cantidad total y por componente de forraje e hijuelos, en un esquema de pastoreo rotacional con período fijo de descanso, en la época de lluvias.

El estudio se realizó en el Campo Experimental Playa Vicente, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) localizado a 17° 19' N y 95° 45' O y 95 msnm. La precipitación media anual es de 1,978 mm, concentrándose el 85 % entre los meses de junio a diciembre, y temperatura media anual de 26.8 °C<sup>(5)</sup>. El suelo en el sitio experimental es arcillo-arenoso, con pH de 5.2, de mediana a baja fertilidad y con pendientes moderadas.

En una pradera de insurgente de cuatro años de haber sido establecida, se aplicaron tres tratamientos

Harvest frequency and intensity are the two main components of every utilization strategy for forage plants and which determine their production and persistence<sup>(1)</sup>. The effects of both factors on forage production is associated to their impact on the equilibrium between growth rates and aging<sup>(2)</sup>. Therefore changes found in forage production in answer to harvest intensity owing to adjustments in the stocking rate, can be explained through the impact on the net forage accumulation rate (growth minus aging) in the regrowth period<sup>(3)</sup>.

If harvest intensity can be modified through the stocking rate, it has been suggested that it is best to resort to management concepts which quantitatively relate biomass, expressed as green leaves, either total or by component, with grazing animals' live weight. One of these concepts is forage allowance<sup>(4)</sup>.

Insurgente grass (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) is a forage with great potential for the tropics, and owing to this fact, the response to changes in harvest intensity due to grazing at different allowances constitutes an essential data to be able to draw up different strategies for the exploitation of this species. That is why the objective of the present paper is to describe the regrowth of Insurgente grass grazed at different green leaf allowances, in total quantity and for each of its components including shoots under a rotational grazing scheme having a fixed rest period in the rainy season.

This experiment was carried out at INIFAP's Playa Vicente Experimental Station in Veracruz State, Mexico (Lat 17° 19' N, Long 95° 45' W, with an altitude of 95 m above sea level). Annual rainfall averages 1,978 mm, of which 85 % fall between June and December and the mean annual temperature is 26.8 °C<sup>(5)</sup>. Soil is a sandy clay with a 5.2 pH of low to medium fertility and showing a moderate slope.

A four year old pasture of Insurgente grass was used for this study. Three treatments consisting of three different dry matter green leaf daily allowances (3, 5, and 7 kg \* 100 kg<sup>-1</sup> live weight) were applied. These allowances will be referred as 3%, 5% and

consistentes en tres asignaciones diarias de hoja verde en base seca: 3, 5 y 7 kg de hoja verde 100 kg PV<sup>-1</sup>. Estas asignaciones serán referidas posteriormente como 3, 5 y 7 %, respectivamente. El diseño fue de bloques al azar con tres repeticiones, el bloqueo fue por pendiente del terreno. La unidad experimental fue un potrero de insurgente de 0.5 ha.

El esquema del pastoreo fue rotacional con tres días de ocupación y 30 de descanso. Cada potrero mantuvo en pastoreo las mismas dos vaquillas durante los 123 días que duró la fase experimental de campo (entre los meses de agosto a noviembre). En este intervalo se efectuaron cuatro ciclos de pastoreo. La superficie de la franja en cada momento de ocupación se determinó con base a la estimación de biomasa de hoja verde de insurgente presente, el peso vivo más reciente de las vaquillas, el tiempo de ocupación (tres días) y la asignación correspondiente.

Las 18 vaquillas empleadas eran cruzadas de Indobrasil x Suizo Pardo o Indobrasil x Simental, con peso promedio inicial de 226 kg. Se formaron nueve grupos de dos vaquillas cada uno, procurando siempre que el peso entre los grupos fuera similar, luego, al azar, los grupos fueron distribuidos a los tratamientos y potreros. De las 1100 a las 1300 horas de cada día, las vaquillas eran retiradas de la franja en pastoreo para ofrecerles agua en un abrevadero. Las vaquillas fueron pesadas cada 28 días luego de iniciado el estudio, previo ayuno de 12 h. La cantidad y composición del forraje presente se determinó en cada franja un día antes y después de cada período de ocupación de esa franja. Para la determinación un día antes, primero se definía la superficie probable que tendría la franja, para ello, en la primera franja del primer ciclo de pastoreo, se recurrió a registros de rendimiento de forraje obtenidos con anterioridad en igual época del año y en el mismo campo experimental, para las siguientes franjas y ciclos se recurrió al registro de cantidad de forraje previo inmediato. Una vez estimada la superficie probable de la franja, se trazaba un transecto sobre el que se ubicó en cuatro ocasiones un cuadro de 0.5 m por lado, se cortó a ras del suelo todo el forraje presente dentro de cada cuadro, se juntó el forraje de los cuatro cuadros

7% from now on. The experimental design was a randomized complete block with three replications, taking into account the slope. The experimental unit was a 0.5 ha paddock of Insurgente grass pasture.

The grazing pattern was a rotation of 3 days of grazing followed by a 30 day rest period to allow regrowth. Each paddock was grazed by the same two heifers for the 123 days of this experiment from August through November. Four complete grazing cycles were completed in this timeframe. The area of each grazing plot was determined by an estimate of Insurgente green leaf biomass, the heifer's weight, the time of occupancy and the corresponding allowance.

The 18 heifers assigned to this experiment were either crosses of Indobrasil x Brown Swiss or Indobrasil x Simmenthal, with an average of 226 kg initial live weight. Nine groups of two heifers each were formed, taking care that all different group's weight were similar. They were distributed at random to the different treatments and paddocks. From 1100 till 1300. the heifers were taken away from the grazing plots and watered in a water trough. The animals were weighted every 28 days after a 12 hour fasting period. Quantity and quality of each plot's forage was verified one day before and one day after the plot's grazing period. For the day before determination, a possible grazing area was first defined. To that end, in the first strip of the first grazing cycle, forage yield records obtained previously at the Playa Vicente Experimental Station for the timeframe under consideration were used. In the following strips, data collected in the previous strip was used. Once the plot's area was calculated, a transect was plotted over which a square having a 0.5 m side was placed four times and all the forage inside each square was razed at ground level. The forage gathered from the four squares was put together and weighted. From the weighted forage a sample of not less than 0.250 kg was taken out and divided in leaves, stems and dead material and weighted separately after being dried at 100 °C for 10 hours. With this data, the green leaf quantity which helped define the grazing strip for each occupancy period was determined. For the day after

y se registró el peso total. Del forraje ya pesado se tomó una muestra no menor a 250 g, para separarla en hoja, tallo y material muerto de insurgente, se pesó cada componente luego de un secado a 100 °C por 10 h. Con esta información se determinó la cantidad de hoja verde que sirvió para determinar la superficie de la franja en cada período de ocupación. Para la determinación al día después de terminado el periodo de ocupación se siguió el mismo procedimiento, con la precaución de colocar los cuadros próximos pero nunca en el mismo lugar donde se habían colocado los cuadros para la determinación de un día antes del periodo de ocupación en cuestión. Con la cantidad de hoja al inicio y final del pastoreo se estimó el grado de defoliación en cada periodo de ocupación y se expresó como porcentaje.

En el rebrote del cuarto ciclo de pastoreo (noviembre) se agregó una determinación de forraje presente a los 15 días de terminado el periodo de ocupación, bajo el mismo procedimiento que para las determinaciones de un día antes y después del periodo de ocupación. Con las tres determinaciones para una misma franja se determinó la tasa diaria de acumulación para forraje total y por componentes<sup>(6)</sup>, además se calculó el aporte de cada componente en cada ocasión.

La cantidad de forraje presente al inicio del periodo de ocupación se analizó para cada ciclo en forma independiente, pero usando la cantidad de forraje presente del primer ciclo como covariable<sup>(7)</sup>, ya que para el primer ciclo de pastoreo no existía efecto de asignación y para asegurar que no hubiese una diferente masa de forraje entre los potreros al iniciar el experimento. Se usó el promedio de forraje presente de cada una de las franjas dentro de cada uno de los ciclos. El aporte de los componentes (hoja, tallo y material muerto), razón hoja:tallo, y grado de defoliación se analizaron bajo un arreglo en parcelas divididas<sup>(7)</sup> considerando como parcela mayor la asignación y la menor el ciclo de pastoreo. Las tasas diarias de acumulación se analizaron en forma independiente para los primeros y últimos quince días del período de rebrote, así como para el promedio de los 30 días del período de rebrote. También se analizaron en forma independiente los

determinación, the same procedure was followed, taking the precaution of setting the squares near to but not in the same place as for the day before determination. With the amounts of leaf before and after grazing, the defoliation rate for each occupancy period was calculated and expressed as a percentage.

In the fourth regrowth cycle (November) a determination of existing forage 15 days after the grazing period was included. The same procedure described before was put in practice. With these three values for the same strip, the daily forage accumulation was calculated for each component<sup>(6)</sup> and for the whole plant. Also, each component's contribution was estimated every time.

The amount of forage available at the beginning of each occupancy period was analyzed for each cycle independently, but taking into account the amount of available forage in the first cycle as a covariable<sup>(7)</sup>, owing to the fact that no allowance effect was present at the first cycle and to ensure that no difference existed in forage mass between paddocks at the beginning of the test. Average existing forage in each strip for each cycle was used. The contribution of each component (leaf, stem and dead material), the leaf/stem ratio and the defoliation rate were analyzed through an arrangement of divided plots<sup>(7)</sup>, considering the bigger plot as the allowance and the smaller as the grazing cycle. Daily accumulation rates were studied independently for the first 15 and the last 15 days of the regrowth period, as well as for all the 30 day regrowth period. Also the contributions of each component to forage production were analyzed at day 1, 15 and 30 of the regrowth period. Defoliation rate, was expressed as a percentage. No transformation was necessary for calculation of variance because values fell within the 30 – 70<sup>(7)</sup> interval. Tukey's method was used to compare averages<sup>(7)</sup>.

The amount of total available forage at the beginning of the first occupancy period had no effect ( $P > 0.05$ ) on this variable in the remaining cycles, so no adjustments were necessary. In none of the three cycles (2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup>) significant differences ( $P > 0.05$ ) due to forage allowances were found at the beginning of the occupancy period (Table 1).

aportes de cada componente al forraje presente a 1, 15 y 30 días de rebrote. El grado de defoliación, se expresó como porcentaje, para el análisis de varianza no se hizo transformación alguna ya que los valores quedaron dentro del intervalo de 30 a 70<sup>(7)</sup>. Para realizar las comparaciones entre medias, se utilizó el procedimiento de Tukey<sup>(7)</sup>.

La cantidad de forraje total presente al inicio del período de ocupación del primer ciclo no tuvo efecto ( $P > 0.05$ ) sobre esta variable en los otros ciclos, por lo que no fue necesario ningún ajuste. En ninguno de los tres ciclos (2º, 3º y 4º) analizados se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) por el nivel de asignación en la cantidad de forraje presente al inicio del período de ocupación (Cuadro 1). El promedio para las tres asignaciones a través de los tres ciclos fue de 9,934 kg ha<sup>-1</sup>, cantidad que indica el alto potencial de acumulación que muestra insurgente en la época del año con mayor precipitación. Castillo<sup>(8)</sup> menciona una cantidad promedio de forraje de insurgente luego de 35 días de rebrote de 3,848 kg MS ha<sup>-1</sup> en condiciones más limitantes de humedad y temperatura, en comparación a las condiciones del presente trabajo. Taylor y Tulloch<sup>(9)</sup> demostraron que una amplia precipitación es determinante del potencial de respuesta de las praderas en acumulación de forraje.

Los aportes iniciales (primer ciclo de pastoreo) al forraje presente al inicio del periodo de ocupación por cada uno de los componentes no mostraron

Average for the three allowances through the three cycles was 9,934 kg ha<sup>-1</sup>, amount which shows the high accumulation potential Insurgente grass has in the rainy season. Castillo<sup>(8)</sup> points out an average forage amount of 3,848 kg ha<sup>-1</sup>(dry matter) for a 35 day regrowth period, with less rainfall than in this study. Taylor and Tulloch <sup>(9)</sup> showed that rainfall is determinant for pasture forage accumulation response potential.

Initial contributions (first grazing cycle) of each component to the total forage amount available at the beginning of the occupancy period (1<sup>st</sup> cycle) showed no effect ( $P > 0.05$ ) on values registered in the following cycles, so no adjustments were found necessary. Contribution to total forage yield by each component was similar ( $P > 0.05$ ) for all allowances and showing no interaction between allowance level and grazing cycles. Stem and dead material contributions showed variation ( $P < 0.05$ ) only between grazing cycles (Table 2).

Leaf average contribution was 203 g kg<sup>-1</sup>. It is worth mentioning that even with the most restrictive allowance, no difference in leaf contribution to total forage production was observed. Stem contribution was nearly always double of that of leaves, except for the 4<sup>th</sup> cycle in which the lowest stem contribution (358 g kg<sup>-1</sup>) was observed and also the highest dead material (435 g kg<sup>-1</sup>). Environmental changes, such as photoperiod length and night temperature among others, could have influenced

Cuadro 1. Cantidad de forraje presente al inicio del período de ocupación en pasto insurgente pastoreado a diferente asignación de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>)

Table 1. Available forage at the beginning of the occupancy period for Insurgente grass grazed at different allowances (kg DM ha<sup>-1</sup>)

Grazing cycle	Forage allowance (kg leaf DM /100 kg <sup>-1</sup> LW day <sup>-1</sup> )			Pr>F	Variation coefficient (%)
	3	5	7		
2 <sup>nd</sup> (Sep)	10205	10514	11540	0.48	11.97
3 <sup>rd</sup> (Oct)	8593	10154	10557	0.38	16.63
4 <sup>th</sup> (Nov)	7286	9513	11043	0.12	18.44

DM = Dry matter; LW = Live weight.

efecto ( $P > 0.05$ ) sobre los valores registrados en los otros ciclos, por lo que no fue necesario ningún ajuste. El aporte al rendimiento total de forraje por cada uno de los componentes fue similar ( $P > 0.05$ ) entre las tres asignaciones, sin efecto de la interacción nivel de asignación ciclo de pastoreo. Los aportes de tallo y material muerto sólo mostraron variación ( $P < 0.05$ ) entre los ciclos de pastoreo (Cuadro 2).

El aporte promedio de hoja fue de 203 g kg<sup>-1</sup>, señalando que aún con la asignación más restringida, no se alcanzó a promover un mayor aporte de hoja al forraje total. El tallo, casi en todo momento aportó al forraje presente el doble con relación a la hoja, excepto en el cuarto ciclo de pastoreo donde se registró el menor aporte de tallo (358 g kg<sup>-1</sup>) y el máximo de material muerto (435 g kg<sup>-1</sup>). Las variaciones en las condiciones ambientales, como largo del fotoperíodo y temperaturas nocturnas entre

more major changes in stem and of dead material contribution than imposed allowances. The reduction of stem contribution can be associated to the beginning of the “Nortes” season at the end of the 3<sup>rd</sup> grazing cycle which is characterized by a high cloud cover, lower temperature and less photoperiod. The more restrictive allowance (3%) wasn't severe enough in harvest intensity to promote a higher leaf contribution. On the other hand, the highest allowance (7%) didn't promote a higher stem and dead material contribution according to several authors<sup>(11,12,13)</sup> when allowances are raised significantly. Grazing selectivity added to a 7% allowance wasn't enough to abide a higher dead material accumulation than that observed for the lower allowance, indicating that dead material contribution was more an answer to environmental conditions than to grazing management in this allowance interval.

Cuadro 2. Composición del forraje presente al inicio del período de ocupación en insurgente pastoreado a diferente asignación de forraje (g kg<sup>-1</sup>)

Table 2. Forage composition at the beginning of the occupancy period for Insurgente grass grazed at different allowances (g kg<sup>-1</sup>)

Grazing cycle*	Forage allowance* (kg leaf DM 100 kg <sup>-1</sup> LW day <sup>-1</sup> )			Average
	3	5	7	
<b>Leaf</b>				
2 <sup>nd</sup> (Sep)	204	205	213	207
3 <sup>rd</sup> (Oct)	206	188	197	197
4 <sup>th</sup> (Nov)	228	218	175	207
Average	214	204	195	
<b>Stem</b>				
2 <sup>nd</sup> (Sep)	420	443	462	442 a
3 <sup>rd</sup> (Oct)	389	437	458	428 a
4 <sup>th</sup> (Nov)	313	348	414	358 b
Average	374	409	445	
<b>Dead Material</b>				
2 <sup>nd</sup> (Sep)	376	352	325	351 b
3 <sup>rd</sup> (Oct)	405	375	344	375 b
4 <sup>th</sup> (Nov)	460	435	412	435 a
Average	414	387	360	

\*Non significant allowance and cycle ( $P > 0.05$ ).

ab Values without a common superscript letter differ ( $P < 0.05$ ).

otras, pudieron haber determinado mayormente cambios en el aporte de tallo, y con ello en el de material muerto, que las asignaciones impuestas. La reducción en el aporte de tallo, se asoció con el inicio de la época de nortes (finales del tercer ciclo de pastoreo) que se caracteriza por alta nubosidad, y menor temperatura ambiental y fotoperíodo. Crowder y Chheda<sup>(10)</sup> indican que una alta temperatura ambiental y mayor largo de fotoperíodo favorecen el crecimiento y maduración de tallos de algunas gramíneas tropicales; lo que podría explicar el mayor aporte de tallo en el segundo y tercer ciclo de pastoreo en comparación al cuarto. La asignación más restringida (3 %) no fue lo suficientemente severa en intensidad de cosecha para promover un mayor aporte de hoja. Por otro lado, la mayor asignación (7 %) no promovió mayor aporte de tallo y material muerto según lo encontrado por varios autores<sup>(11,12,13)</sup> al aumentar sensiblemente la asignación. La selectividad en el pastoreo asociada con la asignación de 7 % no fue tal que permitiera una mayor acumulación de material muerto por arriba del encontrado con la menor asignación, indicando que el aporte de material muerto fue más una respuesta a las condiciones ambientales, que al manejo del pastoreo dentro de este intervalo de asignación.

Al no existir cambios en los aportes de hoja y tallo entre asignaciones (Cuadro 2) se promueve también la similitud entre las asignaciones en esta razón. En promedio la razón hoja:tallo fue de 0.52, lo que indica que existió el doble de tallo con respecto de hoja, en base a peso. La mejoría en la razón hoja:tallo (0.60) en el último ciclo de pastoreo se explica por la caída en el aporte de tallo y no por incremento en el aporte de hoja; es más, el posible efecto positivo en producción animal de esta mejor razón hoja:tallo puede verse limitado por el incremento en el aporte de material muerto.

La proporción de hoja removida dependió de la cantidad ofrecida originalmente y no tanto de las condiciones ambientales, es por ello que no se detectó diferencia entre los ciclos de pastoreo, como fue el caso de otras variables (aportes de tallo y material muerto y la razón hoja:tallo). La mayor proporción de hoja removida con la asignación del

As there are no changes in leaf and stem contribution between allowances (Table 2) similar leaf/stem ratios are observed. On average this ratio was 0.52, which indicates a stem contribution double that of leaf based on weight. This ratio's improvement in the last grazing cycle (0.60) is better explained by a fall in stem contribution than of a higher leaf accumulation. Even so, the possible positive effect due to this better leaf/stem ratio could be limited by an increase in the amount of dead material.

Leaf intake percentage was a function of the initial amount offered and no so much that of environmental conditions, and due to that, no difference between grazing cycles was observed, as was the case of other variables (stem and dead material contributions and leaf/stem ratio). The higher leaf intake percentage observed in the 3% allowance suggests that a higher harvest intensity regarding this component was achieved in this case, but not enough to alter forage amount and composition in Insurgente after 30 days following successive occupation periods in a rotational grazing pattern in the highest rainfall period. To define an allowance based on leaf amount allowed for more selective grazing even at the end of the experiment, when dead material content reached its highest. Some authors<sup>(12,14)</sup> coincide with the present study in pointing out that at certain allowance intervals, grazing selectivity diminishes and the percentage of forage removal increases in relation to the amount offered as the allowance drops. Besides, this study's results coincide with that of Hernández-Garay *et al.*<sup>(15)</sup> in that for a higher intensity harvest a leaf formation prevails over that of stem.

No effects due to different allowances were observed for the leaf/stem ratio nor for forage quantity and composition, even so significant effects ( $P < 0.05$ ) were observed for the grazing cycle (Table 3).

The defoliation rate showed a difference ( $P < 0.05$ ) due to the different allowances and also to the effect of the interaction between allowance and grazing cycle (Table 4). In two of the four grazing cycles being considered, the leaf removed/offered ratio was higher in the 3% allowance. This superiority was apparent also for the whole experiment. While

3 % señala que con esta asignación sí se logró una mayor intensidad de cosecha en lo que a este componente respecta, pero que no fue lo suficientemente severa como para afectar en insurgente la cantidad de forraje y su composición, luego de 30 días entre periodos sucesivos de ocupación en pastoreo rotativo en la estación del año con la mayor precipitación. Definir la asignación con base a hoja verde permitió siempre un pastoreo con mayor selectividad aún hacia el final del periodo experimental, cuando el aporte de material muerto tendió a su máximo. Algunos autores<sup>(12,14)</sup> coinciden con el presente trabajo, al señalar que dentro de cierto intervalo de asignaciones, la posibilidad de pastoreo selectivo disminuye, y la proporción del forraje removido con relación al ofrecido aumenta conforme la asignación se restringe. Además, los resultados del presente trabajo coinciden con lo señalado por Hernández-Garay *et al.*<sup>(15)</sup>, que a una cosecha más intensa, la tasa de formación de hoja prevalece sobre la de formación de tallo.

La razón hoja:tallo, al igual que para cantidad y composición del forraje presente al inicio del período de ocupación, no mostró efecto de asignación, sin embargo sí existió efecto ( $P < 0.05$ ) del ciclo de pastoreo (Cuadro 3).

El grado de defoliación varió ( $P < 0.05$ ) con la asignación y por el efecto de la interacción nivel de asignación ciclo de pastoreo (Cuadro 4). En dos de los cuatro ciclos la proporción de hoja removida, en relación a la ofrecida, durante el período de

the leaf removed/offered ratio at the 3 % allowance reached almost a 70 % value, in the other two allowances, it barely got to 50 % and didn't show any difference between them.

The total forage daily accumulation rate showed allowance effects ( $P < 0.05$ ) when it was calculated independently for the first or the last 15 days of the regrowth period. For the first 15 regrowth days the lowest accumulation rate (76.5 kg DM ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) was seen for the 3 % allowance, however, for the last 15 days this allowance showed the highest rate (199.5 kg DM ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>) to total a general average accumulation rate similar for the three allowances for the whole regrowth period (30 days) of 115.4 kg DM ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, which shows the great accumulation potential Insurgente grass has at this time of the year. Besides, the 5 % and 7 % allowances showed similar rates in both periods (Table 5).

Leaf and stem accumulation rates were similar between allowances in the first 15 days of the regrowth period, but in the last 15 days the 3 % allowance showed the highest rates ( $P < 0.05$ ) for these two components, with respective values of 68.1 and 71.6 kg DM ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, being approximately three times the average rate values obtained for the other two allowances which didn't show any differences between them for these components' rates. The superiority shown by the leaf accumulation rate for the 3 % allowance is of such magnitude, nearly 20 kg DM ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> over the 7 % allowance for the 30 day regrowth period

Cuadro 3. Razón hoja:tallo en el forraje presente al inicio del período de ocupación en insurgente pastoreado a diferente asignación de forraje

Table 3. Leaf/stem ratio at the beginning of the occupancy period for Insurgente grass grazed at different allowances

Grazing cycle	Forage allowance (kg leaf DM /100 kg <sup>-1</sup> LW day <sup>-1</sup> )			Average
	3	5	7	
2 <sup>nd</sup> (Sep)	0.50	0.47	0.47	0.48 <sup>b</sup>
3 <sup>rd</sup> (Oct)	0.55	0.44	0.43	0.47 <sup>b</sup>
4 <sup>th</sup> (Nov)	0.74	0.63	0.42	0.60 <sup>a</sup>
Average	0.60	0.51	0.44	

ab Values without a common superscript letter differ ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 4. Grado de defoliación en insurgente pastoreado a diferente asignación de forraje (%)

Table 4. Defoliation rate for Insurgente grass grazed at different allowances (%)

Grazing cycle*	Forage allowance (kg leaf DM /100 kg <sup>-1</sup> LW day <sup>-1</sup> )			Average
	3	5	7	
1 <sup>st</sup> (Aug)	63.64 abc	53.07 bcd	41.21 d	52.64
2 <sup>nd</sup> (Sep)	66.97 ab	50.58 bcd	44.63 d	54.06
3 <sup>rd</sup> (Oct)	71.92 a	52.81 bcd	40.03 d	54.92
4 <sup>th</sup> (Nov)	69.27 a	50.39 cd	55.69 a	58.45
Average	67.95 e	51.71 f	45.39 f	

\* Non significant grazing cycle ( $P>0.05$ ).

abcd Values without a common superscript letter differ ( $P<0.05$ ).

ef Values without a common superscript letter differ ( $P<0.05$ ).

ocupación fue máxima en la asignación del 3 %, esta superioridad también se dio para el promedio del total del período experimental. Mientras que la proporción de hoja removida a la asignación del 3 % casi llegó en promedio a 70 %, en las otras dos asignaciones, que nunca mostraron diferencia entre ellas, la proporción de hoja removida apenas si alcanzó el 50 %.

La tasa diaria de acumulación para forraje total, mostró efecto ( $P< 0.05$ ) de la asignación cuando se analizó en forma independiente los primeros 15 y los últimos 15 días del periodo de rebrote. En los primeros quince días de rebrote la mínima tasa de acumulación (75.6 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) se presentó en la asignación de 3 %; sin embargo, en los últimos quince días de rebrote, fue esta misma asignación la que registró la tasa máxima de acumulación (199.5 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>); para que la tasa promedio de acumulación en el total del período de rebrote (30 días) fuera similar ( $P> 0.05$ ) para las tres asignaciones, con un promedio general de 115.4 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, lo que demuestra el gran potencial de acumulación de insurgente en esta época del año. Además, las asignaciones de 5 y 7 %, mostraron tasas similares entre sí en ambos periodos (Cuadro 5).

Las tasas de acumulación de hojas y tallos, fueron similares entre las asignaciones en los primeros 15 días de rebrote, pero en la segunda mitad del periodo

and also showing a significant ( $P< 0.05$ ) average accumulation rate. Nonetheless the same response is found for stem as for total forage, that is to say, no differences were detected for the average 30 day regrowth period. There weren't significant responses related to allowances for dead material (Table 5).

Different response patterns in accumulation rates between allowances, especially between the 3% and the other two, highlight the fact that the accumulation rate (by component or for total forage) is not necessarily of a linear nature through all the regrowth period. For the 3% allowance, towards the last 15 days it was possible to detect an explosive growth, not present in the other allowances. This fact explains why even with a higher harvest intensity for the 3% allowance, no differences in total forage amount came out at the beginning of the next occupancy period. It should be stated also that variations in the accumulation rate through the regrowth period, requires us to take frequent readings in this period and not only at its end, if a pasture's response pattern to different harvest intensities is to be understood.

For the 3% allowance, the stem accumulation rate was negative for the 1<sup>st</sup> fifteen days of the regrowth period, which indicates that in this treatment the leaf harvest intensity was of such magnitude, that the plants had to bank on their reserves to start the regrowth process, because in the stems is where most of the reserves are stored.

de rebrote, es la asignación de 3 % en donde se encontraron las máximas ( $P < 0.05$ ) tasas para estos dos componentes, con valores de 68.1 y 71.6 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, respectivamente, aproximadamente tres veces las respectivas tasas promedio para las otras dos asignaciones que no mostraron diferencia entre sí, en ninguna de las tasas de estos dos componentes. La superioridad de la tasa de acumulación de hoja en la asignación de 3 % es tal, que muestra una tasa promedio para los 30 días de rebrote superior ( $P < 0.05$ ) en casi 20 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> a la encontrada en la asignación de 7 %; sin embargo, en tallo se repite la respuesta encontrada con forraje total, no se detectó diferencia entre las asignaciones para el promedio de los 30 días de rebrote. La acumulación de material muerto en ningún momento mostró efecto de la asignación (Cuadro 5).

The lower daily accumulation rates for total forage, leaves and stems found in the 5% and 7% allowances in the second half of the regrowth period could be explained by what is stated by other researchers<sup>(16, 17,18,19)</sup> who point out that for a higher amount of residual forage, photosynthesis in the lower leaves could be interfered upon, which could affect the canopy's total photosynthesis which in turn would diminish the forage accumulation rate.

The smaller leaf contribution found for the 3% allowance in the first half of the regrowth period, can be explained not only through a higher defoliation rate, but also by the fact that regrowth for this allowance depended at first on carbohydrate reserves and later on leaf area. While in the other two allowances, less defoliation allowed for a higher amount of residual leaves, fact which permitted to

Cuadro 5. Tasas de acumulación para forraje total y por componente en insurgente pastoreado a diferente asignación de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>)

Table 5. Accumulation rates for total forage and by component for Insurgente grass grazed at different allowances (kg DM ha<sup>-1</sup>day<sup>-1</sup>)

Days of regrowth	Forage allowance (kg leaf DM /100 kg <sup>-1</sup> LW day <sup>-1</sup> )			Variation coefficient (%)
	3	5	7	
<b>Total Forage</b>				
1 – 15	75.6 b	142.6 a	131.9 a	21.8
15 – 30	199.5 a	75.2 b	67.8 b	24.8
1 – 30	137.5 a	108.9 a	99.8 a	16.5
<b>Leaves</b>				
1 – 15	42.3 a	63.1 a	53.2 a	18.9
15 – 30	68.1 a	25.5 b	18.7 b	27.6
1 – 30	55.2 a	44.3 ab	35.9 b	12.0
<b>Stems</b>				
1 – 15	-3.8 a	11.6 a	16.4 a	144.5
15 – 30	71.6 a	17.0 b	31.6 b	22.0
1 – 30	33.9 a	14.3 a	24.0 a	33.3
<b>Dead Material</b>				
1 – 15	33.8 a	68.9 a	66.7 a	49.5
15 – 30	63.0 a	32.7 a	13.1 a	77.3
1 – 30	48.4 a	50.3 a	39.9 a	46.6

ab Within a row means without a common superscript letter differ ( $P < 0.05$ ).

El diferente patrón de respuesta en las tasas de acumulación entre asignaciones, principalmente entre la menor (3 %) y las otras dos, resalta el hecho de que la tasa de acumulación (forraje total o por componentes) no es necesariamente lineal al través de todo el periodo de rebrote. En la asignación de 3 %, hacia la segunda mitad del periodo de rebrote, fue posible detectar un crecimiento explosivo, no registrado en las otras dos asignaciones; esto explica el que aún cuando la intensidad de cosecha con la asignación de 3 % fue mayor, no implicó menor cantidad de forraje presente al inicio del periodo de ocupación. También, se debe indicar, que la variación en la tasa de acumulación al través del periodo de rebrote, obliga a tomar mediciones frecuentes en el periodo de rebrote y no tan sólo al final del mismo, si se quiere entender el patrón de respuesta de una forrajera a distintas intensidades de cosecha.

En la asignación del 3 %, la tasa de acumulación de tallo fue negativa en los primeros 15 días de rebrote, lo que puede indicar que en este tratamiento

start the regrowth process based on the remaining leaf area, and due to the fact that these were for the most part mature, the leaf accumulation rate didn't present a big increase in the course of time due to a shadowing process towards the inside of the canopy. Partson *et al* (18) coincide with the present study in finding out that for a smaller allowance, the leaf formation rate is very low at the beginning of the regrowth period, but that this situation changes giving place to a very great rate increase. In contrast, with a lower grazing intensity, for a higher allowance, old leaves having low photosynthetic activity can be found in the forage residue, which can also produce a shadowing effect on the whole canopy reducing the leaf formation rate.

But a combination of a very high daily accumulation rate for the 3% allowance, with a non-increased rate for the other two allowances in the second half of the regrowth period, allowed Insurgente to show the same leaf contribution to total forage at the end of the 30 day regrowth period, whichever the allowance was.

Cuadro 6. Composición del forraje presente a diferente edad del rebrote en Insurgente pastoreado a diferente asignación de forraje (g kg<sup>-1</sup>)

Table 6. Forage composition at different regrowth age for Insurgente grass grazed at different allowances (g kg<sup>-1</sup>)

Regrowth age (Days)	Forage allowance (kg leaf DM/100 kg <sup>-1</sup> LW day <sup>-1</sup> )			Variation coefficient (%)
	3	5	7	
<b>Leaves</b>				
1	69 <sup>b</sup>	112 <sup>ab</sup>	131 <sup>a</sup>	24.2
15	144 <sup>b</sup>	177 <sup>a</sup>	183 <sup>a</sup>	7.2
30	200 <sup>a</sup>	192 <sup>a</sup>	190 <sup>a</sup>	5.7
<b>Stems</b>				
1	438 <sup>a</sup>	488 <sup>a</sup>	474 <sup>a</sup>	13.3
15	364 <sup>a</sup>	411 <sup>a</sup>	405 <sup>a</sup>	10.0
30	362 <sup>a</sup>	394 <sup>a</sup>	408 <sup>a</sup>	5.8
<b>Dead Material</b>				
1	494 <sup>a</sup>	400 <sup>a</sup>	395 <sup>a</sup>	16.9
15	486 <sup>a</sup>	412 <sup>a</sup>	419 <sup>a</sup>	11.6
30	438 <sup>a</sup>	415 <sup>a</sup>	402 <sup>a</sup>	5.5

ab Within a row means without a common superscript letter differ ( $P < 0.05$ )

DM= Dry matter; LW= Live weight.

la intensidad de cosecha de hoja fue de tal magnitud, que insurgente tuvo que depender mayormente de reservas para dar inicio al rebrote, ya que es en tallos donde se espera el mayor volumen de reservas.

Las menores tasas diarias de acumulación de forraje total, hoja y tallo encontradas con las asignaciones de 5 y 7 %, en la segunda mitad del rebrote, podrían explicarse con base a lo referido en otras investigaciones<sup>(16,17,18,19)</sup> donde se señala que a mayor cantidad de forraje residual, se puede interferir la fotosíntesis de las hojas en los estratos inferiores, lo que podría determinar una caída en la magnitud de fotosíntesis del dosel y con ello de la tasa de acumulación de forraje.

El menor aporte de hoja encontrado con la asignación del 3 % en la primera mitad del periodo de rebrote, se puede explicar no tan sólo por el mayor grado de defoliación, sino también puede añadirse el hecho de que el rebrote a esta asignación dependió inicialmente de las reservas de carbohidratos y, posteriormente, del área foliar. Mientras que en las otras dos asignaciones, el menor grado de defoliación permitió una mayor cantidad de hoja residual, por lo que el rebrote dependió del área foliar remanente, y debido a que las hojas residuales eran en su mayoría maduras, la tasa de acumulación de hoja no presentó un fuerte incremento con el paso del tiempo por autosombreado hacia el interior del dosel. Partson *et al.*<sup>(18)</sup> coinciden con el presente trabajo en encontrar que a menor asignación, la tasa de formación de hoja es muy lenta al inicio del período de rebrote, pero con el paso de los días esta situación se revierte, para dar un fuerte incremento en esta tasa; en contraste, con el pastoreo menos intenso, por dar mayor asignación, se pueden presentar en el residuo hojas viejas poco eficientes en realizar fotosíntesis, y que además facilitan que en corto tiempo se de un alto nivel de autosombreado al interior del dosel, limitando la magnitud de la tasa de formación de hoja.

Pero, la combinación, en la segunda mitad del período de rebrote, de una tasa diaria de acumulación de hoja muy alta en la asignación de 3 %, con una tasa no incrementada en las otras dos

Stem and dead material contribution to total forage were similar between allowances for the regrowth period, however, leaf contribution showed significant allowance response ( $P < 0.05$ ) on days 1 and 15 of the regrowth period, but not at day 30. The 3% allowance showed the lower ( $P < 0.05$ ) contribution to total forage on days 1 and 15 of the regrowth period (Table 6).

It can be concluded that Insurgente grass can display the same amount of total forage and by component (leaf, stem and dead material) even after a high intensity harvest due to reduced allowances, if enough time is given to the regrowth period, which for this study was 30 days. The recuperation pattern can vary in answer to the allowance, and also to the defoliation rate. For low allowances, the regrowth rate is low in the initial stages, increasing sharply thereafter, while for high allowances, the regrowth rate at the beginning is high, falling later when the amount of stem and dead material show an increase.

*End of english version*

---

asignaciones permitió que el insurgente independientemente de la asignación a la que hubiese sido pastoreado, pudiera llegar a presentar el mismo aporte de hoja al forraje a los 30 días de edad del rebrote.

Los aportes de tallo y material muerto fueron similares entre las asignaciones durante el período de rebrote; sin embargo, el aporte de hoja mostró efecto ( $P < 0.05$ ) de la asignación en el día 1 y 15 de rebrote, pero ya no a los 30 días de rebrote. En la asignación de 3 %, se registró el menor ( $P < 0.05$ ) aporte de hoja al forraje presente a un día y en el día 15 de rebrote (Cuadro 6).

Se concluye que el pasto insurgente es capaz de presentar igual cantidad de forraje total y por componentes (hoja, tallo y material muerto) aún después de cosechas severas por reducción en la asignación de forraje, si se le da un tiempo suficiente de rebrote, que para el caso del presente trabajo fue de 30 días. Su patrón de recuperación puede

variar según la asignación aplicada, y con ella el grado de defoliación; en asignaciones bajas la tasa de rebrote es baja y luego presenta un fuerte incremento; mientras que, con asignaciones altas la tasa de rebrote es inicialmente alta para posteriormente disminuir al aumentar la cantidad de tallo y material muerto.

## LITERATURA CITADA

- Davidson JL, Growth of grass plants. Proceedings of Australian Grassland Conference, Perth 1968;2:125-137.
- Bircham JD, The effects of change in herbage mass on herbage growth, senescence and net production rates in a continuously stoked mixed species swards. In: Wriqth CE editor. Plant physiology and herbage production. Occasional Symposium No. 13. British Grassland Society, Hurley. 1981:85-87.
- L'Jullier PJ. Effect of dairy cattle stocking rate and degree of defoliation on herbage accumulation and quality in ryegrass-white clover pasture. New Zealand J Agric Res 1987;30:149-157.
- Paladines O, Lascano C. Recomendaciones para evaluar germoplasma bajo pastoreo en pequeños potreros. En: Paladines O, Lascano C. editores. Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas: Metodologías de evaluación. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 1982:165-183.
- García E. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 1981.
- Hernández-Garay A, Matthew C, Hodgson J. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures. 1. Tissue turnover and herbage accumulation. New Zealand J Agric Res 1997;40:25-35.
- Steel, RGD, Torrie JH. Bioestadística: Principios y procedimientos. Martínez BR (Trad.). 2ª ed. México D.F., México: McGraw-Hill/Interamericana de México; 1988.
- Castillo HJE. Comportamiento productivo y compatibilidad de insurgente y estrella en monocultivo y asociados con kudzú bajo pastoreo con borregos [tesis maestría]. Texcoco, México. Colegio de Postgraduados; 1996.
- Taylor JA, Tulloch O. Rainfall in the wet dry tropics: extreme events at Darwin and similarities between years during the period 1870-1983 inclusive. Australian J Ecology 1985;10:75-89.
- Crowder LV, Chheda HR. Tropical grassland husbandry. New York, USA: Longman Inc; 1982.
- Grant SA, Barthram G, Torvell L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. Grass Forage Sci 1981;36:155-168.
- Avendaño MJC, Borel R, Cubillos G. Período de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba 1986;36:137-148.
- Hodgson J, Bircham J, Grand SA, King J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: Wriqth CE editor. Plant physiology and herbage production. British Grassland Society, Occasional Symposium No. 13. British Grassland Society, Hurley. 1981:51-62.
- Kristensen ES. Influence of defoliation regime on herbage production and characteristics of intake by dairy cows as affected by grazing intensity. Grass Forage Sci 1988;43:239-251.
- Hernández-Garay A, Matthew C, Hodgson J. Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. Grass Forage Sci 1999;54:347-356.
- Chapman DF, Lemaire G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. Proceedings of the XVII International Grassland Congress. Palmerston North, N.Z. 1993:95-104.
- Partson AJ, Leafé E, Collett BS. The physiology of grass production under grazing. I. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously-grazed swards. J Applied Ecology 1983;20:117-126.
- Partson AJ, Johnson IR, Williams JH. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotational and continuously grazed swards. Grass Forage Sci 1988;43:1-14.
- Chacon EA, Stobbs TH. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. Australian J Agric Res 1976;27:709-727.