

Rehabilitación de una pradera de pasto Insurgente con diferentes métodos de manejo*

Rehabilitation of palisade grass meadow with different management methods

Daniel Martínez-Méndez¹, Javier Francisco Enríquez-Quiroz^{2§}, Eusebio Ortega-Jiménez³, Valentín A. Esqueda-Esquivel⁴, Alfonso Hernández-Garay¹ y J. Alberto S. Escalante-Estrada¹

¹Colegio de Postgraduados-Campus Montecillos. Carretera México-Texcoco Montecillo, km 36.5, Texcoco, Estado de México, C. P. 56230, México. (danimm@colpos.mx). ²INIFAP- C. E. La Posta. 22.5 km, carretera Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, municipio de Medellín Veracruz, C. P. 94277, México. Tel: 01-800 088 2222 ext. 87310. (enriquez.javier@inifap.gob.mx). ³Colegio de Postgraduados- Campus Veracruz. Carretera Xalapa-Veracruz, km 88.5. Predio Tepetates entre Puente Julia y Paso San Juan, municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, C. P. 91690. A. P. 421 C.P. 91700 Veracruz, Veracruz. México. Tel: (229) 2010770. (eortegaj@colpos.mx). ⁴INIFAP- C. E. Cotaxtla Carretera Federal Veracruz-Córdoba, km 34.5, municipio de Medellín de Bravo. Veracruz, C. P. 94270, México. Tel: 01-800 088 2222 ext. 87215. (esqueda.valentin@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: enriquez.javier@inifap.gob.mx.

Resumen

La degradación de una pradera afecta directamente la producción de forraje, lo cual repercute en baja productividad por unidad de superficie. El objetivo de este estudio fue evaluar labores mecánicas (chapeo y rastra), fertilización (46-23-00 de N, P y K) y control químico de maleza para rehabilitar una pradera de pasto Insurgente, en el municipio de Medellín, Veracruz. El experimento se realizó de septiembre de 2011 a diciembre de 2012, durante dos periodos de lluvias, en un arreglo bloques al azar. Las variables evaluadas fueron: cobertura vegetal, densidad de plantas y producción de materia seca (MS). La condición inicial de la pradera fue la siguiente: pasto Insurgente: cobertura 27% y 4.8 plantas m⁻² y, maleza de hoja ancha: cobertura 56% y 50.3 plantas m⁻². Las malezas dominantes fueron *Desmodium* spp. y *Calopogonium mucunoides* Desv. El análisis mostró diferencias estadísticas ($p \leq 0.05$) en todas las variables. En el primer periodo, la mayor cobertura de pasto Insurgente (99%), menor cobertura de maleza (1%) y menor densidad de maleza (menos de 6 plantas m⁻²) se observó en los tratamientos de control químico, resultando en mayor acumulación de MS (de 5 475 a 6 381 kg ha⁻¹). En

Abstract

Meadow degradation directly affects fodder production, resulting in low productivity per unit area. The aim of this study was to evaluate mechanical work (weeding and harrowing), fertilization (46-23-00 N, P and K) and chemical weed control to rehabilitate a palisade grass meadow, in the municipality of Medellín, Veracruz. The experiment was conducted from September 2011 to December 2012, during two periods of rain, in a random block arrangement. The variables evaluated were: plant cover, plant density and production of dry matter (MS). The initial condition of the meadow was as follows: palisade grass: coverage 27% and 4.8 plants m⁻² and broadleaf: coverage 56% and 50.3 plants m⁻². Predominant weeds were *Desmodium* spp. and *Calopogonium mucunoides* Desv. The analysis showed statistically significant differences ($p \leq 0.05$) in all variables. In the first period, the highest coverage of palisade grass (99%), lower weed coverage (1%) and lower density of weeds (less than 6 plants m⁻²) was observed in treatments with chemical control, resulting in increased accumulation of dry matter (from 5 475 to 6 381 kg ha⁻¹). In the second period with chemical control there was a higher coverage

* Recibido: agosto de 2016
Aceptado: noviembre de 2016

el segundo periodo con el control químico se observó mayor cobertura de pasto Insurgente (>90%), menor cobertura de maleza (<14%) y más MS, la cual varió de 1 122 a 4 719 kg ha⁻¹, superando a los demás tratamientos. Se concluye que el control químico de maleza mejoró la producción de forraje de la pradera de pasto Insurgente.

Palabras clave: *Desmodium* spp., *Calopogonium mucunoides* Desv., cobertura vegetal, densidad de plantas.

Introducción

En México, la mayor población de bovinos se concentra en Veracruz, entidad que tiene un inventario de 3.77 millones de cabezas, equivalente al 11.8% del hato nacional; en 2012, en Veracruz se produjeron 1.8 millones de toneladas de carne en canal y 10 880.9 millones de litros de leche, que lo ubican en el primero y quinto lugar nacional como productor de estos bienes, respectivamente (SIAP, 2013). En este estado, predomina el sistema de producción de ganado de doble propósito, en el cual, las praderas constituyen la principal fuente de alimentación (Calderón *et al.*, 2007). La sostenibilidad de los sistemas de producción animal basados en praderas, depende tanto de la producción de forraje, como de la persistencia de éstas (Ramírez *et al.*, 2011). En la entidad veracruzana se dedican 1.04 millones de hectáreas al cultivo de pastos (INEGI, 2007), principalmente: Estrella de África (*Cynodon plectostachyus* Vanderyst); Privilegio (*Panicum maximum* Jacquin), cvs. Tanzania y Mombaza; Jaragua [*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf]; Pangola (*Digitaria decumbens* Stent); Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach); Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth) y especies del género *Urochloa*, como Señal (*U. decumbens* Stapf) e Insurgente [*U. brizantha* A. (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster], que sobresalen por su adaptación a diferentes condiciones ambientales y alta productividad (Enríquez *et al.*, 1999).

Urochloa brizantha (Hochst. ex A. Rich.) R. Webster cv Insurgente, identificado anteriormente como *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf., ha tenido gran aceptación entre los productores por sus características sobresalientes, como altas tasas de crecimiento, buena calidad nutricional y resistencia a mosca pinta o salivazo (*Aeneolamia* spp.) (Enríquez *et al.*, 1999; Enríquez y Romero, 1999).

of palisade grass (>90%), lower coverage of weeds (<14%) and higher dry matter, which ranged from 1 122 to 4 719 kg ha⁻¹, beating the rest of the treatments. It is concluded that chemical weed control improved forage production palisade grass meadow.

Keywords: *Desmodium* spp., *Calopogonium mucunoides* Desv., plant density, vegetation cover.

Introduction

In Mexico, the largest population of cattle is concentrated in Veracruz, state that has an inventory of 3.77 million heads, equivalent to 11.8% of national herd; in 2012, in Veracruz produced 1.8 million tons of carcass meat and 10 880.9 million liters of milk, placing it in the first and fifth national place as producer of these goods, respectively (SIAP, 2013). In this state, predominate the production system dual-purpose cattle, in which, grasslands are the main food supply (Calderón *et al.*, 2007). The sustainability of animal production systems based on grasslands, depends both on fodder production and the persistence of these (Ramírez *et al.*, 2011). In the state of Veracruz 1.04 million hectares are devoted to pasture (INEGI, 2007), mainly: Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus* Vanderyst); Privilegio (*Panicum maximum* Jacquin), cvs Tanzania and Mombaza; Jaragua [*Hyperrhenia rufa* (Ness) Stapf]; Pangola (*Digitaria decumbens* Stent); Elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach); Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth) and species from the genus *Urochloa*, as Señal (*U. decumbens* Stapf) and Insurgente [*U. brizantha* A. (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster], which stand out for their adaptation to different environmental conditions and high productivity (Enríquez *et al.*, 1999).

Urochloa brizantha (Hochst. Ex A. Rich.) R. Webster cv Insurgente (known as palisade grass), identified previously as *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf., has gained acceptance among producers for their outstanding characteristics such as high growth rates, good nutritional quality and resistance to spotted spittlebug of pastures (*Aeneolamia* spp.) (Enríquez *et al.*, 1999; Enríquez and Romero, 1999).

La productividad de una pradera puede disminuir por el uso de especies forrajeras no aptas para las condiciones ambientales, sobrepastoreo, en especial en los periodos de baja precipitación, incidencia de plagas y enfermedades, establecimiento en zonas con suelos frágiles, agotamiento de los nutrientes del suelo especialmente en las especies mejoradas, bajo o nulo uso de fertilizantes, elevada infestación de maleza herbácea y arbustiva, y quemadas indiscriminadas (González y Meléndez, 1980; Spain y Gualdrón, 1991; Modesto y Mascarenhas, 2001; Boddey *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004; Calderón *et al.*, 2007). La degradación se inicia con pérdida de vigor de las plantas y se refleja en disminución de cobertura y pérdida de plantas de la especie deseable; lo anterior, permite el desarrollo de maleza o deja el suelo descubierto, lo que favorece la compactación por pisoteo de los animales, y finalmente, resulta en baja producción de forraje. En esta situación, la pradera pierde productividad y soporta menos de 0.5 unidad animal por hectárea, mientras que una pradera recién establecida puede soportar dos o más unidad animal por hectárea (Oliveira *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004; Padilla y Sardiñas, 2005; Rincón, 2006; Padilla *et al.*, 2009). La recuperación o rehabilitación de una pradera a su capacidad productiva por unidad de área y por animal, hasta alcanzar niveles ecológicos y económicos aceptables, implica la presencia de una o más especies forrajeras deseables, que son susceptibles de ser conservadas (Spain y Gualdrón, 1991; Padilla y Sardiñas, 2005).

En cuencas ganaderas de Centro América, de 50 a 80% de las praderas presentan algún grado de degradación, su carga animal es inferior a 40% en relación a las pasturas que reciben un manejo apropiado (Holmann *et al.*, 2004). En las áreas tropicales del centro de Veracruz es común detectar praderas degradadas en diferente grado; aunque no existe una cuantificación precisa de la magnitud de este problema, se estima que el porcentaje de praderas con algún grado de degradación podría ser semejante al que se presenta en Centro América. La rehabilitación de las praderas degradadas podría incrementar la productividad de los ganaderos de la región, al incrementar el número de animales que pueden sustentar las praderas. Por esta razón, se condujo un experimento con el objetivo de determinar el efecto de diferentes labores mecánicas, fertilización y control químico de malezas en la recuperación de una pradera de pasto Insurgente, en un área tropical del centro del estado de Veracruz.

The productivity of a meadow can decrease by the use of unsuitable forage species for environmental conditions, overgrazing, especially during periods of low rainfall, incidence of pests and diseases, establishment in areas with fragile soils, depletion of soil nutrients especially improved species, low or no use of fertilizers, high infestation of herbaceous and woody weeds, and indiscriminate burning (González and Meléndez, 1980; Spain and Gualdrón, 1991; Modesto and Mascarenhas, 2001; Boddey *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004; Calderón *et al.*, 2007). Degradation begins with loss of plant vigor and reflects in decreased coverage and loss of desirable plants species; the latter allows the development of weeds or leaves bare soil, which favors compaction by trampling of animals, and finally low production of forage. In this situation, the meadow loses productivity and stands less than 0.5 animal unit per hectare, while a newly established pasture can stand two or more animal unit per hectare (Oliveira *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004; Padilla and Sardiñas, 2005; Rincón, 2006; Padilla *et al.*, 2009). Recovery or rehabilitation of a meadow to its production capacity per unit area and per animal, to acceptable ecological and economic levels, implies the presence of one or more desirable forage species, which are likely to be preserved (Spain and Gualdrón, 1991; Padilla and Sardiñas, 2005).

In livestock basins from Central America, 50 to 80% of grasslands have some degree of degradation, its stocking rate is less than 40% compared to pastures receiving proper management (Holmann *et al.*, 2004). In tropical areas from central Veracruz it is common to detect degraded grasslands in different degrees; although there is no precise quantification of the magnitude of this problem, it is estimated that the percentage of grassland with some degree of degradation could be similar to that presented in Central America. Rehabilitation of degraded grasslands could increase the productivity of livestock in the region by increasing the number of animals that can sustain the meadow. For this reason, an experiment was conducted in order to determine the effect of different mechanical work, fertilization and chemical weed control in the recovery of palisade grass meadow in a tropical area from the center of the state of Veracruz.

Materials and methods

Location of the experiment and study period: the experiment was conducted in a degraded meadow of *U. brizantha* cv. Insurgente (palisade grass) established in 2003, in the

Materiales y métodos

Localización del experimento y periodo de estudio. El experimento se realizó en una pradera degradada de *U. brizantha* cv. Insurgente establecida en 2003, en el rancho El Carpintero, localizado en La Calentura, municipio de Medellín, Veracruz. El sitio experimental se localiza a 18° 57' 47" latitud norte, 96° 12' 20.7" longitud oeste a 10 metros de altitud. El clima de la región es Aw¹(w)eg, que corresponde a cálido húmedo, de humedad media, con lluvias en verano, precipitación anual de 1 300 mm y temperatura media de 25 °C (García, 2004). El suelo es clasificado como Vertisol de textura migajón arcillo-arenosa. El experimento inició en agosto de 2011 y finalizó en diciembre de 2012, y se condujo bajo condiciones de temporal.

Diseño experimental. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en un arreglo en bloques al azar con cuatro repeticiones, en parcelas de 14 m de ancho * 15 m de largo.

Caracterización de la pradera. Para el análisis de suelo se hicieron cuatro recorridos en zig-zag en el lote experimental, con barrena holandesa se tomaron 30 muestras a una profundidad de 0 a 20 cm, con las cuales se formó una muestra compuesta de 3 kg, la cual se analizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua del Campo Experimental Cotaxtla del INIFAP. Para la caracterización de la vegetación inicial presente en la pradera se tomaron 192 muestras de 1 m² distribuidas aleatoriamente en cada bloque. En cada muestra se hizo la estimación visual de cobertura, determinando la superficie ocupada por el pasto Insurgente y malezas y se contó el número de plantas de ambos para determinar densidad; con estos datos se determinó la frecuencia absoluta y relativa por especie, y el valor de importancia (Cox, 1980).

Tratamientos. Se evaluaron 11 tratamientos, de los cuales, cuatro correspondieron a labores agrícolas, seis a control químico de malezas y el testigo, en el que no se realizó ninguna actividad en las parcelas (Cuadro 1). El chapeo se realizó a ras de suelo con desbrozadora rotatoria con toma de fuerza a tractor; mientras que, el rastreo se realizó utilizando una rastra de 20 discos. La fertilización se efectuó manualmente con la fórmula 46-23-00 de N, P y K, utilizando urea y superfosfato de calcio triple como fuente de nitrógeno y fósforo, respectivamente. Un día antes de la aplicación de los herbicidas, la maleza de las parcelas correspondientes al control químico se chapeó a 60 cm de altura. La aplicación

Ranch El Carpintero, located in La Calentura, municipality of Medellín, Veracruz. The experimental site is located at 18° 57' 47" north latitude, 96° 12' 20.7" west longitude at 10 masl. The climate of the region is Aw¹(w) e.g., corresponding to hot humid, average humidity, with summer rainfall, annual rainfall of 1,300 mm and average temperature of 25 °C (García, 2004). The soil is classified as Vertisol with sandy clay loam texture. The experiment began on August 2011 and ended in December 2012 and was conducted under rainfed conditions.

Experimental design: the treatments were distributed at random in a randomized block design with four replications, in 14 m wide * 15 m long plot.

Meadow characterization: for the analysis of soil four tours were made in zig-zag in the experimental field with a Dutch auger collecting 30 samples at a depth of 0-20 cm, with which a sample of 3 kg was formed, and was analyzed in Laboratory of Soil Analysis, Plant and Water of the Experimental Field Cotaxtla from INIFAP. To characterize the initial vegetation in the meadow, 192 samples of 1 m² randomly distributed in each block were taken. In each sample, visual coverage estimation was made by determining the area occupied by the palisade grass and weeds and the number of both were counted to determine density; with these data, the absolute and relative frequency by species, and the importance value (Cox, 1980) was determined.

Treatments: 11 treatments were evaluated, of which four corresponded to agricultural work, six to chemical weed control and the control, in which no activity was performed in the plots (Table 1). Weeding was performed at ground level with a rotating brush cutter with tractor PTO; while harrowing was performed using a 20 disc harrow. Fertilization was performed manually with the 46-23-00 formula of N, P and K, using urea and triple calcium superphosphate as nitrogen and phosphorus source, respectively. One day before the application of herbicides, the weed from plots corresponding to chemical control was weeded to 60 cm. Herbicides application was made on September 15, 2011, using a motorized backpack sprayer, equipped with a four flat fan nozzles 8003, which provided an expenditure of 466 L ha⁻¹. The chemical control treatments were added a nonionic surfactant, at dose of 250 mL per 100 L of water.

Meadow management: since its establishment in 2003, the meadow has been handled with rotational grazing using dairy cows and their calves, in the dry season was overgrazed and was not applied fertilizer. After the application of treatments

de los herbicidas se realizó el 15 de septiembre de 2011, se utilizó una aspersora motorizada de mochila, equipada con aguilón con cuatro boquillas de abanico plano 8003, que proporcionó un gasto de 466 L ha⁻¹. A los tratamientos de control químico se les adicionó un surfactante no iónico, en dosis de 250 mL por 100 L de agua.

Manejo de la pradera. Desde su establecimiento, en el año 2003, la pradera se ha manejado con pastoreo rotacional, utilizando vacas en producción y sus becerros, en la época seca fue sobrepastoreada y no se le aplicó fertilizante. Después de la aplicación de los tratamientos hasta la realización del primer corte, la pradera no fue pastoreada (15 de septiembre a 15 de diciembre de 2011); a su vez, durante el año 2012, la pradera se utilizó como tradicionalmente lo hace el productor.

Condiciones climatológicas. Los datos de precipitación pluvial, evaporación y temperaturas máximas y mínimas durante el periodo de conducción del experimento, se obtuvieron de la Estación Meteorológica de CONAGUA, ubicada en Paso del Toro, Medellín, Veracruz, que es la más cercana al lote experimental.

Variables medidas

Cobertura vegetal. En cada unidad experimental se efectuaron cuatro muestreos de 1 m² distribuidos al azar. Se hizo una estimación visual de la superficie ocupada por el pasto Insurgente, malezas y suelo descubierto, la cual se reportó en porcentaje. En el año 2011, los muestreos se realizaron a 30, 60 y 75 días después de la aplicación de los tratamientos (DDAT), mientras que, en 2012 se realizaron tres muestreos en la época de lluvias, a 320, 390 y 440 DDAT, correspondientes a los meses de julio, octubre y noviembre.

Densidad de plantas. Se realizó en los mismos cuadrantes de 1 m², donde se estimó cobertura. Se contabilizó el número de plantas de maleza de hoja ancha por especie, antes de aplicar los tratamientos y a 60 DDAT. El número de macollos de pasto Insurgente se contabilizó antes de aplicar los tratamientos, a 60, 320, 390 y 440 DDAT.

Biomasa. En 2011, a 75 DDAT se realizó un corte de la vegetación a 5 cm de altura del suelo, en dos áreas de 4 m² por unidad experimental. A su vez, en 2012 se hicieron cortes en dos áreas de 1 m² por unidad experimental a 320, 390 y 440 DDAT, antes de que la pradera fuese pastoreada.

until the completion of the first cut, the meadow was not grazed (September 15 to December 15, 2011); in turn, in 2012, the meadow was used as traditionally done by the producer.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados para la renovación de la pradera de pasto Insurgente en el rancho El Carpintero, La Calentura, Medellín, Veracruz. 2011-2012.

Table 1. Treatments used for the renewal of palisade grass meadows in the Ranch El Carpintero, La Calentura, Medellín, Veracruz 2011-2012.

Número	Tratamiento	Dosis (g ia ha ⁻¹)
1	Testigo	-
2	Chapeo	-
3	Chapeo + rastra	-
4	Chapeo + fertilización	-
5	Chapeo + fertilización + rastra	-
6	2,4-D	958
7	Aminopyralid + 2,4-D	27 + 540
8	Picloram + 2,4-D	60 + 600
9	Picloram + 2,4-D	192 + 720
10	Metsulfurón metil	6
11	Aminopyralid + metsulfurón metil	24.9 + 3.8

ia= ingrediente activo; fertilización= 46-23-00 de N, P y K; chapeo= corte de la vegetación con desbrozadora rotatoria.

Weather conditions: rainfall, evaporation and maximum and minimum temperature data during the experiment, were obtained of the Meteorological Station from CONAGUA, located in Paso del Toro, Medellín, Veracruz, which is closest to the experimental field.

Evaluated variables

Vegetative coverage: in each experimental unit four samplings of 1 m² were made at random. A visual estimate of the area occupied by the palisade grass, weeds and bare soil was performed, which was reported as a percentage. In 2011, the samplings were performed at 30, 60 and 75 days after application of treatments (DDAT), while in 2012 three samplings were conducted during the rainy season, at 320, 390 and 440 DDAT, corresponding to the months of July, October and November.

Plant density: it was performed in the same 1 m² quadrant, where coverage was estimated. Broadleaf species were counted before applying the treatments and at 60 DDAT. The number of tillers from palisade grass was recorded before applying the treatments, at 60, 320, 390 and 440 DDAT.

Las muestras se pesaron con balanza digital, se separaron en malezas y pasto Insurgente, cada componente se pesó y se tomó una submuestra de 100 a 150 g, a la que se le determinó el contenido de materia seca, colocándola en estufa de aire forzado a 55 °C, hasta peso constante.

Análisis de varianza. El análisis de los datos se realizó con el procedimiento GLM de Statistical Analysis System (SAS), utilizando como covariable la condición inicial de la pradera con un diseño en bloques al azar, con medidas repetidas. Para homogenizar las varianzas, los valores de cobertura se transformaron con la función arcoseno $\sqrt{\%}$. Las medias se compararon con la prueba de Tukey con $p \leq 0.05$ (Steel y Torrie, 1988; SAS, 2002).

Resultados

Condiciones climatológicas. En el periodo que se realizó la primer etapa del experimento (septiembre a noviembre, de 2011), la precipitación pluvial fue de 240 mm y la evaporación de 225.8 mm mientras que, la temperatura máxima y mínima del periodo fue de 30.4 y 19.9 °C, respectivamente, condición que favoreció el crecimiento de las plantas. De diciembre de 2011 a mayo de 2012 (periodo que corresponde a la época seca), la evaporación fue mayor que la precipitación pluvial en 181 mm lo cual, se reflejó en poco crecimiento del pasto y de junio a diciembre de 2012 (correspondiente al segundo periodo de evaluación del experimento), la precipitación pluvial fue mayor que la evaporación y la temperatura se incrementó (Figura 1).

Estado inicial de la pradera. El suelo de la pradera presentó las siguientes características: pH= 6.2, materia orgánica= 2.7%, nitrógeno inorgánico= 21 ppm, P= 14 ppm, K= 382 ppm, Ca= 2 303 ppm, Mg= 291 ppm, Fe= 47 ppm, Cu= 3.3 ppm y densidad aparente= 1.2 g cm⁻³. La cobertura inicial de pasto Insurgente fue de 27%, de otros pastos 15%, de maleza de hoja ancha 56% y 2% de suelo descubierto. La densidad de maleza de hoja ancha fue de 50.3 plantas m⁻² y del pasto Insurgente de 4.8 plantas m⁻². Se identificaron 20 especies de malezas pertenecientes a nueve familias botánicas. Las malezas de hoja ancha con mayor valor de importancia por mayor cobertura, densidad y frecuencia fueron: *Desmodium* sp., *Calopogonium mucunoides* Desv., *Aeschynomene americana* L. y *Euphorbia hirta* L. Las plantas de estas cuatro especies representaron 43% de cobertura (Cuadro 2).

Biomass: in 2011, at 75 DDAT a cut of vegetation was conducted at 5 cm above the ground, in two areas of 4 m² per experimental unit. In turn, in 2012 cuts were performed in two areas of 1 m² per experimental unit at 320, 390 and 440 DDAT, before the meadow was grazed. The samples were weighed on a digital scale, separated into weeds and palisade grass, each component was weighed and a subsample of 100 to 150 g was taken to determine dry matter content, placing it in a forced air oven at 55 °C, to constant weight.

Analysis of variance: the data analysis was performed using the GLM procedure from the statistical analysis system (SAS), using as covariate the initial condition of the meadow with a randomized block design with repeated measures. To homogenize the variances, the coverage values were transformed with the arcsine $\sqrt{\%}$ function. Means were compared with Tukey test $p \leq 0.05$ (Steel and Torrie, 1988; SAS, 2002).

Results

Weather conditions: in the period in which the first stage of the experiment was carried out (September to November 2011), rainfall was 240 mm and evaporation of 225.8 mm while the maximum and minimum temperature for the period was 30.4 and 19.9 °C, respectively, condition that favored plant growth. December 2011 to May 2012 (period corresponding to the dry season), evaporation was greater than rainfall in 181 mm which was reflected in little grass growth and from June to December 2012 (corresponding to the second evaluation period of the experiment), the rainfall was greater than evaporation and temperature increased (Figure 1).

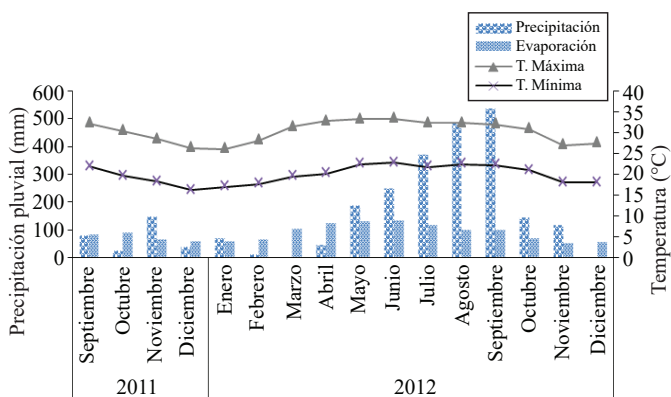


Figura 1. Condiciones climatológicas durante el periodo experimental. Estación meteorológica de CONAGUA, ubicada en Paso del Toro, Medellín, Veracruz.

Figure 1. Weather conditions during the experimental period. Meteorological station from CONAGUA, located in Paso del Toro, Medellin, Veracruz.

Cuadro 2. Cobertura, frecuencia, densidad de plantas y valor de importancia inicial de las principales especies presentes en la pradera de pasto Insurgente.

Table 2. Coverage, frequency, plant density and initial importance value of the main species present in the palisade grass meadow.

Familia	Especie	Cobertura (%)	Densidad (plantas m ⁻²)	Frecuencia (%)	VI
Poaceae	<i>Brachiaria brizantha</i>	27 a	4.8 c	94 a	0.6 ab
Poaceae	Varias	15 abc	-	60 bc	-
Fabaceae	<i>Desmodium</i> sp.	15 abc	20.1 a	83 ab	0.8 a
Fabaceae	<i>Calopogonium mucunoides</i>	18 ab	3.5 c	65 abc	0.6 ab
Fabaceae	<i>Aeschynomene americana</i>	7 bcd	11.9 b	66 abc	0.5 b
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i>	3 cd	5.1 c	72 ab	0.3 bc
Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i>	3 cd	1.9 c	23 cd	0.1 c
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	1 d	1.2 c	35 bc	0.1 c
Asteraceae	<i>Baltimora recta</i>	2 cd	0.6 c	23 cd	0.1 c
Otras	Varias especies	7	6		
Total	Malezas	56	50.3		

VI= valor de importancia. Letras diferentes en columna indican diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Cobertura de pasto Insurgente. Se modificó ($p \leq 0.05$) por efecto de los tratamientos y el tiempo (Cuadro 3). Desde la aplicación de tratamientos hasta 75 DDAT, la mayor cobertura de pasto Insurgente se presentó en los tratamientos de control químico de maleza; los valores de cobertura oscilaron de 96 a 99%. En los tratamientos de chapeo y chapeo + fertilización, la cobertura a 30 y 60 DDAT, fue 63 y 43% inferior al testigo y a 75 DDAT fue similar a éste. En los tratamientos que incluyeron rastra, a 75 DDAT, se tuvo la cobertura más baja de pasto Insurgente, la cual fue 72% inferior a la del testigo.

En las evaluaciones realizadas a 320, 390 y 440 DDAT, en las parcelas de control químico de maleza, se observó mayor cobertura de pasto Insurgente, con valores superiores a 90% en los tres muestreos, a excepción del tratamiento con 2,4-D, cuya cobertura fue de 81, 83, y 92% a 320, 390 y 440 DDAT. El chapeo presentó una cobertura estadísticamente similar al testigo, mientras que con chapeo + fertilizante, la cobertura de pasto Insurgente a 320 y 390 DDAT fue inferior en 30 y 22% al testigo y a 440 DDAT, fue estadísticamente igual al testigo. En los tratamientos con rastra pasto Insurgente presentó la cobertura más

Initial state of the meadow: the soil of the meadow had the following characteristic: pH= 6.2, organic matter= 2.7%, inorganic nitrogen= 21 ppm, P= 14 ppm, K= 382 ppm, Ca= 2 303 ppm, Mg= 291 ppm, Fe= 47 ppm, Cu= 3.3 ppm and bulk density= 1.2 g cm⁻³. The initial coverage of palisade grass was 27%, other grasses 15%, broadleaf 56% and bare soil 2%. Broadleaf density 50.3 plants m⁻² and palisade grass 4.8 plants m⁻². 20 weed species belonging to nine botanical families were identified. Broadleaf weeds with higher value of importance by greater coverage, density and frequency were: *Desmodium* sp., *Calopogonium mucunoides* Divert, *Aeschynomene americana* L. and *Euphorbia hirta* L. Plants from these four species accounted for 43% coverage (Table 2).

Palisade grass coverage: it was modified ($p \leq 0.05$) by effect of the treatments and time (Table 3). Since treatment application to 75 DDAT, the highest palisade grass coverage was in the chemical weed control treatment; coverage values ranged from 96 to 99%. In weeding treatments and weeding + fertilization, coverage at 30 and 60 DDAT was 63 and 43% lower than the control and at 75 DDAT was similar to this. In treatments that included harrowing, at 75 DDAT, obtained the lowest coverage of palisade grass, which was 72% lower than control.

baja durante todo el periodo de evaluación; así a 440 DDAT, con chapeo + rastra y con chapeo + fertilización + rastra la cobertura fue 25 y 19% inferior a la del testigo, respectivamente (Cuadro 3).

In evaluations made at 320, 390 and 440 DDAT on chemical weed control plots, showed higher coverage of palisade grass, with values above 90% in the three samplings, except for the treatment with 2,4-D whose coverage was 81, 83,

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos en la cobertura del pasto Insurgente (%) a diferentes tiempos después de su aplicación.
Table 3. Treatments effect on palisade grass coverage (%) at different times after its application.

Tratamientos	Dosis (g ia ha ⁻¹)	DDAT					
		30	60	75	320	390	440
Testigo	-	33 b	51 c	52 b	46 b	62 c	81 b
Chapeo	-	12 bc	34 d	54 b	51 b	64 c	83 b
Chapeo + rastra	-	2 c	12 e	15 c	22 cd	34 d	60 c
Chapeo + fertilización	-	12 bc	26 d	49 b	32 c	49 d	82 b
Chapeo + fertilización + rastra	-	3 c	10 e	14 c	16 d	35 d	65 c
2,4-D	958	72 a	73 b	96 a	81 a	83 b	92 ab
Aminopyralid + 2,4-D	27 + 540	76 a	79 ab	99 a	92 a	92 ab	98 a
Picloram + 2,4-D	60 + 600	75 a	78 ab	99 a	90 a	94 ab	96 a
Picloram + 2,4-D	192 + 720	72 a	84 ab	99 a	88 a	95 a	98 a
Metsulfurón metil	6	85 a	92 a	98 a	94 a	92 ab	98 a
Aminopyralid + metsulfurón metil	24.9 + 3.8	76 a	86 ab	99 a	90 a	94 ab	99 a

ia= ingrediente activo; fertilización= 46-23-00 de N, P y K; DDAT= días después de la aplicación de los tratamientos. Letras diferentes en columna indican diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Cobertura de malezas. La cobertura de la maleza fue afectada ($p \leq 0.05$) por los tratamientos y el tiempo (Cuadro 4). En todas las evaluaciones, los tratamientos de control químico tuvieron la menor cobertura de malezas a 30 DDAT, los valores oscilaron de 1 a 9% a 60 DDAT, de 0 a 6% y a 75 DDAT de 0 a 3%. Los tratamientos de chapeo + fertilización + rastra y chapeo + rastra presentaron las coberturas más altas; a 75 DDAT, fueron superiores al testigo en 64 y 29%, respectivamente; mientras que, con chapeo y chapeo + fertilización, la cobertura de la maleza fue estadísticamente similar a la del testigo (Cuadro 4). En el periodo de lluvias de 2012, se observó la menor cobertura de malezas en los tratamientos de control químico de la maleza, con valores que oscilaron del 1 al 14%; mientras que en el testigo y en los tratamientos con labores mecánicas la cobertura de la maleza disminuyó paulatinamente, presentándose la menor cobertura a 440 DDAT. Los tratamientos en los que se aplicó rastra presentaron la cobertura de malezas más alta; en chapeo + rastra, fue de 53, 44 y 26% y, en chapeo + fertilización + rastra, de 61, 35, y 27%; los cuales, son valores más altos que los del testigo a 320, 390 y 440 DDAT (Cuadro 4).

and 92% at 320, 390 and 440 DDAT. Weeding had coverage statistically similar to the control, while with weeding + fertilizer, palisade grass coverage at 320 and 390 DDAT was lower by 30 and 22% to control and at 440 DDAT was statistically equal to control. In harrowing treatments palisade grass showed the lowest coverage throughout the evaluation period; thus at 440 DDAT with weeding + harrowing and with weeding + fertilization + harrowing coverage was 25 and 19% lower than control, respectively (Table 3).

Weed coverage: weed coverage was affected ($p \leq 0.05$) by the treatments and time (Table 4). In all evaluations, chemical control treatments had the lowest weed coverage at 30 DDAT, values ranged from 1 to 9% at 60 DDAT, from 0 to 6% and at 75 DDAT from 0 to 3%. Weeding + fertilization + harrowing and weeding + harrowing treatments showed the highest coverage; at 75 DDAT, were higher than control in 64 and 29%, respectively; while with weeding and weeding + fertilization, weed coverage was statistically similar to control (Table 4). In the rainy season from 2012, the lowest weed coverage was observed in the chemical weed control

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en la cobertura de maleza (%) a diferentes tiempos después de su aplicación.
Table 4. Treatments effect on weed coverage (%) at different times after its application.

Tratamientos	Dosis (g ia ha ⁻¹)	DDAT					
		30	60	75	320	390	440
Testigo	-	47 b	33 c	39 bc	46 bc	29 bc	14 b
Chapeo	-	67 a	41 b	33 c	32 c	23 cd	14 b
Chapeo + rastra	-	53 b	45 b	50 b	53 ab	44 a	26 a
Chapeo + fertilización	-	64 a	54 a	38 bc	38 c	27 bc	11 b
Chapeo + fertilización + rastra	-	70 a	55 a	64 a	61 a	35 ab	27 a
2,4-D	958	7 c	6 d	3 d	12 d	14 de	4 bc
Aminopyralid + 2,4-D	27 + 540	1 c	1 d	0 d	1 d	4 ef	2 c
Picloram + 2,4-D	60 + 600	2 c	2 d	1 d	3 d	3 f	3 bc
Picloram + 2,4-D	192 + 720	1 c	0 d	0 d	2 d	2 f	2 c
Metsulfurón metil	6	9 c	2 d	2 d	1 d	5 ef	2 c
Aminopyralid + metsulfurón metil	24.9 + 3.8	3 c	1 d	0 d	2 d	5 ef	1 c

ia= ingrediente activo; fertilización= 46-23-00 de N, P y K; DDAT= días después de la aplicación de los tratamientos. Letras diferentes en columna indican diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Densidad de plantas de pasto Insurgente. La densidad de plantas de pasto Insurgente presentó cambios significativos ($p \leq 0.05$) por efecto de los tratamientos (Cuadro 5). Durante el periodo experimental, la menor densidad de plantas se presentó en tratamientos que incluyeron el uso de rastra, cuyos valores oscilaron de 2.4 plantas m⁻² a 30 DDAT a 4.5 plantas m⁻² a 440 DDAT. Por otra parte, en los tratamientos de control químico de maleza, se observó la más alta densidad de pasto Insurgente; a 30 DDAT la densidad varió de 4.3 a 5.8 plantas m⁻² y, para 440 DDAT, fue de 7 a 8.5 plantas m⁻².

Densidad de plantas de maleza. Se detectó efecto significativo ($p \leq 0.05$) en la población de malezas por efecto de tratamientos. A 60 DDAT, en los tratamientos de control químico, se encontró la menor densidad de maleza (menos de 6 plantas m⁻²); mientras que, en tratamientos que incluyeron chapeo, rastra y fertilización, ésta fue superior entre 290 y 350% respecto a aquella del testigo (Cuadro 6).

Biomasa de pasto Insurgente. La biomasa de pasto Insurgente presentó cambios significativos ($p \leq 0.05$) por efecto de tratamientos (Cuadro 7). A 75 DDAT, la mayor producción de biomasa se obtuvo en tratamientos de control químico de maleza, superando al testigo en 38%; el tratamiento de 2,4-D, fue el que produjo menos biomasa, superó al testigo en 22% y en los tratamientos de labores agrícolas la biomasa producida fue menor respecto al testigo.

treatment, with values ranging from 1 to 14%; while in control and treatments with mechanical work, weed coverage decreased gradually, presenting the lowest coverage at 440 DDAT. Treatments in which harrowing was applied weed coverage was higher; in weeding + harrowing, was 53, 44 and 26% and in weeding + fertilization + harrowing, 61, 35, and 27%; which are higher values than those from control at 320, 390 and 440 DDAT (Table 4).

Plant density of palisade grass: plant density of palisade grass showed significant changes ($p \leq 0.05$) by effect of treatments (Table 5). During the experimental period, the lowest plant density was for the treatments that included harrowing, whose values ranged from 2.4 plants m⁻² at 30 DDAT to 4.5 plants m⁻² at 440 DDAT. Moreover, chemical weed control treatment showed the highest density of palisade grass; at 30 DDAT density ranged from 4.3 to 5.8 plants m⁻² and at 440 DDAT, was 7 to 8.5 plants m⁻².

Weed plant density: a significant effect was detected ($p \leq 0.05$) in weed population by effect of treatments. At 60 DDAT in chemical control treatments, showed the lowest density of weeds (less than 6 plants m⁻²); while in treatments that included weeding, harrowing and fertilization, it was over between 290 and 350% regarding control (Table 6).

Palisade grass biomass: palisade grass biomass showed significant changes ($p \leq 0.05$) by effect of treatment (Table 7). At 75 DDAT, the highest biomass production

Cuadro 5. Cambios en la densidad de pasto Insurgente (plantas m⁻²) a diferentes tiempos después de la aplicación de los tratamientos de rehabilitación de la pradera de pasto Insurgente.

Table 5. Changes in palisade grass density (plants m⁻²) at different times after the application of rehabilitation treatments of palisade grass meadow.

Tratamientos	Dosis (g ia ha ⁻¹)	DDAT				
		Inicial	60	320	390	440
Testigo	-	4.9	4 bc	5 b	5.8 bc	5.3 d
Chapeo	-	5	3.4 cd	4.8 b	5.5 c	6 cd
Chapeo + rastra	-	4.9	2.4 d	3.3 bc	2.7 d	3.8 e
Chapeo + fertilización	-	5.1	3 d	3.5 bc	5.7 c	6.5 bcd
Chapeo + fertilización + rastra	-	4.7	2.5 d	2.8 c	3.2 d	4.5 e
2,4-D	958	4.4	4.3 bc	6.8 a	8.2 a	8 ab
Aminopyralid + 2,4-D	27 + 540	4.7	4.3 bc	6.7 a	7.3 ab	7.0 abcd
Picloram + 2,4-D	60 + 600	4.1	5 ab	7.6 a	7.5 ab	7.3 abc
Picloram + 2,4-D	192 + 720	4.2	5.8 a	7.2 a	6.8 abc	7.2 abc
Metsulfurón metil	6	5.7	4.6 b	7.7 a	7 abc	7.1 abc
Aminopyralid + metsulfurón metil	24.9 + 3.8	4.5	4.9 ab	7.1 a	7.8 a	8.5 a

ia= ingrediente activo; fertilización= 46-23-00 de N, P y K; DDAT= días después de la aplicación de los tratamientos. Letras diferentes en columna indican diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Cuadro 6. Densidad de maleza (plantas m⁻²) al inicio del experimento y a 60 días después de la aplicación de tratamientos (DDAT) de rehabilitación de la pradera de pasto Insurgente.

Table 6. Weed density (plants m⁻²) at the beginning of the experiment and at 60 days after application of treatments (DDAT) of rehabilitation of palisade grass meadow.

Tratamientos	Dosis (g ia ha ⁻¹)	DDAT	
		Inicial	60 DDAT
Testigo	-	43.8	17.4 b
Chapeo	-	41.4	50.6 a
Chapeo + rastra	-	42.9	54.5 a
Chapeo + fertilización	-	45.5	61.8 a
Chapeo + fertilización + rastra	-	56.3	54.4 a
2,4-D*	958	57.3	6.3 c
Aminopyralid + 2,4-D	27 + 540	58.1	1.3 c
Picloram + 2,4-D	60 + 600	59.4	2.4 c
Picloram + 2,4-D	192 + 720	56	0.2 c
Metsulfurón metil	6	46.2	2.1 c
Aminopyralid + metsulfurón metil	24.9 + 3.8	46.4	1.4 c

ia=ingrediente activo; fertilización= 46-23-00 de N, P y K. Letras diferentes en columna indican diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Cuadro 7. Biomasa acumulada de pasto Insurgente (kg de MS ha⁻¹) a diferentes tiempos después de la aplicación de tratamientos de rehabilitación de la pradera.

Table 7. Biomass accumulation of palisade grass (kg MS ha⁻¹) at different times after application of rehabilitation treatments in the meadow.

Tratamientos	Dosis (g ia ha ⁻¹)	DDAT			
		75	320	390	440
Testigo	-	4481 c	731 b	1830 bc	3363 cd
Chapeo	-	1448 d	760 b	1876 bc	2780 de
Chapeo + rastra	-	726 e	357 c	974 d	1887 f
Chapeo + fertilización	-	1437 d	592 bc	1502 c	3377 cd
Chapeo + fertilización + rastra	-	629 e	471 c	1411 cd	2576 e
2,4-D	958	5475 b	1122 a	1548 c	4661 a
Aminopyralid + 2,4-D	27 + 540	5960 ab	1370 a	1910 bc	4120 ab
Picloram + 2,4-D	60 + 600	6357 a	1218 a	1895 bc	3856 bc
Picloram + 2,4-D	192 + 720	6260 a	1160 a	2596 a	3751 bc
Metsulfurón metil	6	6381 a	1256 a	2225 ab	4719 a
Aminopyralid + metsulfurón metil	24.9 + 3.8	5964 ab	1199 a	2233 ab	4131 ab

ia=ingrediente activo; fertilización= 46-23-00 de N, P y K; DDAT= días después de la aplicación de los tratamientos. Letras diferentes en columna indican diferencia significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Al inicio de la estación de lluvias de 2012, a 320 DDAT, en los tratamientos de control químico se presentó la mayor producción de biomasa de pasto Insurgente, de 1 122 a 1 370 kg de MS ha⁻¹. La biomasa en los tratamientos de chapeo y chapeo + fertilización, fue estadísticamente igual a la del testigo; mientras que, en los tratamientos con rastra, la biomasa fue inferior a la del testigo. Al avanzar la temporada de lluvias, a 390 y 440 DDAT, la producción de biomasa de pasto Insurgente del testigo se incrementó y fue estadísticamente semejante a la de algunos de los tratamientos de control químico. En los tratamientos de chapeo y chapeo + fertilización, la biomasa fue estadísticamente igual al testigo; mientras que, en los dos tratamientos con rastra, fue menor respecto al testigo a 320, 390 y 440 DDAT.

Discusión

El grado de degradación de una pradera se puede determinar por la cobertura vegetal de la especie deseable, así como aquella de las especies indeseables o maleza, las áreas descubiertas de vegetación y la producción de biomasa (Padilla *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004). La pradera experimental tenía una cobertura inicial de pasto Insurgente de 27.2%, de malezas de 55.7%, y otros pastos de 14%, lo que indica que es una pradera con un nivel de

was obtained in chemical weed control treatments, exceeding control by 38%; treatment 2,4-D was the one that produced less biomass, exceeding control by 22% and in agricultural works treatments produced biomass was lower than control.

At the beginning of the rainy season from 2012, at 320 DDAT, in chemical control treatments biomass production of palisade grass increased from 1122 to 1370 kg MS ha⁻¹. Biomass in weeding and weeding + fertilization treatments were statistically equal to control; whereas in the treatments with harrowing, biomass was lower than control. As the rainy season advances at 390 and 440 DDAT, biomass production of palisade grass from control increased and was statistically similar to that of some of the chemical control treatments. In weeding and weeding + fertilization treatments, biomass was statistically equal to control; whereas, in the two harrowing treatments, it was lower than the control at 320, 390 and 440 DDAT.

Discussion

The degradation degree of a meadow can be determined by the vegetation cover of desirable species, as well as that of the undesirable species or weeds, bare areas of vegetation

degradación moderado (Padilla *et al.*, 2009). Con el control químico de malezas, la cobertura del pasto Insurgente se incrementó a valores cercanos a 90% o superiores, lo que indica que la pradera llegó a ser productiva.

El mayor incremento en la cobertura de pasto Insurgente con los tratamientos de herbicidas, se debió a un control eficiente de maleza, sin dañar al pasto, debido a que éstos tienen acción sistémica, destruyen toda la planta, evitando que rebrote, lo cual se reflejó en una menor cobertura y densidad de malezas (Cuadro 4; Cuadro 6). Estos resultados son concordantes con los reportados por Esqueda y Tosquy (2007) en pasto Pangola. Debido a que las malezas compiten por espacio y nutrientes con la especie de interés y además las inmovilizan en sus tejidos (Moreno *et al.*, 2000; Dias-Filho, 2007), al ser controladas, dejaron nutrientes y espacio disponibles para el crecimiento del pasto Insurgente, lo que favoreció su desarrollo, manifestándose en incremento en la cobertura y mayor acumulación de biomasa (Cuadros 3; Cuadro 7), similar a lo determinado por Esqueda y Tosquy (2007), en pasto Pangola; Esqueda *et al.* (2009), en pasto Estrella de África y Esqueda *et al.* (2010), en pasto Llanero.

Los tratamientos de chapeo y chapeo + fertilización no fueron eficientes para la rehabilitación de la pradera, teniéndose una condición similar a la del testigo. Esto se debió a que solamente proporcionaron control temporal de la maleza, permitiendo la formación de nuevos rebrotes y la emergencia de plantas nuevas a partir de la reserva de semillas del suelo (Silva y Dias-Filho, 2001; Valbuena y Acosta, 2006; Pellegrini *et al.*, 2007) lo cual concuerda con los resultados de otros experimentos (Valbuena y Acosta, 2006; Esqueda y Tosquy, 2007; Pellegrini *et al.*, 2007; Esqueda *et al.*, 2009; Esqueda *et al.*, 2010), las cuales llegaron a tener una cobertura y densidad similar al testigo. La presencia de maleza tuvo efecto negativo en el crecimiento de la especie deseable (Moreno *et al.*, 2000; Dias-Filho, 2007), que se reflejó en baja acumulación de biomasa del pasto Insurgente, como también ha sido reportado en Estrella de África, Llanero y Pangola (Esqueda y Tosquy, 2007; Pellegrini *et al.*, 2007; Esqueda *et al.*, 2009; Esqueda *et al.*, 2010).

Los tratamientos de chapeo + rastra y chapeo + fertilización + rastra tuvieron efecto negativo en la pradera, debido a que la rastra dañó tanto a las malezas como al pasto Insurgente, ocasionando la reducción del número de plantas, cobertura y biomasa de éste (Cuadro 3, Cuadro 5 y Cuadro 7) y por tanto, anulando una posible respuesta de la aplicación de fertilizante, lo que concuerda con los resultados de Silva

and biomass production (Padilla *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2004). The experimental meadow had an initial coverage of palisade grass of 27.2%, weeds 55.7% and other grasses 14%, indicating that it is a meadow with a moderate level of degradation (Padilla *et al.*, 2009). With chemical weed control, palisade grass coverage increased to values close to 90% or higher, indicating that the meadow became productive.

The largest increase in coverage of palisade grass with herbicide treatments was due to efficient weed control without damaging the grass, because these have a systemic action, destroying the whole plant, preventing re-growth, which reflected in less coverage and weed density (Table 4; Table 6). These results are consistent with those reported by Esqueda and Tosquy (2007) Pangola grass. Because weeds compete for space and nutrients with the species of interest and also immobilize them in their tissues (Moreno *et al.*, 2000; Dias-Filho, 2007), when controlled, left nutrients and space available for growth of palisade grass, favoring its development, manifesting itself in increased coverage and greater accumulation of biomass (Tables 3; Table 7), similar to that determined by Esqueda and Tosquy (2007), in Pangola grass; Esqueda *et al.* (2009), in Estrella de Africa grass and Esqueda *et al.* (2010), in Llanero grass.

Weeding and weeding + fertilization treatments were not efficient for the rehabilitation of the meadow, having a similar condition to that of control. This was because only provided temporary weed control, allowing the formation of new growths and the emergence of new plants from seeds in the soil (Silva Dias-Filho, 2001, Valbuena and Acosta, 2006; Pellegrini *et al.*, 2007) which is consistent with the results of other experiments (Valbuena and Acosta, 2006; Esqueda and Tosquy, 2007; Pellegrini *et al.*, 2007; Esqueda *et al.*, 2009; Esqueda *et al.*, 2010), which reached coverage and density similar to control. The presence of weeds had a negative effect on the growth of desirable species (Moreno *et al.*, 2000; Dias-Filho, 2007), which reflected in low biomass accumulation of palisade grass, as has been reported in Estrella de Africa, Llanero and Pangola (Esqueda and Tosquy, 2007; Pellegrini *et al.*, 2007; Esqueda *et al.*, 2009; Esqueda *et al.*, 2010).

Weeding + harrowing and weeding + fertilization + harrowing had negative effect on the meadow, because harrowing damaged both weeds and palisade grass, causing reduction in the number of plant, coverage and biomass of this (Table 3, Table 5 and Table 7) and therefore nulling a

et al. (2004) en *Brachiaria humidicola*. Debido al daño a las plantas, la densidad de pasto Insurgente, en estos tratamientos, fue inferior al número óptimo establecido, de cuatro a ocho plantas m⁻² (Ara *et al.*, 2004); los demás tratamientos y el testigo mantuvieron la densidad de plantas dentro del intervalo óptimo. Los espacios dejados por la muerte de plantas de pasto Insurgente fueron ocupados por la maleza generada de los rebrotes y la reserva de semilla (Silva y Dias-Filho, 2001; Valbuena y Acosta, 2006; Pellegrini *et al.*, 2007) resultando en una mayor cobertura y biomasa de maleza.

Conclusiones

El control químico de maleza con 2,4-D, picloram + 2,4-D, metsulfurón metil y aminopyralid + metsulfurón metil, mejora la condición de la pradera: aumenta la cobertura del pasto Insurgente, disminuye la cobertura y densidad de malezas, dando como resultado mayor acumulación de biomasa de pasto Insurgente.

Los tratamientos de chapeo + rastra y chapeo + fertilización + rastra deterioraron la condición de pradera: disminuyeron la cobertura, densidad y producción de biomasa del pasto Insurgente y se incrementó la cobertura de malezas.

El chapeo y chapeo + fertilización no mejoran la condición de la pradera.

Literatura citada

- Ara, G. M.; Reyes, A. C.; Ramos, C. O. y Clavo, P. Z. 2004. Fertilización con fósforo y control de malezas para el establecimiento de *Brachiaria brizantha* a escala comercial. Rev. Investigaciones Veterinarias del Perú. 15(2):92-99.
- Boddey, R. M.; Macedo, R.; Tarré, R. M.; Ferreira, E.; Oliveira, O. C. de; Rezende, C de P.; Cantarutti, R. B.; Pereira, J. M.; Alves, B. J. R. and Urquiaga, S. 2004. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. Agric. Ecosys. Environ. 103:389-403.
- Calderón, R. R. C.; Hernández, V. J. O.; Olazarán, J. S.; Ramírez, G. J. J. M.; Rosete, F. J. V.; Ríos, U. A.; Galaviz, R. J. R.; Vega, M. V. E.; Castañeda, M. O. G.; Aguilar, B. U. y Lagunes, L. J. 2007. Manual ilustrado para el manejo de la lechería tropical especializada con bovinos. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental La Posta. Sitio Experimental las Margaritas. Puebla, México. Libro técnico Núm. 18. 133 p.
- Cox, G. W. 1980. Laboratory manual of general ecology. 1st (Ed.). William C. Brown Company Publishers. Dubuque, IA, USA. 237 p.

possible response of fertilizer application, consistent with the results of Silva *et al.* (2004) in *Brachiaria humidicola*. Due to the damage to plants, palisade grass density in these treatments were lower than the optimal set number, four to eight plants m⁻² (Ara *et al.*, 2004); the rest of the treatments and control maintained plant density within the optimum range. The spaces left by the death of palisade grass plants were occupied by weeds generated from new growths and seed reserve in soil (Silva Dias-Filho, 2001; Valbuena and Acosta 2006; Pellegrini *et al.*, 2007) resulting in higher coverage and weed biomass.

Conclusions

Chemical weed control with 2,4-D, picloram + 2,4-D, metsulfuron methyl and aminopyralid + metsulfuron methyl, improves the condition of the meadow: increasing the coverage of palisade grass, reduces weed coverage and density, resulting in greater biomass accumulation of palisade grass.

Weeding + harrowing and weeding + fertilization + harrowing deteriorated the condition of the meadow: reducing coverage, density and biomass production of palisade grass and increase of weed cover.

Weeding and weeding + fertilization do not improve the condition of the meadow.

End of the English version



- Dias, F. M. B. 2007. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 3^a (Ed.). EMBRAPA. Amazonia Oriental. Belén, PA, Brasil. 190 p.
- Enríquez, Q. J. F.; Meléndez, N. F. y Bolaños, A. E. D. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. División Pecuaria. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Veracruz, México. Libro técnico Núm. 7. 262 p.
- Enríquez, Q. J. F. y Romero, M. J. 1999. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla, Veracruz. Agrociencia. 33(2):141-148.
- Esqueda, E. V. A.; Montero, L. M. y Juárez, L. F. I. 2009. Efecto de métodos de control de malezas en la productividad y calidad del pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg.). Tropical and Subtropical Agroecosystems. 10(3):393-404.
- Esqueda, E. V. A.; Montero, L. M. y Juárez, L. F. I. 2010. El control de arvenses en la productividad y calidad del pasto Llanero. Agron. Mesoam. 21(1):145-157.

- Esqueda, E. V. A. y Tosquy, V. O. H. 2007. Efectividad de métodos de control de malezas en la producción de forraje del pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). Agron. Mesoam. 18(1):1-10.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- González, M. J. A. y Meléndez, N. F. 1980. Efecto de la presión de pastoreo sobre la producción de carne en praderas tropicales. Boletín CA-6. 2ª ed. SARH. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Rama de Ciencia Animal. H. Cárdenas, Tabasco, México. 38 p.
- Holmann, F.; Argel, P.; Rivas, L.; White, D.; Estrada, R. D.; Burgos, C.; Pérez, E.; Ramírez, G. y Medina, A. 2004. ¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación desde la perspectiva de productores y extensionistas en Honduras. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. International Livestock Research Institute. Cali, Colombia. Documento de trabajo Núm. 196. 34 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (INEGI). 2007. Censo Agropecuario. Censo agrícola, ganadero y forestal 2007. Disponible: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca2007/Resultados_Agricola/default.aspx.
- Modesto, J. M. S. e Mascarenhas, R. E. B. 2001. Levantamento da infestação de plantas daninhas associada a uma pastagem cultivada de baixa produtividade no Nordeste Paraense. Planta Daninha. 19(1):11-21.
- Moreno, G. L. E.; Uribe, F.; Navia, E. J. F.; Parra, F. y Reyes, B. 2000. Capacitación a pequeños ganaderos. Manejo de Praderas. No. 5. CORPOICA. Palmira, Valle del Cauca, Colombia. 50 p.
- Oliveira, O. C. de; Oliveira, I. P. de; Alves, B. J. R.; Urquiaga, S. and Boddey, R. M. 2004. Chemical and biological indicators of decline/degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. Agriculture, Ecosystems and Environment. 103:289-300.
- Padilla, C.; Crespo, G. y Sardiñas, Y. 2009. Degradación y recuperación de pastizales. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 43(4):351-354.
- Padilla, C. y Sardiñas, Y. 2005. Degradación y recuperación de los pastizales. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 39(número especial):515-521.
- Pellegrini, L. G. de; Nabinger, C.; Faccio, C. P. C. y Neumann, M. 2007. Diferentes métodos de controle de plantas indesejáveis em pastagem nativa. Revista Brasileira de Zootecnia. 36(5):1247-254.
- Ramírez, R. O.; Silva, S. C. da; Hernández, G. A.; Enríquez, Q. J. F.; Pérez, P. J.; Quero, C. A. R. y Herrera, H. J. G. 2011. Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv. 'Mombaza' cosechado en diferentes intervalos de corte. Revista Fitotecnia Mexicana. 34(3):213-220.
- Rincón, C. A. 2006. Factores de degradación y tecnología de recuperación de praderas en los Llanos Orientales de Colombia. Boletín Técnico Núm. 49. 2ª ed. CORPOICA. Villavicencio, Meta, Colombia. 78 p.
- SIAP. 2013. Población ganadera 2003-2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible: http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/bovino.pdf.
- Silva, D. S. M. e Dias, F. M. B. 2001. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com pastagens de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola* de diferentes idades. Planta Daninha. 19(2):179-185.
- Silva, M. C. da; Ferreira, dos S. M. V.; Batista, D. Jr. J. C. Andrade, L. M. de; Ydoyaga, S. D. F.; Farias, I. y Santos, V. F. dos. 2004. Avaliação de métodos para recuperação de pastagens de braquiária no agreste de Pernambuco. 1. Aspectos quantitativos. Revista Brasileira de Zootecnia. 33(6, supl 2):1999-2006.
- Spain, J. M. y Gualdrón, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. In: Lascano, C. E. y Spain, J. (eds.). Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoques de investigación. VI Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 269-283 pp.
- Statistical Analysis System (SAS) 2002. Software version 9.0 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Steel, R. G. D. y Torrie, J. H. 1988. Bioestadística, principios y procedimientos. 2ª ed. en inglés. Martínez, B. R. (trad.). Mc. Graw Hill. México, D. F. 622 p.
- Valbuena, N. J. y Acosta, C. 2006. Control de malezas dicotiledóneas en los rendimientos del pasto Estrella (*Cynodon lemfuensis* Vanderyst). In: Tejos, M. R. (ed.). Memoria X Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. Maracaibo, Venezuela. 34-42 pp.