



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

CAMPUS LOMA BONITA



LICENCIATURA EN ZOOTECNIA

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL PASTO *Urochloa brizantha* (Hochst.
ex A. Richard) Staff., CV. INSURGENTE, COSECHADO A DIFERENTES
ALTURAS DE CORTE

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ZOOTECNIA

PRESENTA:
USIEL REYES CAMPECHANO

ASESOR DE TESIS:
DR. BERTÍN MAURILIO JOAQUÍN TORRES

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO, 2016

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería en México es de vital importancia, ya que genera más de un millón de empleos permanentes. Esta actividad es la principal fuente de proteína en la alimentación humana. Se ha indicado que en la producción animal más del 55 % de los costos se destinan a alimentos balanceados. El consumo de alimento balanceado por parte de la ganadería bovina de leche en el 2008 fue de 4,450 millones de toneladas, esto respecto a un 17.1 % del total de alimentos balanceados en México durante ese mismo año (SAGARPA, 2010), de ahí que una forma de abaratar los costos en la alimentación del ganado, es la utilización de los forrajes, los cuales se usan en pastoreo con mayor frecuencia en la región tropical del país (Feria, 2006).

En el estado de Oaxaca, México, la ganadería bovina constituye una de las principales actividades económicas, ya que en el 2014 se sacrificaron 283,886 cabezas de ganado generando un valor de más de dos millones de pesos (SAGARPA, 2015). La superficie total del estado es de 94 mil km² de los cuales el 24.5 % (2.3 millones de ha) se utilizan para la ganadería. Dentro de esta superficie se incluyen las áreas de pastos naturales e introducidos, arbustos, hierbas y matorrales (INEGI, 2006).

En el trópico la productividad animal es menor a la obtenida en las zonas templadas, debido a la menor calidad de los forrajes, altas temperaturas, animales con bajo potencial genético y humedad ambiental que ocasionan en los animales una disminución en el consumo durante las horas más calurosas

del día. Sin embargo, la introducción de nuevas especies forrajeras mejoradas, y su adecuado manejo con animales puede aumentar la productividad animal (Feria, 2006).

En general, en el trópico, los pastos constituyen la base de la alimentación animal. Sin embargo, el problema principal de la alimentación animal es la baja disponibilidad de forraje durante la época de sequía (Martínez, 2006). La limitante de la baja producción de forraje en el trópico, es la baja fertilidad de los suelos, los cuales se caracterizan por la presencia de balances negativos en su contenido de nutrientes tales como Ca^{2+} , P^{3+} , K^{3+} y Mg^{2+} (Musálem, 2002), lo cual ocasiona una disminución del rendimiento de materia seca y, en consecuencia, una baja ganancia diaria de peso de los rumiantes en condiciones de pastoreo.

En la actualidad, las gramíneas mejoradas como *Urochloa brizantha* (hochst. Ex A. Richard) Staf., es la especie que mejor se adapta a suelos ácidos de baja a mediana fertilidad e inundaciones temporales, así como a sequías (Lascano *et al.*, 2002). El rendimiento y calidad del forraje de esta especie, como en la mayoría de las gramíneas tropicales, depende de varios factores tales como la especie, cultivar, condiciones climáticas y manejo de la pradera (Juárez y Bolaños, 2007).

En el manejo de la pradera, la altura de corte es un factor de gran importancia, ya que a mayor altura de corte, la planta tiene mayor cantidad de reservas para poder tener un desarrollo más rápido, aumentando la producción de la planta y nutrición de la misma. Al respecto, Dos Santos *et al.* (2008)

concluyeron que la mejor altura de pastoreo es a los 15 cm para *U. brizantha* cv. Marandu, ya que con ello se obtiene mayor producción de materia seca. Aunque de acuerdo con Fischer (2004), la altura de pastoreo está en función de la estación del año: de 20-30 cm para primavera-verano y 10-20 cm para otoño-invierno.

El presente estudio tiene la finalidad de determinar la altura óptima de pastoreo sobre el comportamiento productivo y morfológico de *U. brizantha* cv. Insurgente, en diferentes épocas del año (Lluvias, Nortes y Sequia).

2. OBJETIVO

Evaluar el efecto de la altura de corte sobre el comportamiento productivo del pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en diferentes épocas del año (Lluvias, Nortes, Sequia).

3. HIPÓTESIS

En el pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente el rendimiento de materia seca, altura de planta, tasa de crecimiento y composición morfológica (proporción en peso de hojas, tallos, inflorescencias y material muerto) varían con la altura de corte y época del año.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen, características botánicas y agronómicas de *Urochloa brizantha*.

El cultivar de pasto Insurgente fue liberado en 1984 en Brasil con el nombre de Marandu por EMBRAPA; en la región de Ibirarema, Sao Paulo, Brasil, que provenía de la Estación de Investigación en Pasturas de Marandella, Zimbawe (Miles *et al.*, 1998). Los cultivares de *Urochloa* disponibles en México son Insurgente, Libertad (MG4) y Toledo (MG5) liberado en Costa Rica en el año 2000 (Enríquez y Quero, 2006).

Urochloa brizantha (Hochst. ex A. Richard) Staff., tiene su centro de origen genético en África oriental tropical. Se encuentra distribuida en Madagascar, Sri Lanka, Australia, Surinam, Brasil y México. En Brasil el cultivar Marandu es el más utilizado. Esta especie es una gramínea perenne de crecimiento amacollado, con tallos erectos, nudos prominentes y glabros, que miden más de 1 m de altura. Sus hojas pueden ser glabras o vellosas, lineares o lineares-lanceoladas de 5 a 40 cm de longitud y de 6 a 15 mm de ancho. La inflorescencia es una panícula de aproximadamente 40 cm de longitud, formada por 2 a 8 racimos de 5 a 15 cm de largo con un raquis estrecho. Las espiguillas miden de 4 a 6 mm de largo, glabras o con pocas vellosidades cerca del ápice y están dispuestas en dos hileras (Bogdan, 1997; Enríquez y Quero, 2006). Presenta una alta tolerancia a la mosca pinta, tolera el fuego y heladas leves. Difiere de *U. decumbes* en que las espiguillas tienen un borde subapical de

largos vellos purpúreos y las espiguillas son más largas (Skerman y Riveros, 1992). En el Cuadro 1 se presenta su clasificación taxonómica.

Los rendimientos de semilla varían entre 50 y 150 kg ha⁻¹, de semilla pura. Las semillas tienen una latencia de corta duración; sin embargo, con buen almacenamiento y escarificación pueden llegar a 80 % de germinación a ocho meses después de la cosecha (Peters *et al.*, 2002).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Urochloa brizantha*.

Categoría taxonómica	Nombre
Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheophyta
Superdivision:	Spermatophyta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Paniceae
Género:	<u>Urochloa</u>
Especie:	<u>Brizantha</u>

Fuente: (Bogdan, 1997).

Los cultivares de *Urochloa brizantha* son los siguientes: Marandu (CIAT 6780, Brasil); Diamantes 1 (CIAT 6780, Costa Rica); Brizantha (CIAT 6780, Cuba); Insurgente (CIAT 6780, México); Gigante (CIAT 6780, Venezuela) (Peters *et al.*, 2002).

Urochloa brizantha se adapta a suelos con pH de 4 a 8, de mediana a alta fertilidad, con un buen drenaje. Crece desde el nivel del mar hasta los 1,800 m, y precipitaciones de 1,000 a 3,500 mm (Peters *et al.*, 2002).

De un buen establecimiento depende la productividad y persistencia de una pradera; las fallas o fracasos se deben generalmente a varios factores, entre ellos: condiciones climáticas, calidad de semilla, condiciones del suelo, especies elegidas e incidencia de malezas, plagas y enfermedades, así como el manejo de la parcela, ya sea en pastoreo o de corte.

La temperatura óptima para el crecimiento de *U. brizantha* es de 20 a 35 °C. Sus necesidades de precipitación son superiores a los 500 mm. *Urochloa brizantha* se caracteriza por ser resistente a la sequia y tolerar inundaciones, también se adapta a un amplio rango de suelos de mediana a alta fertilidad aunque prefiere suelos ácidos (Skerman y Riveros, 1992).

El establecimiento de *Urochloa brizantha* se realiza empleando semilla botánica o material vegetativo. Cuando la siembra es con material vegetativo, se recomienda que las cepas se encuentren a una distancia de 80 cm (Miles *et al.*, 1998).

Se recomienda utilizar de 3 a 4 kg de semilla ha⁻¹, la cual debe estar previamente escarificada para aumentar su germinación. La profundidad de

siembra debe ser de 1 a 2 cm, o no más de seis veces el tamaño de la semilla (Peters *et al.*, 2002).

La densidad de siembra se calcula tomando en cuenta la calidad física y fisiológica de la semilla, la densidad puede ser afectada por el tamaño de la semilla, ya que la calidad física del cultivo y velocidad de emergencia se ven afectados por este factor (Pérez *et al.*, 2006).

4.2. Características zootécnicas de *Urochloa brizantha*

Cuadrado *et al.* (2004) al evaluar *Urochloa brizantha* cv. marandu, *U. decumbens*, *U. brizantha* 16322 y *U. brizantha* 26110, reportaron que el cultivar Marandu produjo los mayores contenidos de materia seca (MS) por corte (1,400 kg de MS ha⁻¹) y de proteína cruda (9.3 %) en la época de sequía. Asimismo, produjo la mayor ganancia diaria de peso en bovinos (1.25 kg animal⁻¹ día⁻¹), con una carga de 2 unidades animal ha⁻¹. Peters *et al.* (2002) menciona que la producción anual de forraje varía entre 8 y 20 t de MS ha⁻¹. Los contenidos de proteína en praderas bien manejadas están entre 7 a 14 % y la digestibilidad entre 55 y 70 %. La producción de leche es de 8 y 9 kg por animal día⁻¹, con un pastoreo alternado y carga de 3 animales ha⁻¹, produce ganancias de 500 a 750 g animal día⁻¹, tanto en invierno como en verano. Anualmente puede producir ganancias entre 180 a 280 kg animal y de 540 y 840 kg de carne por hectárea (Peters *et al.*, 2002).

4.3. Importancia de la producción de forraje

El incremento de la población en México ocasiona un aumento en insumos (Fitzhugh, 2004). Para ello, se deben explotar al máximo los recursos forrajeros, para poder cubrir la demanda de productos animales en el mercado. Se ha indicado que es factible incrementar la actual carga animal promedio de 1.3 cabezas ha⁻¹ hasta 3 o más cabezas, mediante sistemas de explotación racionales intensivos y sostenibles (Enríquez *et al.*, 1999).

La ganadería en regiones tropicales evolucionó a partir de la introducción de gramíneas mejoradas, las cuales han mostrado mayor producción de forraje, en comparación con las nativas; asimismo, se han adaptado a diversas condiciones de suelo y clima. Las primeras gramíneas que se introdujeron a México fueron los pastos estrella (*Cynodon nlenfuensis*) y pangola (*Digitaria decumbens*) durante los años 60s. Posteriormente, a partir de los 80s, los centros de investigación empezaron a liberar nuevos cultivares de gramíneas forrajeras, de los géneros *Urochloa*, *Andropogon* y *Megathyrsus*, los cuales hasta la fecha ocupan el 25 % del total de la superficie sembrada de praderas (Enríquez, 1991; Enríquez y Romero, 1999).

4.4. Factores que afectan la producción de forraje.

El género *Urochloa* se ha adaptado a diversas altitudes aunque el crecimiento es más lento a 1,600 m que a 1,200 m, en cambio la floración,

producción de semilla y calidad de la misma son mejores a medida que aumenta la altitud, mientras que normalmente no produce semilla en sitios de poca altitud. Esto puede ser por el efecto de la temperatura (Miles *et al.*, 1998).

Se considera que el clima ideal para producir semilla es el que presenta radiación, temperatura y lluvia para el desarrollo del cultivo, así como condiciones estables y sin precipitación al momento de la maduración del grano y cosecha de la semilla (Febles *et al.*, 2009).

4.4.1. Clima

Fotoperiodo. En la región ecuatorial, entre los 5° y 10° N y S del ecuador, el fotoperiodo o duración del día no varía, aunque solo hay una pequeña diferencia en la longitud del día en los meses de junio y diciembre; mas allá del ecuador, estas diferencias son mayores sobre todo en los círculos de los trópicos de Cáncer y Capricornio, donde la duración del día cambia de 10:20 h, durante el invierno a 13:40 h en verano (Bogdan, 1997). La mayoría de los pastos tropicales son indiferentes a la duración del día; sin embargo, hay especies tropicales que bajo condiciones de fotoperiodo largo florecen tempranamente.

Intensidad de luz. La energía solar transmitida en forma de luz es la fuente de energía para la activación del proceso fotosintético de todas las plantas verdes. Esta actividad que resulta de la síntesis de dióxido de carbono (CO₂) del aire con el agua, produce materia orgánica que sirve de base para la

elaboración de todas las otras sustancias orgánicas que las plantas necesitan para su desarrollo.

En las gramíneas de la subfamilia Festucoideae, el proceso de la fotosíntesis sigue la ruta del ciclo de Calvin o ciclo C₃. Mientras que en las de la subfamilia Panicoideae cuyas células del parénquima esponjoso son del tipo Kranz, donde el producto final de la fotosíntesis es de 4 carbonos, a este ciclo fotosintético se le denomina "vía C₄" (Fernández y Johnston, 2006).

La intensidad de luz óptima para que se realice la fotosíntesis por la vía C₄ se logra cuando la hoja alcanza una temperatura de 30 a 40 °C (Fernández y Johnston, 2006).

Temperatura. La temperatura es el principal factor que determina la adaptación de las especies de plantas a diferentes localidades, dado que altera diversas funciones vitales. Entre las actividades afectadas están la velocidad de las reacciones químicas, cambios de estado del agua (hielo o sólida, líquida y vapor), cambios en la estructura y actividad de las macromoléculas, funciones asociadas a la membrana y a la actividad enzimática (Fernández y Johnston, 2006).

En las gramíneas tropicales casi todas las estructuras de crecimiento tales como retoños, tallos, hojas, etc., alcanzan su máximo desarrollo, con temperaturas altas, en comparación con las gramíneas de zonas templadas. Por ejemplo, la formación de clorofila en plantas jóvenes no se lleva a cabo en pastos tropicales hasta que la temperatura del aire alcanza de 10 a 25 °C.

Las gramíneas tropicales poseen mayor capacidad de crecimiento que las del clima templado. Por tanto, estos pastos poseen un mayor potencial de producción de forraje (Fernández y Johnston, 2006).

A medida que la temperatura aumenta, la velocidad de crecimiento se incrementa hasta alcanzar un valor máximo, por encima del cual un aumento de temperatura ocasiona una disminución del crecimiento, ya que se alteran los procesos fisiológicos por desnaturalización de las enzimas y desorganización de la estructura celular. Por el contrario, a bajas temperaturas, se afectan los procesos fisiológicos disminuyendo la velocidad de las reacciones enzimáticas. Entonces, una disminución de algunos grados de temperatura produce un cambio significativo en la tasa de crecimiento. En general, las bajas temperaturas reducen todas las etapas del ciclo de vida de las plantas. Sin embargo, existen determinadas etapas del ciclo que necesitan de temperaturas bajas para que ocurran como por ejemplo: la inducción e incremento de la floración, germinación, inducción y término de la dormancia en semillas y yemas (Fernández y Johnston, 2006).

Lluvia. El agua es vital para la vida de las plantas, tanto para el desarrollo de sus hojas como para la germinación de su semilla. Una insuficiencia de humedad en la cama de siembra causa fracasos en el establecimiento. Así mismo, con la escasez de agua en el suelo puede ocurrir una pobre imbibición de la semilla que solo ocasiona el crecimiento de hongos y pudrición de semillas. Por el contrario, si el abastecimiento de agua es apropiado, la semilla fácilmente puede germinar (Fernández y Johnston, 2006).

El periodo lluvioso se considera óptimo, si dura aproximadamente seis meses, ya que si es más prolongado, se produce un crecimiento vegetativo excesivo y se afecta la floración, así como la aparición de enfermedades fungosas (Febles *et al.*, 2009).

En los trópicos, la precipitación pluvial puede alcanzar hasta más de 3000 mm. En zonas donde la precipitación pluvial anual es esporádica o errática, es necesario tomar en cuenta el pronóstico de lluvias para la siembra y cosecha de forrajes.

4.4.2. pH del Suelo

El grado de acidez es una de las propiedades químicas más importantes en el suelo, en el trópico los suelos poseen un pH igual o menor de 6.5. Generalmente estos suelos se localizan en el sureste de la República Mexicana en los estados de Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Tabasco, clasificados como Andosoles, Cambisoles y Acrisoles (Zetina *et al.*, 2002).

La acidificación del suelo, en zonas tropicales, es el resultado de la intensa precipitación. En suelos incorporados a la explotación agropecuaria, la acidificación se intensifica debido a la extracción de nutrientes del suelo por las plantas, o bien, por la erosión, aplicación de fertilizantes nitrogenados (amoniacales). Estos factores ocasionan una disminución gradual del pH del suelo, en consecuencia disminuye la productividad agropecuaria (Zetina *et al.*, 2002).

En las regiones tropicales los suelos se caracterizan por ser ácidos, presentar niveles altos de aluminio y magnesio intercambiable, además poseen una baja disponibilidad de nutrientes y materia orgánica, que afectan en forma negativa el crecimiento y persistencia de la mayoría de las especies forrajeras (Rao *et al.*, 1996; Zetina *et al.*, 2002). En estas regiones, los suelos son clasificados como ácidos de tipo Acrisol y Nitosol (Enríquez *et al.*, 1999).

4.4.3. Nutrición del cultivo

La aplicación de fertilizantes durante el establecimiento de las praderas tiene como objetivo proveer de nutrientes al suelo para asegurar un desarrollo rápido y vigoroso de las plantas y mejorar la producción de forraje de las praderas. La fertilización se debe realizar en función de un análisis de fertilidad del suelo y de acuerdo con los requerimientos de la especie de planta. Para suelos ácidos, con alta saturación de aluminio, se recomienda aplicar fósforo, calcio, azufre, potasio y nitrógeno (Pérez, s/a).

Para fertilizar se debe tomar en cuenta la fuente de fertilizante y requerimientos nutricionales del cultivo, así como la fertilidad del suelo en el sitio de siembra.

Para el establecimiento de praderas de gramíneas forrajeras se recomienda la siguiente fórmula de fertilización: 100, 22, 41.5, 20 y 20 kg de N, P, K, Mg y S, respectivamente. Posteriormente, al año de siembra, se recomienda una fertilización de mantenimiento, empleando 100, 7, 41.5, 10 y 10

kg de N, P, K, Mg y S, respectivamente. El nitrógeno se recomienda aplicarlo de manera fraccionada en tres (establecimiento, amacollamiento y emisión de inflorescencias) aplicaciones (Peters *et al.*, 2002).

4.5. Crecimiento estacional de los pastos

El forraje que produce una pradera, representa el balance entre la tasa de crecimiento y la pérdida de tejido por senescencia y descomposición, lo cual cambia con cada estación y época del año. Por ejemplo, para el pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) la acumulación de materia seca es mayor en primavera-verano (Hodgson *et al.*, 1981 citado por Velasco *et al.*, 2001). Al respecto, se ha señalado que en el pasto ovillo el tiempo óptimo de cosecha para obtener la mayor producción de forraje depende de la estación del año. Por ejemplo para primavera, verano y otoño la defoliación debe ser a la quinta semana, mientras que para invierno entre la quinta y la sexta semana (Zaragoza *et al.*, 2009).

4.6. Manejo de las praderas

El manejo de praderas es un conjunto de prácticas agronómicas y zootécnicas cuya finalidad es incrementar la producción y calidad nutritiva del forraje durante la fase productiva y mejorar la eficiencia de utilización del pasto por parte del animal, con el fin de mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina (Cuesta *et al.*, 2005).

La alimentación en pastoreo es la más utilizada para el trópico debido al bajo costo de producción y disponibilidad de forraje. Sin embargo, la producción es baja debido al bajo nivel nutritivo de las praderas, a la sequía y manejo deficiente del pastoreo (Cuesta *et al.*, 2005).

En condiciones de pastoreo, los rumiantes son los animales más importantes, ya que pueden aprovechar las plantas que se encuentran en áreas donde no es posible la producción de cultivos. Además los rumiantes tienen valor agregado en los cultivos y subproductos agrícolas, al reciclar nutrientes que mejoran la fertilidad del suelo.

El tiempo de ocupación de una pradera debe ser lo suficientemente corto para que el pasto cosechado por el animal en el principio de ocupación, no vuelva a ser cortado durante el mismo período, ya que cuando el pasto es cosechado, a los pocos días se inicia el proceso de formación de células, comienza la fotosíntesis y reposición de reservas en la raíz. Por tanto, si el animal vuelve a comer la planta en una o varias veces ocasiona reducción de producción de forraje (Fernández, 2007).

El tiempo en que los animales permanecen en un potrero antes de pasar al siguiente, debe ser menor a 24 horas hasta un máximo de dos días en primavera y cuatro días en invierno, ya que tiempos de ocupación mayores perjudican a la pradera por sobre pastoreo del rebrote, como también este tiempo está en función del número de divisiones del terreno o tipo de pastoreo (Reinoso y Soto, 2006; Parga y Teuber, s/a). Como también el descanso de la

pradera debe de ser lo suficiente corto para evitar una sobre maduración de la pradera y una caída drástica del valor nutritivo (Feria, 2006).

El pastoreo debe ser rotacional evitando sobrepastoreo, ajustando la carga animal, adecuando los sistemas de pastoreo e incorporando nutrientes al suelo (Feria, 2006). Asimismo, la pradera debe dividirse en tantos potreros como sea posible. Aunque el periodo de descanso de una pradera dependerá de la estación del año. En primavera-verano debe ser de cuatro semanas, en otoño de tres e invierno de cinco (Zaragoza *et al.*, 2009). El descanso de cada potrero debe ser de 21 a 28 días (Reinoso y Soto, 2006; González, s/a). Para *U. brizantha* el periodo de descanso debe ser de 30 días para que éste alcance su mayor desarrollo y producción de forraje de buena calidad (Rincón, 2011).

La altura de corte y pastoreo es otro factor que afecta el rendimiento de forraje. La altura de corte dependerá de la especie forrajera y área geográfica; por ejemplo, es de 35 cm de altura para obtener una alta producción de forraje de buena calidad nutritiva. Esperándose buen rebrote de los pastos por el área foliar remanente (que permitirá reiniciar la fotosíntesis) y por la reserva de azúcares solubles, que se acumulan en mayor proporción en los tallos del forraje residual. Aunque otros autores recomiendan el corte entre 20 y 30 cm (Rincón *et al.*, 2008).

Para reygrass (*Lolium perenne*) asociado con trébol blanco (*Trifolium repens*) la mejor altura de corte es de 6 a 12 cm (Zaragoza, 2001). Para morera (*Morus alba*) la altura óptima de defoliación es a 10 cm, ya que a dicha altura la cantidad de rebrotes y ramas aumenta considerablemente (Medina *et al.*, 2007).

4.7. Rebrote

El rebrote de las gramíneas es el crecimiento de la planta después del corte. El crecimiento se define como el aumento en tamaño y cambio de peso del tejido de nuevas hojas y tallos (Bidwell, 2002).

El rebrote de las plantas forrajeras depende de diversos factores de la planta y del ambiente, especie, edad, manejo, temperatura, precipitación, luz, radiación, altitud, viento, fertilidad del suelo, área foliar residual, reserva de carbohidratos y la presencia de puntos de crecimiento.(Bidwell, 2002).

El crecimiento inicial, después de una defoliación, se produce por el uso de los carbohidratos no estructurales de reserva y capacidad de fotosíntesis del forraje remanente (Lemaire, 2001). Después de la defoliación el aporte de carbohidratos de la planta es bajo, en comparación con la demanda que requiere para mantenimiento y crecimiento. Por tanto, el balance de carbohidratos en la planta es negativo hasta que las nuevas hojas, con alta capacidad de fotosíntesis, restablecen la reserva de carbohidratos (Lemaire, 2001).

El corte provoca modificaciones en el crecimiento de las plantas y reajustes en el metabolismo para promover nueva área foliar y restablecer la capacidad fotosintética de la pradera (Lemaire, 2001). Después de la defoliación si en la planta hay deficiencia de carbohidratos de reserva y una cantidad adecuada de hojas, la tasa de crecimiento y la proporción de nuevas

hojas será alta. Por ello, el crecimiento es mayor cuando la planta es expuesta a defoliaciones poco severas (Beltrán *et al.*, 2005).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área experimental

El estudio se realizó, en condiciones de temporal, durante el año 2009 y 2010 en el Campo Experimental de la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Oaxaca, México, localizado a 17° 45' 18.10'' N y 95° 48' 96'' O y de 0 a 200 msnm (INEGI, 2008).

5.2. Clima y suelo

El clima del lugar es de tipo Am el cual corresponde a cálido húmedo, con lluvias abundantes en verano. La precipitación y temperatura promedio (Figura 1) anual son de 1,500 a 2500 mm y 24 a 28 °C, respectivamente (Inegi, 2008). El suelo es de textura franco arenosa, con pH 4.9, Luvisol (51.43%), Cambisol (23.89%), Vertisol (12.52%), Umbrisol (3.46%), Regosol (3.08%), Phaeozem (2.18%), Leptosol (1.04%) y Fluvisol (0.74%) (INEGI, 2008).

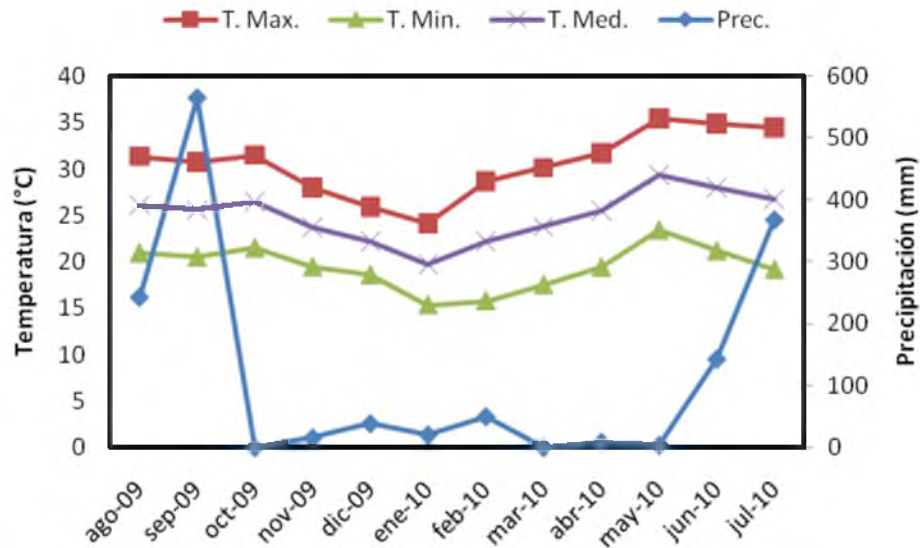


Figura 1. Precipitación (mm) y temperatura mensual promedio (°C) registrada la evaluación, Loma Bonita, Oaxaca 2009-2010.

5.3. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos fueron cuatro alturas de corte: 5, 10, 15 y 20 cm cortando sobre la superficie del suelo, evaluados en las tres épocas del año 2009-2010 (lluvias, nortes y sequía). Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 4.8 m de largo por 3.2 m de ancho, para un total de parcela de 15.36 m², con una parcela útil de 5.12 m² (evitando efecto de orilla).

5.4. Establecimiento y manejo del experimento

La pradera de pasto Insurgente en la que se realizó el estudio, se sembró en noviembre del 2006, utilizando material vegetativo (cepas que contenían de 3 a 5 tallos) y una distancia entre líneas y plantas de 80 cm. Previo a la siembra, el terreno se preparó mediante un chapeo con machete y una aplicación del herbicida Faena 4 l ha⁻¹ (Glifosato) para eliminar la vegetación original presente, la cual consistía de *Paspalum notatum*. Posteriormente, en cada una de las parcelas, se trazaron líneas sobre las cuales se hicieron hoyos, a las distancias previamente señaladas, y a una profundidad aproximada de 10 cm, sobre los cuales se depositaron las plantas. La evaluación se realizó en la época de lluvias (junio 2009-octubre 2009), nortes (noviembre 2009-febrero 2010) y sequía (marzo-mayo 2010). Al inicio de cada época de evaluación se realizó un corte de uniformidad a una altura aproximada de 10 cm. Posteriormente, se aplicaron los tratamientos (corte a las alturas de 5, 10, 15 y 20 cm) y la cosecha de forraje se realizó a las cuatro, cinco y siete semanas para las épocas de lluvia, nortes y sequía, respectivamente (Figura 2).

5.5. Variables evaluadas

Se evaluó la altura de la planta al momento del corte (cm), rendimiento de forraje en materia verde (kg ha⁻¹), rendimiento de forraje en materia seca (kg

ha⁻¹) y composición morfológica del forraje cosechado (%) y tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹).

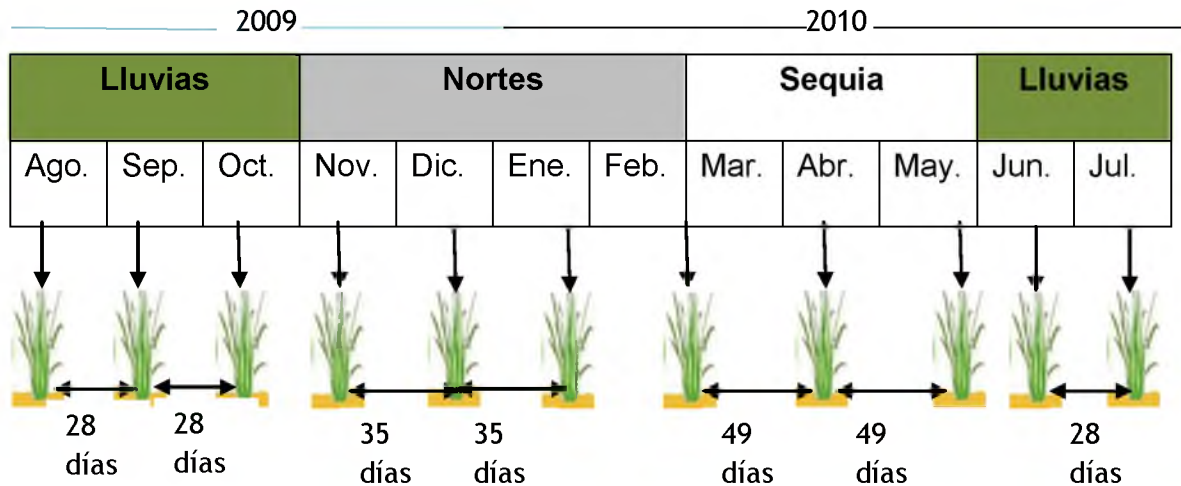


Figura 2. Periodo de evaluación de forraje de pasto insurgente en diferentes épocas de los años 2009 y 2010. Loma Bonita, Oaxaca, México.

La altura de planta se determinó al momento de realizar el corte. La medición se realizó desde el nivel del suelo hasta el extremo superior de la planta, sin estirar las hojas y sin contar la inflorescencia. El rendimiento de forraje en materia verde se determinó al cortar y pesar el forraje de cuatro macollos, en una área de 2.56 m², a las alturas previamente indicadas para cada tratamiento. Para el rendimiento de forraje en materia seca, de la muestra total del forraje fresco, se tomó una submuestra de 150 g, la cual se secó en una estufa de aire forzado a 65 °C, durante 48 horas. El rendimiento de materia seca por m², se calculó mediante la siguiente fórmula: RMS (kg MS m⁻²)= PF (g)* ps (g)/pf (g), donde el RMS = rendimiento de materia seca, PF = peso fresco de la muestra de los 2.56 m² evaluados, pf = peso fresco de la

submuestra y ps = peso seco de la submuestra. Para la determinación de la composición morfológica, la submuestra de 150 g de forraje fresco que se tomó para estimar el rendimiento de materia seca, se separó en sus componentes: tallo, vaina, lámina, inflorescencia y material muerto, los cuales se secaron y se pesaron. La composición morfológica se expresó en kg MS ha^{-1} de cada componente, con respecto al peso total de la muestra. La tasa de crecimiento se calculó mediante la siguiente fórmula $\text{TC} = \text{FC} / \text{T2-T1}$, donde TC = tasa de crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$); FC = forraje cosechado (kg MS ha^{-1}) y T2-T1 = intervalo de tiempo entre los dos cortes.

Modelo estadístico utilizado

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + E_k + T_i * E_k + E_{ijk}$$

$i = 1, 2, 3, 4 \dots$ tratamientos

$j = 1, 2, 3, 4, 5 \dots$ repeticiones

$k = 1, 2, 3 \dots$ épocas

Y_{ijk} = Variable respuesta en la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento en la k -ésima época y la interacción del i -ésimo tratamiento por la k -ésima época.

μ = Media general

T_i = Efecto del tratamiento i .

B_j = Efecto del bloque j .

E_k = Efecto de la época k .

$\tau_i E_k$ = Efecto de la interacción tratamiento por época de corte.

E_{ijk} = Error aleatorio.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Altura de planta

Se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos ($P < 0.05$) para la variable altura de planta, donde los valores mayores se obtuvieron en las alturas de corte de 15 y 20 cm, con promedios de 29.3 y 34.7 cm respectivamente (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Martínez *et al.* (2008) quienes reportaron que al cosechar a 15 cm se obtiene un mayor rendimiento total de forraje en *Brachiaria humidicola* CIAT 6133. La altura de planta fue diferente en las distintas épocas del año ($P < 0.05$), donde la mayor altura se obtuvo en la época de lluvias, con un promedio de 33.3 cm, seguido de la época de nortes y secas con valores de 23.1 y 22.2 cm, respectivamente (Cuadro 3).

Se observó efecto en la interacción altura de corte y época del año para la variable altura de planta ($P < 0.01$), donde el mayor valor (42 cm) se presentó a la altura de 20 cm en la época de lluvia, sin embargo no manifestó diferencia significativa para la altura de 15 cm para la época de lluvias, valor que es diferente y superior a los obtenidos en la época de nortes y sequía ($P < 0.05$) indistintamente de la altura de corte (Cuadro 4). Una situación similar demostraron Martínez *et al.* (2008) quienes encontraron que la altura a 15 cm presentó el mayor rendimiento total y estacional. Sin embargo para este trabajo las tres épocas antes mencionadas reflejaron su mayor producción con la más

elevada altura de corte, aunque en la época de lluvias la altura de 15 y 20 cm no indicó diferencia significativa ($P>0.05$) entre ellas. Situación que se debe a que se expresa una mayor tasa de rebrote, debido al incremento en la tasa de fotosíntesis de las hojas, al disponer de una alta cantidad de forraje residual, que favorece un incremento de masa foliar rápido.

Cuadro 2. Altura de la planta y rendimiento de materia verde y materia seca de *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, a diferentes alturas de corte.

Altura de corte (cm)	Altura de planta (cm)	Rendimiento de materia verde (kg ha ⁻¹)	Rendimiento de materia seca (kg ha ⁻¹)
5	17.2 ^d	1,253 ^b	305 ^c
10	23.8 ^c	1,408 ^{ab}	359 ^b
15	29.3 ^b	1,546 ^a	407 ^{ab}
20	34.7 ^a	1,554 ^a	415 ^a

^{a, b} Promedios con diferente letra en cada columna indican diferencia estadística significativa $P<0.05$.

6.2. Rendimiento de forraje en materia verde y materia seca

Se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) entre épocas para la variable rendimiento de forraje en materia seca, donde el mayor rendimiento (525 kg ha⁻¹) se obtuvo en la época de lluvias, seguido por la época de secas y nortes, los cuales presentaron un rendimiento de 353 y 237 kg ha⁻¹, respectivamente (Cuadro 3). El mayor rendimiento de forraje en materia seca

obtenido en la época de lluvias, se atribuyó a que en esta época hubo mayor humedad presente en el suelo y mejores condiciones para el crecimiento de la planta, así como una mayor concentración de minerales disueltos en el suelo. Por tanto, hubo una mayor utilización por la planta, en consecuencia un mayor crecimiento.

El mayor rendimiento de materia verde se obtuvo en la época de lluvias, con un valor de 2,265 kg ha⁻¹ (P<0.05), mientras que en las épocas de norte y sequía, los promedios fueron de 1,037 y 1,018 kg ha⁻¹, respectivamente (Cuadro 3). Un comportamiento similar al anterior, fue observado por Sosa *et al.* (2008) en el rendimiento de materia seca donde los mayores rendimientos se registraron en la época de lluvias seguidos por aquellos obtenidos en las épocas de nortes y secas.

Cuadro 3. Altura de planta y rendimiento de materia verde y materia seca de *Urochloa brizantha* cv. Insurgente cosechado en diferentes épocas del año.

Época del año	Altura de la planta (cm)	Rendimiento de forraje en materia verde (kg ha ⁻¹)	Rendimiento de forraje en materia seca (kg ha ⁻¹)
Norte	23.1 ^b	1,037 ^b	237 ^c
Lluvia	33.3 ^a	2,265 ^a	525 ^a
Sequía	22.2 ^b	1,018 ^b	353 ^b

^{a, b} Promedios con diferente letra en cada columna indica diferencia estadística significativa P<0.5.

Se encontró diferencia significativa entre la altura de corte para el rendimiento de materia verde ($P < 0.01$), donde el mayor valor se obtuvo con el corte a 20 cm (Cuadro 2), con un promedio de 1,554 kg de MS ha^{-1} valor que fue similar ($P > 0.05$) a los obtenidos con los cortes de 10 y 15 cm (1,408 y 1,546 kg ha^{-1} , respectivamente). Resultados semejantes se registraron para el pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) donde al aumentar la altura de corte incrementó la masa foliar (Beltrán *et al.*, 2005). Un comportamiento parecido se obtuvo con el rendimiento de materia seca ($P < 0.01$), donde el mayor valor se registro con el corte a 20 cm (415.4 kg ha^{-1}), valor que también se presento ($P > 0.05$), con el rendimiento de corte a 15 cm (407 kg ha^{-1}), pero diferente y superior a los valores obtenidos a 10 y 5 cm, con rendimientos promedios de 359 y 305 kg ha^{-1} , respectivamente (Cuadro 2). Martínez *et al.* (2008) reportaron un comportamiento como el antes mencionado, quienes encontraron que la mayor producción de forraje fue con el corte a los 15 cm. El mayor rendimiento de forraje en materia verde y materia seca se atribuyó a que cuando el forraje se cosecha a mayor altura, en la planta queda mayor cantidad de hojas y sustancias de reservas, lo cual ocasiona mayor recuperación y crecimiento en la planta en menor tiempo.

La interacción altura de corte y época del año fue significativa para altura de planta y rendimientos de forraje en materia verde y materia seca ($P < 0.01$), donde la mayor altura se obtuvo con el corte a 20 cm en la época de lluvias sin ser significativa en 15 cm para la misma época (Cuadro 4). La interacción fue significativa para los rendimientos de forraje ($P < 0.01$), donde el valor promedio

de materia verde se registró con la altura de corte de 15 cm en la época de lluvias, con un promedio de 2,483.7 kg ha⁻¹ (Cuadro 6). Un comportamiento similar se observó en relación a la materia seca ($P < 0.01$), donde el mayor rendimiento se obtuvo con el corte a 15 cm, con un valor promedio de 606 kg ha⁻¹ valor que fue similar ($P < 0.01$) a los obtenidos a 10 y 20 cm (525 y 582 kg ha⁻¹, respectivamente), pero diferente y superior a 5 cm (387 kg ha⁻¹). Se ha indicado que el rendimiento de forraje aumenta conforme se incrementa la altura de corte (Beltrán *et al.* 2005), debido a la mayor cantidad de reservas que influyen en el crecimiento de la planta (Buguet y Bavera, 2001).

En el presente estudio la distribución de la producción de forraje en materia seca fue de 47.1 % en la época de lluvias, 21.3 % en nortes y 31.6 % en secas, con un rendimiento total promedio de 1,114.7 kg ha⁻¹. El mayor rendimiento de forraje en la época de lluvias se debió a las mejores condiciones de humedad que influyeron en el crecimiento de las plantas (Cab *et al.*, 2008), y en consecuencia, un mayor rendimiento de forraje. Al respecto, se ha señalado que existe una alta correlación entre la cantidad de lluvia y la producción de forraje (Denogean *et al.*, 2012). Asimismo se ha indicado que el rendimiento de materia seca depende de la cantidad de hojas y reservas que queden en la planta después de la defoliación. Todo valor promedio en el Cuadro 4 se contrasta contra los valores restantes.

Cuadro 4. Interacción de la altura de corte y época del año en la altura de planta de forraje de *Urochloa brizantha* cv Insurgente.

Época del año	Altura de corte (cm)			
	5	10	15	20
Lluvias	24.28 ^{cd}	31.20 ^{bc}	35.75 ^{ab}	42.13 ^a
Nortes	14.04 ^e	20.45 ^{de}	26.98 ^{cd}	31c ^{bc}
Secas	13.15 ^e	19.68 ^{de}	25.05 ^{cd}	30.93 ^{bc}

C.V= 20.27 ^{a, b} Promedio con diferente literal presentan diferencia estadística significativa (P<0.05), independientemente de la fila o columna en que se encuentre.

Cuadro 5. Rendimiento de forraje en materia seca (kg ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, a cuatro alturas de corte y tres épocas del año.

Época del año	Altura de corte (cm)			
	5	10	15	20
Lluvias	387. ^b	525 ^a	606 ^a	582 ^a
Norte	212 ^e	226 ^{de}	255 ^{cde}	256 ^{cde}
Secas	316 ^{bcd}	326 ^{bc}	362 ^b	408 ^b

^{a, b} Promedios con diferente letra indican diferencia estadística significativa (P<0.05), independientemente de la fila o columna que se encuentren.

Las mayores producciones de materia verde se obtuvieron en la época de lluvias (P<0.05), presentando mayor producción con respecto a nortes y secas en las cuatro alturas de corte. Sin embargo no presentó diferencia significativa entre las alturas de corte y época del año. Al respecto Sosa *et al.*

(2008) reportaron que la mayor producción de forraje se presenta en la época de lluvias sin importar la altura de corte.

Cuadro 6. Rendimiento de forraje en materia verde (kg ha^{-1}) de *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, a cuatro alturas de corte y tres épocas del año.

Época del año	Altura de corte (cm)			
	5	10	15	20
Lluvias	1,875.4 ^a	2,292.6 ^a	2,483.7 ^a	2,409.8 ^a
Norte	942.8 ^b	1,012 ^b	1,127.6 ^b	1,066.7 ^b
Secas	941.8 ^b	920 ^b	1,025.6 ^b	1,184.5 ^b

^{a, b} Promedios con diferente letra indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$), independientemente de la columna o fila.

6.3. Composición morfológica

La composición morfológica varió significativamente entre altura de corte y época del año ($P < 0.01$). Los mayores rendimientos de lámina se presentaron a las alturas de corte de 20 y 15 cm (Cuadro 4) del apéndice, con valores de 384 y 376 kg ha^{-1} , respectivamente, seguido de 10 cm (325 kg ha^{-1}) y 5 cm (280 kg ha^{-1}) sin encontrar significancia ($P > 0.05$). Se observó que el rendimiento de lámina fue mayor en la época de lluvias, con un promedio de 444 kg MS ha^{-1} , valor que fue diferente y superior al obtenido en la época de secas y nortes, las cuales presentaron rendimientos de 307 y 232 kg ha^{-1} , respectivamente (Cuadro 7). Resultados similares fueron reportados por Sosa *et al.* (2008) y

Ramírez *et al.* (2010), quienes encontraron que el mayor rendimiento de forraje en *Megathyrsus maximum* cv. Mombaza se registró en la época de lluvias. Beltrán *et al.* (2005), demostraron que el pasto buffel (*Cenchrus ciliaris.*) cortado a una altura de 10 cm produjo más biomasa que a 5 y 20 cm.

No se encontró efecto de la altura de corte ($P < 0.05$) para el rendimiento de vaina. Mientras que la época del año presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) para el rendimiento de vaina, donde el mayor valor se obtuvo en la época de lluvias con un promedio de 43 kg MS ha^{-1} , seguido de la época seca ($14.5 \text{ kg MS ha}^{-1}$) y nortes ($4.6 \text{ kg MS ha}^{-1}$) (Cuadro 6).

La altura de corte no tuvo diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) para el rendimiento de tallo. Sin embargo se encontró efecto de la época del año para esta variable ($P < 0.05$), donde en la época de lluvias se presentó el mayor rendimiento con un valor de $0.77 \text{ kg MS ha}^{-1}$.

En cuanto al rendimiento de material muerto no se localizó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre alturas de corte. Sin embargo, la diferencia fue significativa ($P < 0.05$) para época del año, donde el mayor valor (28 kg MS ha^{-1}) se obtuvo en la época de lluvias.

No se encontró efecto significativo de la altura de corte ($P > 0.05$), para la variable rendimiento de inflorescencia. El mismo efecto anterior se observó para la época del año.

Cuadro 7. Composición morfológica (kg MS ha⁻¹) de *Urochloa brizantha* cv. Insurgente en tres épocas del año.

Componentes (kg ha)	Época del año		
	Lluvias	Nortes	Secas
Rendimiento de lámina	444 ^a	232 ^b	307 ^c
Rendimiento de vaina	43 ^a	4.6 ^c	14.5 ^b
Rendimiento de tallo	0.77 ^a	0.01 ^b	0.0
Rendimiento de material muerto	1.6 ^b	1.3 ^b	28 ^a
Total	489.1^a	238.3^c	349.5^b

^{a,b,c} Valores con diferente letra en cada columna indica diferencia significativa (P<0.05)

La interacción altura de corte y época del año fue significativa (P<0.05) para la composición morfológica, donde la mayor cantidad de lámina se obtuvo a 15 cm durante la época de lluvias, con un promedio de 553.8 kg MS ha⁻¹, valor que fue similar (P>0.05) al obtenido a 20 cm en la misma época con 533.8 kg ha⁻¹. El menor rendimiento de lámina se registró en la altura de 5 cm en la época de nortes, con un promedio de 204.4 kg MS ha⁻¹ (Cuadro 8). Resultados similares fueron reportados por Kuhn *et al.* (2007) y Dos Santos *et al.* (2008), quienes afirmaron que la mejor altura de corte, durante las tres épocas del año, es a 15 cm.

El rendimiento de vaina presentó un comportamiento similar al de hoja donde el mayor valor (49.7 kg MS ha⁻¹) se obtuvo a la altura de 15 cm, durante la época de lluvias, seguido de 20 cm, con un promedio de 45.6 kg MS ha⁻¹ para la misma época (Cuadro 2 del Apéndice).

Cuadro 8. Rendimiento de lámina foliar (kg ha^{-1}) de *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, a cuatro alturas de corte y tres épocas del año.

Época del año	Altura de corte			
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
Lluvias	371 ^b	476 ^b	554 ^a	534 ^a
Nortes	204 ^f	219 ^e	254 ^{de}	252 ^{def}
Secas	265 ^{de}	278 ^d	320 ^{cd}	366 ^{bc}

^{a, b} Promedios con diferente letra indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), sin importar la fila o columna en que se encuentren.

La interacción fue significativa ($P < 0.05$) para rendimiento de tallo, donde el mayor valor se logró en la altura de corte de 10 cm en la época de lluvias, seguido de 15 y 20 cm para la misma época, con valores promedios 2, 0.7 y 0.4 kg MS ha^{-1} , respectivamente (Cuadro 3 del apéndice). Se ha indicado que el pasto insurgente en la época de lluvias puede presentar la misma cantidad de forraje total y componentes (hoja, tallo y material muerto) aun después de cosechas severas, siempre y cuando se le dé un suficiente periodo de descanso (Hernández, 2002)

6.4. Tasa de crecimiento

No se encontró efecto de la altura de corte para la variable tasa de crecimiento ($P < 0.05$) (Cuadro 9). Mientras que el efecto fue significativo para la época del año (Cuadro 10), donde la mayor tasa de crecimiento ($20.9 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) se obtuvo en la época de lluvias, valor que fue diferente y mayor

($P < 0.05$) a los obtenidos en la época de nortes y seca (10.6 y 9.7 kg MS $ha^{-1} d^{-1}$), respectivamente (Cuadro 10).

Se ha indicado que al cortar bajo el forraje, la tasa de rebrote es baja y luego existe un fuerte incremento; mientras que con cortes altos la tasa de rebrote inicial es alta; posteriormente tiende a disminuir al aumentar la cantidad de tallos y material muerto (Hernández, 2002).

Cuadro 9. Tasa de crecimiento (kg MS $ha^{-1} d^{-1}$), de *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, a diferentes alturas de corte.

Altura de corte (cm)	Tasa de crecimiento (Kg MS)
5	12.2
10	13.9
15	14.3
20	14.7

Cuadro 10. Tasa de crecimiento (kg MS $ha^{-1} d^{-1}$) de *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, a diferentes épocas del año.

Época del año	Tasa de crecimiento (kg MS $ha^{-1} d^{-1}$)
Lluvias 2009-2010	20.9 ^a
Nortes 2009-2010	10.6 ^b
Secas 2010	9.7 ^b

^{a, b} Promedios con diferente letra dentro de la columna indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

El Cuadro 11 representa el efecto de la interacción en altura de corte y época del año, donde se observó que la época de lluvias presentó mayor tasa de crecimiento en las cinco alturas de corte.

Cuadro 11. Efecto de la tasa de crecimiento en diferentes alturas de corte y épocas del año en *Urochloa brizantha* c.v. Insurgente.

Época del año	Altura de corte (cm)			
	5	10	15	20
Lluvias	27.3 ^{ab}	32.9 ^a	30.9 ^a	33.3 ^a
Nortes	14 ^c	16.3 ^{bc}	18.9 ^{bc}	16.6 ^{bc}
Secas	13.1 ^c	15.4 ^c	14.6 ^c	17.4 ^{bc}

^{a, b} Promedios con diferente letra indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$), independientemente de la fila o columna en que se encuentren.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que la mejor altura de corte para el pasto *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, oscila entre 15 y 20 cm, indistintamente de la época del año, ya que a estas alturas se obtuvieron los mayores rendimientos de forraje, hoja, altura de planta y tasa de crecimiento.

La altura de corte de 5 cm no fue favorable para ninguna de las variables medidas, esto se debe a las escasas reservas que quedan en la planta de pasto después de efectuar el corte.

Se recomienda continuar este estudio uno o dos años más con la finalidad de determinar con mayor precisión el efecto de la altura de corte en el comportamiento productivo del pasto insurgente.

8. LITERATURA CITADA

- Beltrán, L. S., Hernández, G. A., García, M. E., Pérez, P. J., Kohashi, S. J., Herrera, H. G., Quero, C. A. R., Gonzales, M. S. S. 2005. Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en un invernadero. *Agrociencia*. 39:137-147.
- Bidwell, R.G. S. 2002. Fisiología vegetal. Primera edición en español. Tercera reimpresión. 784 p.
- Bogdan, A. V. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje. Primera edición. Editorial. A.G.T. Editor, S.A. México D.F. 461 p.
- Buguet, H. A. y Bavera, G.A. 2001. Fisiología de la planta pastoreada. Disponible en: http://www.produccion_animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/04-fisiologia_de_la_planta_pastoreada.pdf. Consultado: 10 de enero del 2011.
- Cab, J. F. E., Enríquez, Q. J. F., Pérez, P. J., Hernández, G. A., Herrera, H. J. G., Ortega J. E y Quero, C. A. R. 2008. Potencial productivo de tres especies de *Urochloa* en monocultivo y asociadas con *Arachis pintoii* en Isla, Veracruz. *Técnica Pecuaria México*. 46(3):317-332.
- Cuadrado, C. H., Torregrosa, S. L. y Jiménez, M. N. 2004. Comparación bajo pastoreo con bovinos machos de ceba con cuatro especies de gramíneas del genero *Urochloa*. *Revista MVZ Córdoba*. 9(2):438-443.
- Cuesta, M. P. A., Mateus, E. H., Santana, R. M. O y Barro, H. J. 2005. IV Estrategias de manejo para mejorar la productividad de la ganadería en

las regiones Caribe y Valles interandino. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Primera edición. pp.43-64.

Denogean, B.F. B. Moreno, M.S. Ibarra, F. F. A. Martin, R. M.H. Retes, L. R. Martínez, D. A. B. Aguilar, V. A. Moreno, A. C. Y. 2012. La precipitación pluvial y la producción bovina en sonora. Sexta época. Año XVI. Volumen 31. 146-143.

Dos Santos, D. G., Do Nascimento, J. D., Carneiro, Da S. S. y Batista, E. 2008. Dinámica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas en tres intervalos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia. 37(2):189-196.

Enríquez, Q. J. F. 1991. Pasto de reciente introducción al trópico de México. En: XII Simposium de Ganadería Tropical. INIFAP. Veracruz, Ver. pp. 44-66.

Enríquez, Q. J. F, y Romero M. 1999. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Urochloa* spp., en Isla, Veracruz. Agrociencia. 33 (1):141-148.

Enríquez, Q. J. F., Meléndez, N. F. y Bolaños, A. E. D. 1999. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP, CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro técnico No. 7. 273 p.

Enríquez, Q. J. F. y Quero, C. A. R. 2006. Producción de semillas de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales. INIFAP. Libro técnico No.11. División Pecuaria. 109 p.

- Febles, G. Ruiz, T. E. y Baños, R. 2009. Efecto del clima en la producción de semillas de pastos tropicales de gramíneas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 43(2): 105-111.
- Feria, M. J. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. En memorias del X Seminario de pastos y forrajes. 9 p.
- Fernández, G, y Johnston, M. 2006. Crecimiento y temperatura. Ediciones Universidad de la Serena, La Serena, Chile. 20 p.
- Fernández, R. C. E. 2007. Sistema de pastoreo racional. Sitio argentino de Producción Animal. 27(1):16-19.
- Fischer, 2004. Acumulo de forragem em pstos de campin-marandu sob lotacao continua. Tesis Doctorado. 199 p.
- Fitzhugh, H. 2004. Needs and priorities for research on animal health and production for developing countries. En: Symposium Internacional Situación Actual y Perspectivas de la Investigación Pecuaria en el Mundo. En: XL Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, Yucatán, Mérida, México. 222p.
- González, O. R. I. s/a. Praderas anuales de invierno. Disponible en: <http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?fuseaction=browse&id=924381&pageid=64>. Consultado: 24 de enero del 2011.
- Hernández, G. A., Martínez, H. P. A., Mena, U. M., Pérez, P. J, y Enríquez, Q. J. F. 2002. Dinámica del rebrote en pasto insurgente (*Urochloa brizantha* hochst. Stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. *Técnica Pecuaria México*. 40(2):193-205.

- INEGI. 2006. Cuaderno estadístico municipal, Loma Bonita, Oaxaca. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem06/estatal/oax/m044/index.htm>. Consultado: 04 de marzo de 2010.
- INEGI. 2008. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Loma Bonita Oaxaca. 9 p. disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/20/20044.pdf>. Consultado el 28 de mayo de 2013
- Juárez, H. J. y Bolaños, A. E. D. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia*. 23(1):81-90.
- Kuhn, Da T. J., Carneiro, Da. S. S., De Souza, J. S. J., Aparecida, G. A., Varesqui, Z. G., Del Álamo, G. V. y De Faccio, C. P. C. 2007. Composição morfológica de forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 42(6):883-890.
- Lazcano, C., Pérez, R., Plazas, C., Medrano, J. Pérez, O. y Argel, P. 2002. Pasto Toledo *Urochloa brizantha* (CIAT 26110), gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería Colombiana. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali Colombia. 21 p.
- Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant population in grazed swards XIX international grassland congress, Sao Pablo Brazil. pp. 29-37.

- Martínez, M. D., Hernández, G. A., Enríquez, Q. J. F., Pérez, P, J., González, M. S. S, y Herrera, H. J. G. 2008. Producción de forrajes y componentes del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación. *Técnica Pecuaria en México*. 46(4):427-438.
- Martínez, M. D. 2006. Dinámica de crecimiento y producción de forraje de *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 cv. Llanero a diferentes frecuencias y alturas de corte. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Estado de México. 58 p.
- Medina, M. G., García, D. E., Clavero, T. y López, J. G. 2007. Influencia de la distancia entre surcos y altura de corte en algunos indicadores de *Morus alba* (L.) sometida a pastoreo. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 24: 468-480.
- Miles, J. W., Maass, B. L., y Do Valle, C. U. 1998. *Urochloa: biología, agronomía y mejoramiento*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali Colombia. 312 p.
- Musálem, S. M. A. 2002. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 8(2):91-100.
- Parga, M. J. y Teuber, K. N. s/a. Manejo de pastoreo con vacas lecheras en praderas permanentes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín No. 148. 12 p. Disponible en: <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33838.pdf>. Consultado: 18 de enero del 2011.

- Pérez, L. O. s/a. Establecimiento y manejo de especies forrajeras para producción bovina en el trópico bajo. Disponible en: http://www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI10932.pdf. Consultado el 18 de agosto 2010.
- Pérez M. C., Hernández, L. A., Gonzales, C. F. V., García, S G., Carballo, C. A., Vásquez, R. T. R. y Tovar, G. M. R. 2006. Tamaño de la semilla y relación con su calidad fisiológica en variedades de maíz para forraje. *Agricultura Técnica en México*. 32(3): 6-12.
- Peters, M., Franco, L. O., Schmidt, A. y Hincapié, U. 2002. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centroamérica. Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT). Cali, Colombia 113 p.
- Ramírez, R. O., Hernández, G. A., Carneiro, Da S. S., Pérez, P. J. Souza, J. S. J., Castro, R. R, y Enríquez, Q. J. F. 2010. Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto monbaza, cosechado a diferentes intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12(1):303-311.
- Rao, I. M., Rerridge, P. C. y Macedo, M. C. 1996. Natural variation in *Urochloa* and existing germplasm collection. In: Miles, J. W. *Brachiaria: biology, agronomy, and improvement*. CIAT and EMBRAPA. CIAT Publication 259. Cali, Colombia. Pp.53-71.
- Reinoso, O., Soto S. 2006. Cálculo y manejo en pastoreo controlado. II) pastoreo rotativo y en franjas. *Revista veterinaria, Montevideo*. 41 (161-162) 15-24.

- Rincón, C. A. Ligarreto, M. G. A. Garay, E. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano Rev.Fac.Nal.Agr. Medellín 61(1):4336-4346.
- Rincón, C. A. 2011. Efecto de alturas de corte sobre la producción de forraje de *Brachiaria* sp en el piedemonte Llanero de Colombia. Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 12(2):107-112.
- SAGARPA. 2010. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010. (207). 10 p Disponible en: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revista/207/ca207-34.pdf>. Consultado: 06 de mayo de 2015.
- SAGARPA. 2015. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario/> . Consultado: 11 de Noviembre de 2015.
- Skerman, P. y Riberos, F. 1992. Gramíneas tropicales. Primera edición. Colección FAO: producción y protección vegetal. N° 23. 849 p.
- Sosa R. E. E., Cabrera, T. E., Pérez, R. D. y Ortega R. L. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. Técnica Pecuaria en México. 46(4):413-426.
- Velasco, Z. M. E., Hernández, G. A., González, H. V. A., Pérez, P. J., Vaquera, H. H. y Galvis. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del

pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L). Técnica Pecuaria en México. 39(1):1-14.

Zaragoza, E. J., Hernández, G. A., Pérez, P. J., Herrera, H. J. G., Osnaya, G. F., Martínez, H. P. A., González, M. S. S. y Quero, C. A. R. 2009. Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovilla. Técnica Pecuaria en México. 47(2):173-188.

Zaragoza, R. J. L. 2001. Optimización de pastoreo con ovinos. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 carretera México- Texcoco. Chapingo, Estado de México. 16 p.

Zetina, L. R., Pastrana, A. L., Romero, M. J. y Jiménez, Ch. J. A. 2002. Manejo de suelos ácidos para la región tropical húmeda de México. INIFAP. CIRGOC. Campos experimentales Papaloapan y Huimanguillo. Libro técnico No. 10. México. 170 p.

9. APÉNDICE

Cuadro 1. Interacción de altura por época del año sobre la variable vaina en *Urochloa brizanta* cv. Insurgente.

Alturas de corte (cm)	Época del año		
	Lluvias	Nortes	Secas
5	30 ^b	6 ^e	12 ^d
10	45 ^a	5 ^e	13 ^{cd}
15	50 ^a	4 ^e	14 ^{cd}
20	46 ^a	3 ^e	19 ^c

^{a, b} Promedios con diferente letra indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) independientemente de la fila o columna en que se encuentren.

Cuadro 2. Interacción de rendimiento de tallo a cuatro alturas de corte y tres épocas del año.

Altura de corte (cm)	Épocas del año		
	Lluvias	Nortes	Secas
5	0.3 ^c	0 ^c	0 ^c
10	2 ^a	0 ^c	0 ^c
15	0.7 ^b	0.1 ^c	0 ^c
20	0.4 ^c	0.1 ^c	0 ^c

^{a, b} Promedios con diferente letra indican diferencia significativa ($P < 0.05$), independientemente de la fila o columna en que se encuentren.

Cuadro 3. Rendimiento de inflorescencia a cuatro alturas de corte en tres épocas del año.

Altura de corte (cm)	Época del año		
	Lluvias	Nortes	Secas
5	387 ^b	212 ^d	316 ^c
10	525 ^a	226 ^d	325 ^c
15	606 ^a	256 ^d	362 ^{bc}
20	582 ^a	256 ^d	408 ^b

^{a, b} Promedio con diferente letra indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$), independientemente de la fila o columna en que se encuentren.

Cuadro 4. Rendimiento de lamina (kg MS ha⁻¹) en las distintas alturas evaluadas en *Urochloa brizantha* cv. Insurgente.

altura de corte (cm)	Rendimiento de lamina (kg MS ha ⁻¹)
5	280
10	325
15	376
20	384