



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y
SERVICIO EN ZOOTECNIA

POSGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

POTENCIAL FORRAJERO DE JUANITO (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg)

TESIS

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA

Presenta:

UBALDO FERMÍN JUÁREZ ZEBADÚA



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Bajo la supervisión de:

PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, Ph. D.



Chapingo, Estado de México, Abril de 2017

POTENCIAL FORRAJERO DE JUANITO (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg)

Tesis realizada por: **UBALDO FERMÍN JUÁREZ ZEBADÚA** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

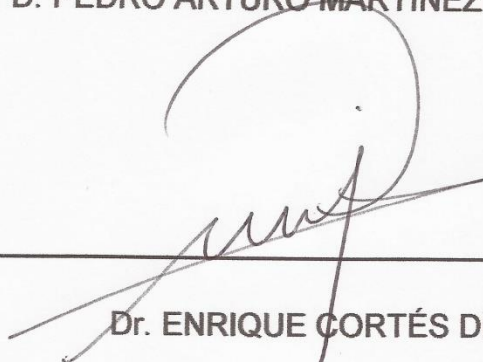
MAESTRO EN CIENCIAS EN INNOVACIÓN GANADERA

DIRECTOR: _____



Ph. D. PEDRO ARTURO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

ASESOR: _____



Dr. ENRIQUE CORTÉS DÍAZ

ASESOR: _____



Dr. LUIS ALBERTO MIRANDA ROMERO

CONTENIDO

CONTENIDO	iii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
DEDICATORIAS	viii
AGRADECIMIENTOS	ix
DATOS BIOGRÁFICOS	x
RESUMEN GENERAL	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Descripción de <i>Lavatera assurgentiflora</i> Kellogg	4
2.2 Concepto de potencial forrajero	6
2.3 Clasificación de especies forrajeras	7
2.4 Impactos de la incorporación de arbustos a esquemas de producción forrajera	8
2.5 Potencial de arbustos en México	13
2.6 Literatura citada	14
3. ATRIBUTOS AGRONÓMICOS DE SEMILLAS Y DEL CRECIMIENTO INICIAL EN VIVERO DE JUANITO (<i>Lavatera assurgentiflora</i> Kellogg) DE DIFERENTE PROCEDENCIA	20
3.1 Resumen	20
3.2 Abstract	21
3.3 Introducción	22
3.4 Materiales y métodos	22
3.5 Resultados y discusión	27
3.6 Conclusión	38
3.7 Literatura citada	38
4. CALIDAD FORRAJERA DE HOJAS DE JUANITO (<i>Lavatera assurgentiflora</i> Kellogg)	41

4.1	Resumen	41
4.2	Abstract.....	42
4.3	Introducción	43
4.4	Materiales y métodos.....	44
4.5	Resultados y discusión	45
4.6	Conclusión	47
4.7	Literatura citada	47
5.	ATRIBUTOS AGRONÓMICOS Y DE CALIDAD FORRAJERA DE JUANITO (<i>Lavatera assurgentiflora</i> Kellogg) AL VARIAR PROCEDENCIA Y EDAD DE REBROTE.....	49
5.1	Resumen	49
5.2	Abstract.....	50
5.3	Introducción	51
5.4	Materiales y métodos.....	52
5.5	Resultados y discusión	55
5.6	Conclusiones	75
5.7	Literatura citada	75
6.	ANEXOS: PARTICIPACIONES COMO PONENTE EN CONGRESOS NACIONALES E INTERNACIONALES.....	78
	Anexo1. Reconocimiento como ponente en la XLIII Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria.	78
	Anexo 2. Reconocimiento como ponente en la VIII Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles.....	79
	Anexo 3. Reconocimiento como ponente en 55 ^a Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.	80

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de <i>Lavatera assurgentiflora</i> Kellogg.....	4
Cuadro 2. Beneficios a la biodiversidad al utilizar arbustivas forrajeras.	9
Cuadro 3. Información de los municipios donde estaban creciendo los individuos de Juanito de los que se colectó la semilla.....	23
Cuadro 4. Características agronómicas (media $\pm$ desviación estándar) de las semillas de Juanito según su procedencia.	28
Cuadro 5. Matriz de correlaciones y nivel de significancia estadística entre las características agronómicas en semillas de Juanito.	29
Cuadro 6. Germinación (% , media $\pm$ desviación estándar) de semillas de Juanito de diferente procedencia a lo largo de 10 días de seguimiento.	32
Cuadro 7. Sobrevivencia (% , media $\pm$ desviación estándar) de plántulas de Juanito de diferente procedencia a través de 12 días de la transferencia a charola de germinación.....	34
Cuadro 8. Sobrevivencia (% , media $\pm$ desviación estándar) en vivero de plantas jóvenes de Juanito de distinta procedencia a 15 y 30 días de plantarse en bolsa.	36
Cuadro 9. Probabilidad de germinación de semillas de Juanito con diferente procedencia y profundidad de siembra.	36
Cuadro 10. Probabilidad de emergencia de plántulas de Juanito al variar la procedencia y profundidad de siembra de la semilla, considerando todas las semillas sembradas.	37
Cuadro 11. Probabilidad de emergencia de plántulas de Juanito al variar la procedencia y profundidad de siembra de la semilla, considerando únicamente las semillas que germinaron.	37
Cuadro 12. Contenido de proteína cruda (media $\pm$ error estándar) en muestras de tres especies forrajeras de uso común y Juanito.	45
Cuadro 13. Digestibilidad <i>in vitro</i> (%) a diferente tiempo de incubación en muestras de tres especies forrajeras de uso común y Juanito.	46

Cuadro 14. Características agronómicas en hojas de Juanito al variar procedencia y edad del rebrote.....	56
Cuadro 15. Características agronómicas en ramas de Juanito al variar procedencia y edad del rebrote.....	58
Cuadro 16. Proteína cruda (%) en hojas y ramas de Juanito al variar procedencia y edad de rebrote.	61
Cuadro 17. Fibras (%) detergentes neutro (FDN) y ácido (FDA) en hojas y ramas de Juanito al variar procedencia y edad del rebrote.	63
Cuadro 18. Materia orgánica (%) en hojas y ramas de Juanito al variar procedencia y edad del rebrote.....	65
Cuadro 19. Variables fermentativas en hojas de Juanito al variar procedencia y edad de rebrote.....	68
Cuadro 20. Variables fermentativas en ramas de Juanito al variar procedencia y edad de rebrote.....	71
Cuadro 21. Digestibilidad (%) <i>in vitro</i> de las materias seca y orgánica de hojas y ramas de Juanito al variar procedencia y edad de rebrote.	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Descripción anatómica de <i>Lavatera assurgentiflora</i> Kellogg (Fuente: Regents of the University of California, 2016).....	5
Figura 2. Clasificación de forrajes herbáceos según hábito de crecimiento, ciclo vegetativo y uso (INATEC, 2016).....	7

DEDICATORIAS

A mis amados padres **Wlibaldo Fermín Juárez Olvera y Bertha Zebadúa Foster**, por haberme dado la vida y criado de una manera ejemplar, gracias a ellos y a los valores inculcados he podido llegar hasta donde estoy, esperando que se sientan orgullosos de mí. Con mucho amor les dedico este trabajo, porque por ustedes he alcanzado esta meta en mi vida.

A mis hermanos **Flor de Lidia, Ismael, Wilma, Clarisa Iriabeth, Gretel Maraly, Jesús Antonio y Nisbet Vanessa**. Ya que siempre me han apoyado y han estado conmigo en todo momento, en cada faceta importante de mi vida, en cada paso y decisión que he tomado, brindándome su amor y cariño. Esperando ser un orgullo para ustedes mis amados hermanos les dedico este trabajo.

A mi hermanita querida **Nisbet Vanessa**, por haber estado conmigo en esta casa de estudios y brindarme amor, cariño, aprecio, atención, tiempo, paciencia y su apreciada compañía. Ya que gracias a ella me sentí más cerca de la familia y de casa, gracias hermanita.

A mis sobrinos **Cristopher, Denisse, Rubí, Hansel, Daniel, Ivette, Jade, Linsi, Luis, Abiel, Flor y Emir**. Por ser la alegría de la familia y un orgullo para mí y mis hermanos.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo vayan las gracias infinitamente a **Jehová**, El Dios Todopoderoso, por haberme permitido estar con vida, darme el conocimiento y las fuerzas necesarias para poder realizar todos mis estudios hasta el día de hoy.

A la **Universidad Autónoma Chapingo**, por la formación profesional que me brindó a lo largo de 5 años de carrera.

Al **Posgrado en Producción Animal y Profesores** por permitirme haber realizado mis estudios de maestría, por su enseñanza y apoyo en la investigación.

A **CONACYT** por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación.

Al **Dr. Pedro Arturo Martínez Hernández**, por brindarme la confianza de realizar la investigación, por la dirección y seguimiento del trabajo en cada una de sus etapas.

Al **Dr. Enrique Cortes Díaz y Dr. Luis Alberto Miranda Romero** por su apoyo en la investigación y sus valiosas observaciones en la redacción final de la tesis.

A **Angélica Ortiz, Pablo López, Inés Sierra, Juan Quiroz, Bricia Plata, Octavio Ortiz, Guadalupe Velazco y Marco Cano** por su amistad y compañerismo. Así, como por el apoyo brindado durante los estudios de maestría.

A **Hermes Romero, Edinson Mujica, Jaziel Lemus, Juan Torres, Estefanía García, Jarumi Ilbeño, Kis y Kir Hernández**, por su valiosa amistad mis estimados amigos y hermanos.

A **Claudio y Tere Avalos & Gabriel y Norma Delgado** por su valioso apoyo, consejos y ejemplo, y por haberme hecho sentir como en casa.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales

Nombre: Ubaldo Fermín Juárez Zebadúa

Fecha de nacimiento: 6 de septiembre de 1991

Lugar de nacimiento: Palenque, Chiapas

No. Cartilla militar: D-2410099

CURP: JUZU910906HCSRBB07

Profesión: Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia

Cédula profesional: 09257854



Desarrollo académico

Bachillerato: Colegio de Bachilleres de Chiapas, Plantel 07 (2009)

Licenciatura: Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo (2014). **Tesis:** *Reutilización de CIDR's en ovejas de lana para inducir el restablecimiento de la actividad ovárica postparto*

Maestría: Maestría en Ciencias en Innovación Ganadera, Posgrado en Producción Animal, Universidad Autónoma Chapingo (2016). **Tesis:** *Potencial forrajero de Juanito (Lavatera assurgentiflora Kellogg)*

Ponente en los congresos

55ª Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP), Lugo-A Coruña, España, 26-29 abril de 2016.

VIII Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles, Chapingo, México, 24-26 de agosto de 2016.

XLIII Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, San Luis Potosí, México, 4-6 octubre de 2016.

RESUMEN GENERAL

POTENCIAL FORRAJERO DE JUANITO (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg)

Juanito es un arbusto del Altiplano Mexicano usado como forraje con escasa información agronómica que permita la expansión de su uso. El objetivo fue determinar características agronómicas en semilla, germinación, supervivencia de plántula y de planta joven en vivero, emergencia y del rebrote en Juanitos de cinco procedencias. También se comparó la calidad de las hojas de Juanito con otros forrajes de uso común. Se realizaron cinco experimentos independientes. Los resultados más importantes fueron que la procedencia ocasionó variación ($p<0.05$) de 44% en peso de semillas por fruto y 25% en peso de una semilla. La procedencia ocasionó variación ($p<0.05$) en germinación con valores extremos de 39 y 85%, la supervivencia de plántulas con valores extremos de 49 y 66%, sin efecto ($p>0.05$) en la supervivencia de planta joven en vivero ni en la capacidad de emergencia de la plántula. En esta última variable, sembrar a más de 2 cm de profundidad reduce ($p<0.05$) la emergencia en todas las procedencias y a 6 cm de profundidad la emergencia es nula. Las hojas de Juanito mostraron 29 y 61% de proteína cruda y digestibilidad a 48 h de incubación, respectivamente, superando a alfalfa por siete y once unidades porcentuales, respectivamente. En rendimiento y calidad de forraje la procedencia no influyó ($p>0.05$) pero si ($p<0.05$) la edad del rebrote, a mayor edad del rebrote aumentó el rendimiento de forraje pero de menor calidad; sin embargo, la reducción en calidad fue muy pequeña lo que permite que el mayor rendimiento compense por la menor calidad al dar una mayor edad de rebrote. La procedencia del Juanito es un factor que puede influir en características de semilla y crecimiento inicial, para aspectos de cantidad y calidad del forraje producido la edad del rebrote es un factor determinante independientemente de la procedencia.

Palabras clave: arbusto forrajero, calidad forrajera, edad del rebrote.

ABSTRACT

FORAGE POTENTIAL OF JUANITO (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg)

Juanito is a shrub found in the Mexican Plateau. It is used as fodder, but agronomic management information is limited. The objective was to determine agronomic attributes of seed, germination, seedling and nursery survival, emergence, and regrowth in Juanito from five locations. Juanito's leave forage quality was compared against other common forages. Five independent experiments were carried out. Relevant results were, location determined ($p < 0.05$) differences up to 44% in seed weight per fruit and up to 25% in single seed. Location affected ($p < 0.05$) germination with extreme values of 39 and 85%, seedling survival with extreme values of 49 to 66%, with no effect ($p > 0.05$) on nursery survival and emergence potential. For the latter, seeding depth beyond 2 cm decreased ($p < 0.05$) emergence; at 6 cm depth there was no emergence at all. Juanito's leaves showed 29 and 61% crude protein and digestibility at 48 h of incubation, respectively. These were greater than in alfalfa in 32 and 23%, respectively. Location did not affect ($p > 0.05$) forage yield and quality, but they were influenced ($p > 0.05$) by regrowth age. Older regrowth age gave higher yield of lower quality. However, quality reduction was small, and the increase in forage yield compensated the lower quality obtained as the regrowth age increased. Juanito's origin influences seed and initial growth attributes. For quality and forage yield, regrowth age is a main factor, regardless of origin.

Key words: fodder shrub, forage quality, age of regrowth.

Thesis of Master in Science in Livestock Innovation, Postgraduate in Animal Production, Chapingo University.

Author: Ubaldo Fermín Juárez Zebadúa

Thesis Director: Pedro Arturo Martínez Hernández

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Las especies nativas son aquellas que se encuentran dentro de su área de distribución natural, sin la ayuda o intervención del ser humano (CONABIO, 2014). Las plantas nativas pueden contribuir en los aspectos benéficos de la biodiversidad, a las economías locales como fuente de bienes y servicios y en fortalecer el equilibrio ecológico; la aniquilación deseada o no de las plantas nativas por perturbaciones del ecosistema o introducción de especies puede afectar negativamente la funcionalidad y sostenibilidad del ecosistema al ser superada la resiliencia natural de dicho ecosistema (Squeo *et al.*, 2001; LGEEPA, 2015).

Entre los beneficios aportados por las plantas nativas se ha registrado una mejoría en la sanidad del suelo al generar un microclima para la fauna edáfica que protege contra enfermedades y predadores, son reserva de germoplasma y mantienen un valor estético del paisaje (Vibrans, 2011); proveen hábitat a fauna silvestre y contienen características morfológicas y fisiológicas para tolerar y sobrevivir en condiciones ambientales adversas como la sequía y altas temperaturas (González & Cantú, 2001); promueven la retención, estabilización y rehabilitación del suelo, controlan la erosión del suelo, recuperan una cobertura vegetal que permite conservar e incrementar la fertilidad del suelo y parte de la diversidad de plantas y animales (Vásquez *et al.*, 2001; Melgoza *et al.*, 2007; Alvarado *et al.*, 2014).

Estudios etnobotánicos (Hernández, 1976) han permitido establecer las interrelaciones dinámicas entre los seres humanos y su entorno vegetal, identificando el uso y aprovechamiento de las plantas nativas por diferentes culturas, ambientes y a través del tiempo, generando una cultura, sobre el uso de las especies vegetales nativas. Toledo, Rosalba, Martínez, y Ramos (1995) mencionan que en México se obtienen más de 3,000 productos derivados de las plantas nativas, entre estos medicinas, alimentos, materiales para construcción, maderas, forrajes, fibras, combustibles, artesanales, abonos,

estimulantes, saborizantes, ceras, gomas, insecticidas, ornamentales y de uso ritual o ceremonial. La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, reconoce la importancia de las plantas nativas y define un protocolo para el cuidado y protección a las especies nativas que existen en México (SEMARNAT, 2010).

González y Cantú (2001) señalan para el caso de México que algunas plantas nativas podrían ser una excelente opción forrajera por la adaptación a los diferentes ecosistemas y a situaciones adversas como la sequía, bajas y altas temperaturas. Las especies forrajeras introducidas no siempre hacen uso al máximo de los recursos disponibles en el ambiente, mientras que los recursos genéticos nativos bajo un aprovechamiento pertinente podrían ser una mejor opción para alcanzar este uso máximo de los recursos disponibles (Quero *et al.*, 2007).

México alberga alrededor de 22,351 especies de plantas nativas, lo que lo clasifica como un país de gran diversidad vegetal, 356 de ellas son de la familia Malvaceae (Villaseñor, 2003) y en esta familia se clasifica la especie *Lavatera assurgentiflora* Kellogg, con nombres comunes de Juanito, Malvón o Malva-rosa.

Juanito es un arbusto aparentemente nativo del Altiplano Mexicano, localizado en los estados de Hidalgo, México, Puebla y Tlaxcala, es de crecimiento rápido, hojas anchas, usado para ornato por sus flores vistosas de color rosa, mantener sus hojas verdes durante todo el año y baja demanda hídrica. El Dr. Efraím Hernández Xolocotzi hacia el final de la década de 1970, señaló que las hojas de Juanito llegaban a ser consumidas por borregos, cabras, burros y guajolotes. Sin embargo, no se lograron encontrar estudios que describan características agronómicas y nutricionales que permitan determinar el potencial de Juanito como especie forrajera.

Por tanto, el objetivo de esta investigación fue analizar atributos agronómicos y de calidad forrajera de individuos de *Lavatera assurgentiflora* Kellogg

provenientes de diferentes localidades, para generar información básica que contribuya a la definición de esta especie como una fuente de forraje principalmente para ovinos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción de *Lavatera assurgentiflora* Kellogg

El Juanito pertenece a la familia Malvaceae (Cuadro 1), taxón con un número escaso de individuos nativos de México y muy pobre en cuanto a individuos de alto potencial forrajero en comparación a familias como Poaceae y Fabaceae (Bogdan, 1997).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de *Lavatera assurgentiflora* Kellogg.

Reino	Plantae
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Subfamilia	Malvoideae
Tribu	Malveae
Género	Lavatera
Especie	<i>Lavatera assurgentiflora</i> Kellogg
Subespecies	<i>assurgentiflora, glabra</i> Philbrick

Fuente: Herbario de la Universidad de California, Berkeley (2016).

Juanito es un arbusto perenne, el tallo puede ser decumbente a erecto, de hasta 40 cm de diámetro y 4 metros de altura, la copa alcanza 3 metros de diámetro, de forma redonda y crecimiento rápido. Las hojas son palmeadas divididas en 5 a 7 lóbulos triangulados, ovados y dentados que logran medir hasta 15 centímetros de largo y ancho. Las flores son vistosas de color rosa, aunque pueden ser púrpuras y rojas, generalmente salen en la axila de las hojas, con cinco pétalos de 2 a 4.5 cm con venas oscuras, cáliz de 1.2 a 1.5 cm, la época de floración va de enero a junio. El fruto es un esquizocarpo de 1.2 a 1.6 cm de diámetro, con 6 a 8 mericarpos, las semillas son en forma arriñonada de color café oscuro de 1 a 4 mm (CNPS, 2014; Hill, 2016). En la Figura 1 se detalla la anatomía de este arbusto.

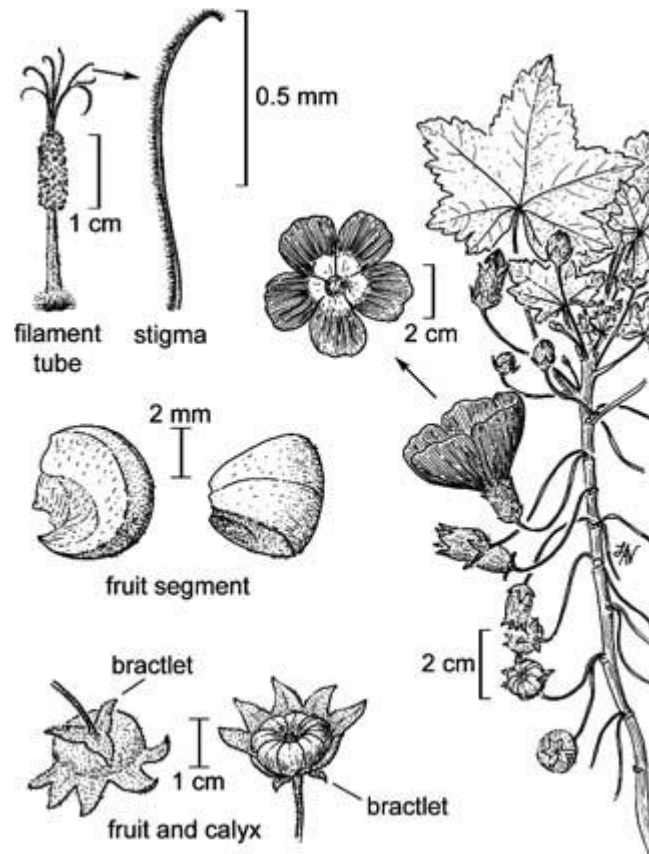


Figura 1. Descripción anatómica de *Lavatera assurgentiflora* Kellogg (Fuente: Regents of the University of California, 2016).

Fryxell (1993) indica a partir de una publicación de la Academia de Ciencias de California de 1854, que Juanito es un arbusto nativo del corredor de islas ubicadas al frente de la costa sur del actual estado de California, Estados Unidos, con una altitud menor a 350 metros sobre el nivel del mar, además señala que es una especie naturalizada en varias partes de México.

Entre los usos que se han registrado para Juanito están: ornamental por el colorido de sus flores (Fryxell, 1993); barrera rompe-vientos por su abundante y siempre verde follaje (Van Desalt, 1938); y durante mucho tiempo fue cultivada en los alrededores de San Francisco, Estados Unidos, como forraje para vacas (Kearney, 1895) y caballos (Lull, 1910).

En información comercial, Torgovitsky (2017) recomienda el Juanito como un arbusto tolerante a suelos salinos, forraje para fauna silvestre como: ciervos,

ardillas y conejos, atrayente de colibríes en la época de floración por sus flores ricas en néctar y de algunas mariposas que utilizan las hojas para el desarrollo de sus larvas.

No se logró encontrar información sobre el potencial forrajero y atributos agronómicos del Juanito, ni sobre condiciones propias de la planta que justificaran el discontinuar su uso como forrajera.

2.2 Concepto de potencial forrajero

Para alimentar animales se recurre a sustratos vegetales, animales y minerales (Church *et al.*, 2007), a los primeros se les denomina *forrajes*, que son hierbas, pastos o cereales destinados a la alimentación del ganado (Raluy, 2006), entonces una *especie forrajera* es una especie vegetal destinada a la alimentación del ganado. Un buen forraje es aquel que es ampliamente consumido por el animal, de alta digestibilidad y provee una alta cantidad de nutrimentos (Raymond, 1969).

El potencial forrajero de una especie depende entre otros factores de: 1) edad fisiológica, concentración de nutrimentos y características de las paredes celulares; 2) proporción de los diferentes tejidos de la planta; 3) proporción de los diferentes órganos de la planta; 4) especie; 5) tropicales o templadas; y, 6) manejo de pradera y sistema de pastoreo (Raymond, 1969).

Para evaluar el potencial forrajero de una especie deben conocerse sus atributos agronómicos y de calidad. Entre los atributos agronómicos están: 1) pureza y germinación de la semilla; 2) porcentaje de hojas, tallos y material muerto; 3) densidad y persistencia de plantas por superficie; 4) altura de planta; y, 5) producción de biomasa (Cáceres & González, 2000).

Entre los atributos de calidad se pueden mencionar: 1) concentración de materia seca, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, materia orgánica y cenizas; 2) ausencia de factores anti-nutricionales; 3) digestibilidad y rapidez de fermentación; 4) niveles de fibras detergentes ácido y neutro; y, 5)

concentración energética (Cáceres & González, 2000; González & Moreno, 2001; Jaurena & Wawrzekiewicz, 2009).

2.3 Clasificación de especies forrajeras

Para el estudio y evaluación de las especies forrajeras, éstas se han clasificado de distintas maneras, una de ellas es clasificarlas como herbáceas, arbustivas y arbóreas. Las herbáceas son plantas de porte pequeño, con tejidos sin mucha lignificación por lo que muestran tallos relativamente flexibles, estas especies se han clasificado por hábito de crecimiento, ciclo vegetativo y forma de uso (Figura 2).

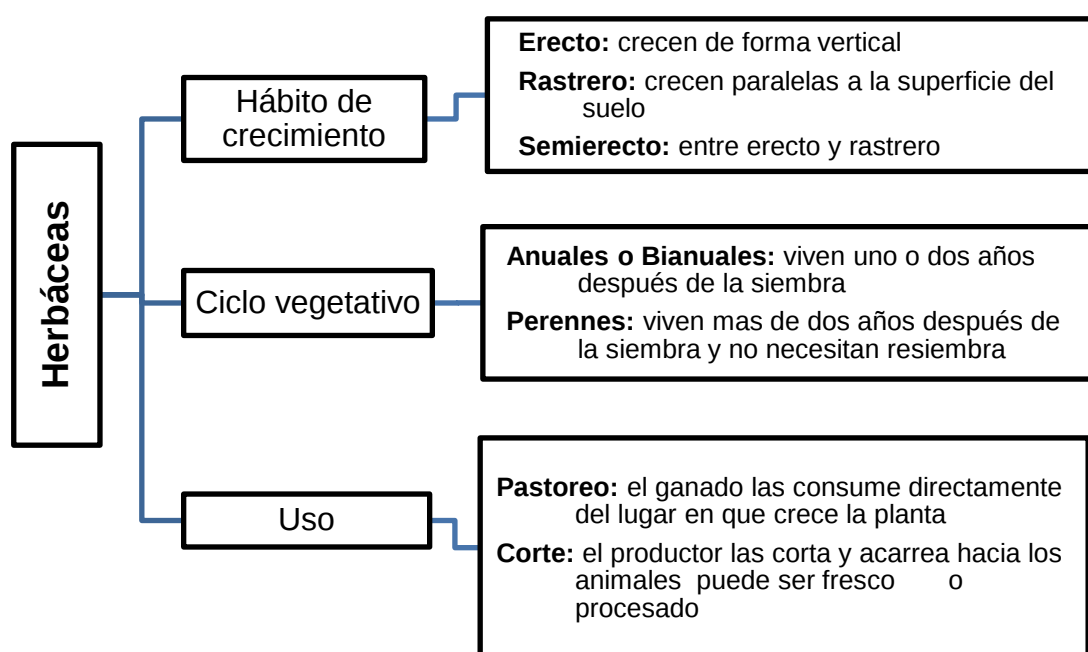


Figura 2. Clasificación de forrajes herbáceos según hábito de crecimiento, ciclo vegetativo y uso (INATEC, 2016).

La mayoría de las herbáceas pertenecen a una de las dos familias siguientes: Poaceae y Fabaceae, comúnmente referidas como gramíneas y leguminosas, respectivamente, y conforman la mayoría de las especies forrajeras (Bogdan, 1997; Carrillo, 2003).

Las forrajeras arbustivas y arbóreas alcanzan una altura y aporte de tejido rico en lignina, mayores a las herbáceas, la lignina da la consistencia leñosa a los tallos primarios y secundarios, y no aportan nutrimentos a los animales, son las hojas y de forma secundaria flores y frutos de estas especies las que se consideran forraje (INATEC, 2016). Las hojas, a su vez, pueden presentar limitantes como forraje porque algunos arbustos y árboles son caducifolios, alcanzan una altura con respecto del nivel del suelo que hace inaccesible las hojas al animal y en algunos casos contienen compuestos anti-nutricionales (Carrero, 2012).

Los arbustos forrajeros suelen ser la segunda fuente de forraje más importante, después de las herbáceas. Las hojas de varios arbustos presentan concentraciones de proteína cruda y digestibilidad superiores a las registradas en gramíneas creciendo en los mismos ambientes (Benavides, 1999).

La diferencia entre arbustos y árboles forrajeros se basa fundamentalmente en la altura, los arbustos son de menor altura comúnmente no mayores a los 3 a 4 m, mientras que los árboles pueden alcanzar alturas de 20 o más metros (INATEC, 2016).

2.4 Impactos de la incorporación de arbustos a esquemas de producción forrajera

Los arbustos forrajeros además de proveer forraje ofrecen otros aportes que justifican la incorporación de los mismos en la conformación de áreas forrajeras (Cuadro 2). Entre estos aportes se pueden mencionar: el enriquecimiento directo (Agreil *et al.*, 2011) e indirecto de la biodiversidad del ecosistema, el indirecto es por ser hábitat (alimento, refugio, anidación) de fauna silvestre (Boelman *et al.*, 2015); enriquecer o acelerar los flujos de materia orgánica y mejorar condiciones físicas del suelo incluyendo la protección contra la erosión hídrica y eólica (Long *et al.*, 2010); reducir el riesgo de la desertificación (Aldahhak *et al.*, 2010); y, disminución de la cantidad de metano liberada por la fermentación ruminal (Caridad *et al.*, 2012).

Cuadro 2. Beneficios a la biodiversidad al utilizar arbustivas forrajeras.

Espacio	Recurso	Componentes	Beneficios
Sitio	Alimentos (fuente directa)	Flores, semillas, hojas de arbustos.	Complementar oportunidades de forrajeo, aumento de sobrevivencia.
	Alimentos (fuente indirecta)	Presas (invertebrados y otros animales) asociados con plantaciones de arbustos forrajeros. Plantas y malezas en plantaciones de arbustos forrajeros.	Complementar oportunidades de forrajeo, aumento de sobrevivencia.
	Estructura del hábitat	Arbustos y plantas de cobertura.	Áreas de refugio, sustrato de anidamiento, aumento de la sobrevivencia.
Paisaje	Heterogeneidad estructural	Arbustos forrajeros plantados en bloques o hileras	Reducir el contraste entre los usos de la tierra, facilitar el movimiento. Reducir efectos de fragmentación. Proporcionar mayor resiliencia del paisaje al amortiguar los efectos de perturbación.
	Conectividad del hábitat	Arbustos forrajeros plantados en bloques o hileras	Facilitar el movimiento (dispersión, migración) a través del paisaje. Reducir la distancia entre poblaciones aisladas.
	Remanentes de vegetación nativa	Vegetación adyacentes a la existente (revegetación)	Reducir incursiones nocivas de las áreas circundantes (malezas, herbicidas, pastoreo). Complementar el hábitat de algunas especies.

Fuente: Adaptado de Collard & Fisher (2010).

La integración del arbusto *Stylosanthes guianensis* al área forrajera promovió mayor cantidad de N en el suelo al incorporar 4.6 mg N d⁻¹ mediante su simbiosis con bacterias del género *Rhizobium* y mayor presencia de materia orgánica dentro del perfil del suelo al tener una raíz que profundizó rápidamente este perfil, a tres meses de la siembra, la distribución de la masa radicular fue de 84, 11, 4.5, y 0.5% de la raíz a 0-20, 21-40, 41-80 y 81-100 cm de profundidad (Skerman & Riveros, 1990).

El arbusto *Gliricidia sepium* es una especie tropical, al plantarse en hileras a curvas de nivel en áreas de cultivo con pendiente, disminuyó la erosión del suelo en 12,986 t km⁻² año⁻¹, lo que significó una disminución de hasta 76% en la pérdida de suelo y agua, conservando así la calidad del suelo en las áreas de cultivo (Long *et al.*, 2010).

Atriplex nummularia arbusto de zonas semiáridas y áridas, aumentó 24% la rentabilidad de un sistema mixto de cultivo y ganadería ovina al establecerse en 10% de la superficie del sistema, en comparación a este mismo sistema sin la incorporación de la arbustiva. El beneficio provino de incrementar 15% el volumen de venta de la producción animal con reducción en la cantidad de alimento complementario usada para los animales. Además de la rentabilidad se mejoró la capacidad del sistema de fijar bióxido de carbono, ya que el arbusto fijó de 5 a 10 t de CO₂ ha⁻¹ año⁻¹ (Monjardino *et al.*, 2010).

La calidad forrajera del follaje del arbusto *Cistus ladanifer* nativo del Mediterráneo varió a través de las estaciones del año, las concentraciones de fibras detergentes neutro y ácido fueron de 32 a 41 y de 27 a 31%, respectivamente; la digestibilidad *in vitro* de 25 a 32%; los compuestos fenólicos y taninos condensados de 55 a 106 y de 32 a 161 g kg⁻¹ MS, respectivamente; y, proteína cruda de 5 a 10%. Los autores concluyeron que aunque la calidad del follaje es en todo momento de pobre a moderada, en invierno podría ser un forraje complementario en la alimentación de pequeños rumiantes (Guerreiro *et al.*, 2015).

Parlak, Gokkus, Hakyemez, y Baytekin (2011) al dar seguimiento por un año a la calidad del follaje de seis arbustos consumidos por cabras, concluyeron que la calidad del follaje varía a lo largo del año, estos cambios deben considerarse al planificar la alimentación, ya que en algunos componentes no se registró la concentración suficiente para el mantenimiento de la cabra. Por ejemplo, las concentraciones de proteína cruda y digestibilidad de la materia seca variaron de 3 a 13 y 33 a 70% y el contenido energético de 1.4 a 2.7 Mcal EM kg⁻¹ MS.

Temel y Tan (2011) encontraron que la calidad del follaje de diferentes arbustos nativos varió con la altura sobre el nivel del mar a la que crecían, la concentración de proteína cruda varió hasta 2.6 veces y las de las fibras detergentes neutro (FDN) y ácido (FDA) hasta en dos veces. En el intervalo de 0 a 400 msnm, fue donde encontraron los follajes de mejor calidad, sin embargo, no argumentaron sobre posibles causas de estas variaciones, pero si concluyeron que la calidad del follaje de algunos arbustos dependerá del ambiente en el que éstos crecen.

En un ambiente semiárido y suelo de pobre fertilidad la incorporación de los arbustos: *Acacia ligulata*, *A. neriifolia*, *Atriplex amnícola* y *Atriplex nummularia* originó que las ovejas mostraran una ganancia diaria de peso 60 g por arriba de la registrada para las ovejas en el sistema convencional de gramíneas nativas más suplemento a razón de 200 g de grano de cebada oveja⁻¹ d⁻¹. La mejoría se explicó con base en que las hojas y ramas tiernas de estos arbustos mantuvieron de entre: 55 a 67, 18 a 29, 9 a 14 y de 12 a 19% de digestibilidad, FDN, FDA y proteína cruda, respectivamente y que contribuyeron a cubrir alrededor del 50% de la dieta consumida. Además, se señala que las hojas de estos arbustos fueron una fuente importante de minerales, sombra y refugio para las ovejas (Revell *et al.*, 2013).

Memmontt, Anderson, y Fugal (2011) encontraron que las arbustivas forrajeras pueden favorecer la producción animal sobretodo en periodos críticos como el invierno en que las gramíneas muestran una calidad forrajera muy pobre. Llegaron a esta conclusión al determinar que en invierno el follaje de las arbustivas mostró 11, 49, 44, 58, 1.6 y 0.26% en proteína cruda, fibras detergentes neutro y ácido, digestibilidad, Ca y P, respectivamente y que la gramínea nativa para estos mismos atributos mostró valores de 3.8, 75, 50, 50, 0.4, 0.24%; y, los contenidos respectivos de energía metabolizable fueron de 1.8 y 1.5 Mcal EM kg⁻¹ MS. Agregando que la calidad del follaje de las arbustivas podrían reducir y hasta anular la suplementación en estas épocas críticas.

Además de mediciones de calidad basadas en concentraciones de nutrimentos, la aceptabilidad del consumo del follaje por parte del animal debe ser tomada en cuenta, y esta aceptabilidad puede variar entre especies animales, así Fugal, Anderson, y Roundy (2010) encontraron que el follaje de arbustos nativos de Norteamérica fue ávidamente consumido por cérvidos de Norteamérica pero totalmente rechazado por llamas del Altiplano Boliviano.

Abdullah (2010) encontró que la fertilización foliar de arbustos podría ser un manejo agronómico que mejore los atributos forrajeros de éstos. *Indigofera sp.* fertilizada foliarmente con 30 mL L⁻¹ de una solución nutritiva compuesta de 20 a 22% N, 15 a 16% P, 15 a 16% K, 1.5% Mg, 1.42% Zn, 1% Ca, 1% Fe, 0.88% Mo, 0.53% B, 0.53% Cu, 0.025% ácidos indolacético y giberélico, aumentó 65% el rendimiento (4.1 a 6.8 t MS ha⁻¹), en ocho unidades porcentuales la digestibilidad *in vitro* (67 a 75%) y sin cambios en proteína cruda (28%) al compararla con individuos sin fertilización foliar.

Tarazona, Ceballos, Naranjo, y Cuartas (2012) advierten que antes de incorporar arbustos como forraje, deben ser evaluados por presencia en hojas de compuestos secundarios tóxicos al animal que las consuma. Entre estos compuestos mencionan: compuestos nitrogenados como alcaloides, glucósidos cianogénicos, glucosinolatos, aminoácidos tóxicos, lecitinas e inhibidores de proteasas; compuestos fenólicos como taninos, fitoestrógenos y cumarinas; terpenos como saponinas; y, oxalatos. La presencia de estos compuestos se han explicado como una defensa de los arbustos para evitar que sus hojas sean consumidas, en respuesta los animales rechazan el consumo de estas hojas y con ello evitan intoxicarse o presentar alteraciones en sus procesos digestivos (Estell, 2010).

El arbusto *Cistus ladanifer*, en verano mostró concentraciones en hojas de 107 a 161 g kg⁻¹ MS de taninos condensados en arbustos de dos o más años y menos de dos años de edad, respectivamente, estas concentraciones se consideraron muy altas para ofrecer como único forraje a pequeños rumiantes el follaje de este arbusto (Guerreiro *et al.*, 2015).

2.5 Potencial de arbustos en México

En México vegetan unas 6,500 especies de arbustos nativos, muchos de los cuales tienen una importancia ecológica, económica y social (Niembro, 2001). Algunos de estos arbustos pueden ser fuentes de forraje, en este sentido Pinto *et al.* (2005) demostraron el potencial de arbustos nativos para conformar sistemas silvopastoriles que aumentaron la eficiencia del uso del suelo para producción de forraje, señalando además que en la selección de las especies arbustivas se recurrió al conocimiento etnobotánico empírico de los lugareños.

La mayoría de las investigaciones en México sobre arbustivas y arbóreas forrajeras se han concentrado a especies tropicales como: *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum alicastrum* y otras del género *Acacia* (Sosa *et al.*, 2004; Gómez *et al.*, 2006). De estas especies se ha resaltado entre otros aspectos su impacto en mejorar la producción animal, facilidad de propagación, aceptación del follaje por parte de los animales, mantenimiento de un follaje verde por más tiempo y tolerancia a la sequía (Villa *et al.*, 2009).

En la región árida y semiárida de México se ha generado información sobre el aporte del follaje de arbustivas a la dieta seleccionada por diferentes tipos de ganado (González & Cantú, 2001), al respecto sobresalen dos arbustivas que son el Huizache (*Acacia farnesiana*) y Mezquite (*Prosopis laevigata*) por su aporte forrajero al ganado caprino en las entidades federativas de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Oaxaca (Miranda & Hernández, 1963).

Buddleia skutchii o Tepozán es de las contadas arbustivas de las zonas templadas sub-húmedas de México localizadas entre los 2200 a 3000 msnm que ha recibido atención en investigación como componente en sistemas silvopastoriles (Camacho *et al.*, 2009) o como fuente de forraje complementario en la alimentación de ovinos (Camacho *et al.*, 1999).

Niembro (2001) señala que la integración de arbustos en estrategias de aprovechamiento múltiple del suelo como lo son sistemas agro y silvopastoriles es una opción para aprovechar de forma más eficiente los recursos agua, suelo y clima de un lugar determinado; sin embargo, para su éxito es necesario conocer con el mayor detalle posible los atributos agronómicos y de calidad forrajera de los arbustos que se planifican integrar a estos sistemas.

2.6 Literatura citada

- Abdullah, L. (2010). Herbage production and quality of shrub Indigofera treated by different concentration of foliar fertilizer. *Media Peternakan-Journal of Animal Science and Technology*, 33(3), 169-175, doi: 10.5398/medpet.2010.33.3.169.
- Agreil, C., Magda, D., Meuret, M., Hazard, L., & Osty, P.L. (2011). Linking the dynamics of ruminant feeding behavior and dominant shrub responses on rangeland: forage resources renewal and biodiversity conservation. *Environmental Research Journal*, 5(5), 611-626.
- Aldahhak, O., Zaid, S., Teixeira da Silva, J.A., & Abdul-Kader, A.M. 2010. *In Vitro* Approach to the Multiplication of a Halophyte Species Forage Shrub *Atriplex Halimus* L. and *in Vitro* Selection for Salt Tolerance. *International Journal of Plant Developmental Biology*, 4(1), 8-14.
- Alvarado, V., Bermúdez, T., Romero, M., & Piedra, L. (2014). Native plants for erosion control in urban river slopes. *Spanish Journal of Soil Science*, 4(1), 99-111, doi: 10.3232/SJSS.2014.V4.N1.07.
- Benavides, J. E. (1999). *Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería*. FAO animal production and health paper, 449-477. Consultada en <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/bnvdes23.htm>. 22 de enero de 2017.
- Boelman, N., Gough, L., Wingfield, J., Goetz, S., Asmus, A., Chmura, H.E., Krause, J., Perez, J.H., Sweet, S.K., & Guay, K.C. (2015). Greater shrub dominance alters breeding habitat and food resources for migratory songbirds in Alaskan arctic tundra. *Global Change Biology*, 21, 1508-1520, doi: 10.1111/gcb.12761.
- Bogdan A, V. (1997). *Pastos tropicales y plantas forrajeras (pastos y leguminosa)* (1ª ed.). Editorial A.G.T Editor, S.A. México, D.F. 461 p.
- Cáceres, O., & González, E. (2000). Metodología para la determinación del valor nutritivo de los forrajes tropicales. *Pastos y Forrajes*, 23(2), 87-103.

- Camacho, D., Nahed, J., Ochoa, S., Jiménez, G., Soto, L., & Grande, D. (1999). Traditional Knowledge and fodder potential of the genus *Buddleia* in the Highland of Chiapas, Mexico. *Animal Feed Science Technology*, 80, 123-134.
- Camacho M, D., Hernández P, S. I., & Lilian M, L. (2009). Tepozán (*Buddleia cordata*). Universidad Autónoma de México. Consultada en http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/vaquillas/folletos/Tepozan_folleto09.pdf. 20 de febrero de 2017.
- Caridad, D. D., Galindo, J., González, R., González, N., Scull, I., Dihigo, L., Cairo, J., Almada, A.I., & Moreira, O. (2012). Feeding of tropical trees and shrub foliages as a strategy to reduce ruminal methanogenesis: studies conducted in Cuba. *Tro Anim Health Prod*, 44, 1097-1104, doi: 10.1007/s11250-011-0045-5.
- Carrero M, J. A. (2012). Importancia de las leguminosas forrajeras. Consultada en <https://buenaproduccionanimal.wordpress.com/2012/03/16/importancia-de-las-leguminosas-forrajeras-2/>. 23 de mayo de 2015.
- Carrillo, J. (2003). *Manejo de pasturas*. INTA Balcarce. Buenos Aires. 458 p.
- Church, D. C., Pond, W. G., & Pond, K. R. (2007). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales* (2ª ed.). México, D.F., México: Limusa Wiley.
- CNPS (California Native Plant Society). (2014). *Malva assurgentiflora* (Malva Rosa) for California. Consultada en [http://calscape.org/Malva-assurgentiflora-\(Malva-Rosa\)?srchcr=sc573ec80bb484a](http://calscape.org/Malva-assurgentiflora-(Malva-Rosa)?srchcr=sc573ec80bb484a). 19 de julio de 2016.
- Collard, J. S., & Fisher, M. A. (2010). Shrub-based plantings of woody perennial vegetation in temperate Australian agricultural landscapes: What benefits for native biodiversity? *Ecological Management & Restoration*, 11(1), 31-35, doi: 10.1111/j.1442-8903.2010.00510.x.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2014). *Glosario, especie nativa*. Consultada en <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/doctos/glosario.html>. 22 de mayo de 2015.
- Estell, R. E. (2010). Coping with shrub secondary metabolites by ruminants. *Small Ruminant Research*, 94, 1-9, doi: 10.1016/j.smallrumres.2010.09.012.
- Fryxell, P. A. (1993). Capítulo 12 Lavatera. In. P. A Fryxell (ed). *Flora del valle de Tehuacán- Cuicatlán*; Fascículo 1. Malvaceae. México, D.F: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 49-50.

- Fugal, R. A., Anderson, V.J., & Roundy, B. (2010). Exotic grass and shrub production evaluation and llama preference on the Bolivian Altiplano. *Small Ruminant Research*, 94, 150-160, doi: 10.1016/j.smallrumres.2010.07.019.
- Gómez, C. H., Toral, J. N., Tewolde, A., Pinto, R. R., & Martínez, J. L. (2006). Áreas con potencial para el establecimiento de árboles forrajeros en el centro de Chiapas. *Técnica Pecuaria en México*, 44(2), 219-230, doi: <http://dx.doi.org/10.22319/rmcpv%251747>.
- González P, A., & Moreno V, R. (2001). Evaluación de la producción de gramíneas forrajeras nativas e introducidas. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 90-95.
- González, R. H., & Cantú, S. (2001). Adaptación a la sequía de plantas arbustivas de matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*, 4 (4), 454-461.
- Guerreiro, O., Dentinho, M. T. P., Moreira, O. C., Guerra, A. R., Ramos, P. A. B., Bessat, R. J. B., Duarte, M. F., & Jerónimo, E. (2015). Potential of *Cistus ladanifer* L. (rockrose) in small ruminant diets – effect of season and plant age on chemical composition, in vitro digestibility and antioxidant activity. *Grass and Forage Science*, 71, 437–447, doi: 10.1111/gfs.12188.
- Hernández X, E. (1976). Simposio de Etnobotánica. Departamento de Etnología y Antropología Social (INAH-SEP). Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias (UNAM). Consultada en <http://www.chapingo.mx/bagebage/02.pdf>. 23 de mayo de 2015.
- Hill, S. R. (2016). *Malva assurgentiflora*, in Jepson Flora Project (eds.) Jepson eFlora. Jepson Herbarium. University of California, Berkeley. Consultada en http://ucjeps.berkeley.edu/eflora/eflora_display.php?tid=89039. 20 de julio de 2016.
- INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). (2016). *Manual del protagonista: Pastos y Forrajes*. Nicaragua. Consultada en [https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual de Pastos y Forrajes.pdf](https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual%20de%20Pastos%20y%20Forrajes.pdf). 10 de noviembre de 2016.
- Jaurena, G., & Wawrzkievicz, M. (2009). *Guía de procedimientos analíticos*. Programa para el Mejoramiento de la Evaluación de Forrajes y Alimentos. Centro de Investigación y Servicios en Nutrición Animal (CISNA). Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires.
- Kearney, T. H. (1895). *Grasses and Forage Plants of the Southeastern States*. Bulletin N° 1. U.S . Department of Agriculture. Division of Agrostology. pp. 25.

- LGEEPA (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). (2015). Cámara de diputados del h. congreso de la unión, Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada Diario Oficial de la Federación, 09-01-2015. Consultada en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148_090115.pdf. 22 de mayo de 2015.
- Long, H. Y., Jin, J., Zhang, D., Shi, L. T., & Zhu, H. Y. (2010). The Application Research of Leguminous Forage and Shrub Used in the Comprehensive Control of Small Watershed in the Arid-hot Valleys of Yuanmou, Yunnan Province. *Research of Soil and Water Conservation*, 2, 56.
- Lull, G. B. (1910). *State board of dorestry*. Circular N° 2. The Forest Service, U. S. Dept. Agriculture. Sacramento California. pp.113.
- Melgoza C, A., Ortega O, C., Morales N, C. R., Jurado G, P. E., Vélez S, C., Royo M, M. H., Quintana M, G., Lafón T, A., Alarcón H, M., Bezanilla E, G., & Pinedo Á, C. (2007). Native plant propagation in degraded areas: An option for ecosystem restoration. *Tecnociencia Chihuahua*, 1(3), 38-41.
- Memmott, K. L., Anderson, V. J., & Fugal, R. (2011). Seasonal dynamics of forage shrub nutrients. *Rangelands*, 33(6), 12-16, doi: <http://dx.doi.org/10.2111/1551-501X-33.6.12>.
- Miranda, F., & Hernández X, E. (1963). *Los tipos de vegetación de México y su clasificación*. Colegio de Postgraduados, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 148 p.
- Monjardino M., Revell D., & Pannell J, D. (2010). The potential contribution of forge shrubs to economic returns and environment management in Australian dryland agricultural systems. *Agricultural Systems*, 103, 187-197, doi: 10.1016/j.agry.2009.12.007.
- Niembro, R. A. (2001). Las diásporas de los árboles y arbustos nativos de México: posibilidades y limitaciones de uso en programas de reforestación y desarrollo agroforestal. *Madera y Bosques*, 7(2), 3-11.
- Parlak, O. A., Gokkus, A., Hakyemez, B. H., & Baytekin, H. (2011). Shrub yield and forage quality in Mediterranean shrublands of West Turkey for a period of one year. *African Journal of Agricultural Research*, 6(7), 1726-1734, ido: 10.5897/AJAR10.1062.
- Pinto, R. R., Gómez, H., Martínez, B., Hernández, A., Medina, F.J., Gutiérrez, R., Escobar, E. & Vásquez, J. (2005). Árboles y arbustos forrajeros del sur de México. *Pastos y Forrajes*, 28(2), 87-98.

- Quero C, A. R., Enríquez Q, J. F., & Miranda J, L. (2007). Forage species evaluation in tropical America, advancement or *status quo*. *Interciencia*, 32(8), 566-571.
- Raluy P, A. (2006). *Diccionario Porrúa de la Lengua Española* (52^a ed). Editorial Porrúa. México.pp. 336.
- Raymond, W. F. (1969). The nutritive value of forage crops. *Advances in agronomy*, 21, 1-108, doi: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60095-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60095-4).
- Revell, D. K., Norman, H.C., Vercoe, P.E., Phillips, N., Toovey, A., Bickell, S., Hulm, E., Hughes, S., & Emms, J. (2013). Australian perennial shrub species add value to the feed base of grazing livestock in low.to medium-rainfall zones. *Animal Production Science*, 53, 1221-1230, doi: <http://dx.doi.org/10.1071/AN13238>.
- SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.
- Skerman, P. J., & Riveros, F. (1990). *Tropical Grasses*. Consultado en <http://www.fao.org/ag/aqp/AGPC/doc/Gbase/DATA/Pf000070.htm>. 10 de febrero de 2017.
- Sosa R, E. E., Pérez R, D., Ortega R, L., & Zapata B, G. (2004). Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Tèc Pecu Mèx*, 42(2), 129-144.
- Squeo, F. A., Arroyo M, T., Arancio, G., & Gutiérrez, J. R. (2001). *Presentación científica del libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo*. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile. pp. 3-11.
- Tarazona, A. M., Ceballos, M. C., Naranjo, J. F., & Cuartas, C. A. (2012). Factors affecting forage intake and selectivity in ruminants. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(3), 473-487.
- Temel, S., & Tan, M. (2011). Fodder values of shrub species in maquis in different altitudes and slope aspects. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(3), 508-512.
- Toledo, V., Rosalba B, A. I., Martínez, E., & Ramos, C. (1995). La selva útil: etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia*, 20(4), 177-187.

- Torgovitsky, C. (2017). Home Ground Habitats. Consultada en <http://www.homegroundhabitatnursery.org/plants/malva-lavatera-assurgentiflora>. 22 de enero de 2017.
- Van Dersal, W. R. (1938). *Native Woody Plants of the United States; Their Erosion- Control and Wildlife Values*. Miscellaneous Publication N° 303. United States Department of Agriculture. Washington, D.C. pp. 153.
- Vázquez Y, C., Batis M, A. I., Alcocer S, M. I., Gual D, M., & Sánchez D, C. (2001). *Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. Instituto de Ecología. Universidad Autónoma de México. Consultada en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/inicio.pdf. 22 de mayo de 2015.
- Vibrans, H. (2011). *Malezas de México, evolución y diversidad, nativas y exóticas, beneficios y costos*. Simposio "Organismos genéticamente modificados con tolerancia a herbicidas". Instituto Nacional de Ecología.
- Villa H, A., Nava T, M.E., López O, S., Vargas L, S., Ortega J, E., & Gallardo L, F. (2009). Utilización del Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) como fuente de forraje en la ganadería bovina extensiva del trópico Mexicano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 253-261.
- Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*, 28(3), 160-186.

3. ATRIBUTOS AGRONÓMICOS DE SEMILLAS Y DEL CRECIMIENTO INICIAL EN VIVERO DE JUANITO (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg) DE DIFERENTE PROCEDENCIA

3.1 Resumen

Lavatera assurgentiflora es un arbusto forrajero con escasa información agronómica, por lo que el objetivo fue determinar características agronómicas de semillas y de crecimiento en vivero de semillas de cinco procedencias, mediante tres experimentos. En el primero se determinó, número y pesos de semillas y de tejidos florales; en el segundo germinación, sobrevivencia de plántula y de planta en vivero; y, en el tercero emergencia. En todos los experimentos el diseño fue completamente al azar hasta con 10 repeticiones, en el segundo experimento se usó el modelo de mediciones repetidas en el tiempo. Las variables del primer experimento mostraron efecto ($p < 0.05$) de procedencia, el máximo peso de semilla por fruto fue 137 g registrado en la procedencia Temascalapa1, 15% superior al promedio de las otras procedencias. Germinación y sobrevivencia de plántula fueron determinadas ($p < 0.05$) por la procedencia y tiempo transcurrido de la prueba respectiva. La máxima y mínima germinaciones fueron 85 y 39% observadas al séptimo y último día de prueba en las procedencias Hueyotlipan2 y Temascalapa2, respectivamente; la germinación no varió ($p > 0.05$) a partir del 7º día de prueba. La máxima ($p < 0.05$) sobrevivencia de plántula fue 80% registrada en las procedencias Hueyotlipan1 y 2; del 8º y hasta el 12º día de prueba ya no se registró cambios en la sobrevivencia de plántulas. La sobrevivencia de planta en vivero no mostró influencia ($p > 0.05$) por procedencia. La emergencia de plántula solamente fue influida ($p < 0.05$) por la profundidad de siembra, sembrar a más de 2 cm de profundidad reduce hasta en 100% la emergencia. Se concluyó que las características agronómicas de la semilla, germinación y sobrevivencia de plántula son influidas por la procedencia de la semilla; sin embargo, la sobrevivencia de planta en vivero y capacidad de emergencia dependen de condiciones ambientales.

Palabras clave: especie nativa, leñosa forrajera, calidad de reproducción, peso de semilla.

“SEED AGRONOMIC ATRIBUTES AND NURSERY INITIAL GROWTH OF JUANITO (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg) FROM DIFFERENT LOCATIONS”

3.2 Abstract

Lavatera assurgentiflora is a forage shrub with little agronomic information, then three experiments were done with the objective to determine seed and nursery growth agronomic characteristics from seeds of different locations. In the first experiment seed number and weight and floral tissues were recorded; in the second, germination, seedling and plant nursery survival; and, in the third, plant emergence. A complete random design with up to 10 replicates was used in all experiments, in the second a repeated measurements model was used. All variables of the first experiment showed effect ($p < 0.05$) of location, maximum seed weight per fruit was 137 g recorded in Temascalapa1 location, 15% above all other locations mean. Germination and seedling survival were influenced ($p < 0.05$) by location and respective test time elapsed. Maximum and minimum germinations were 85 and 39% shown at the seventh and last test days in Hueyotlipan2 y Temascalapa2 locations, respectively; germination was constant ($p > 0.05$) from the 7th test day on. Maximum ($p < 0.05$) seedling survival was 80% found in both Hueyotlipan1 and 2 locations; from the 8 to the 12th days of testing seedling survival stayed the same. Plant nursery survival showed no effect ($p > 0.05$) of location. Plant emergence was influenced ($p < 0.05$) by seeding depth only, beyond 2 cm deep plant emergence was reduced up to 100%. Conclusion was that agronomic seed characteristics, germination and seedling survival are determined by seed location origin; while, plant nursery survival and emergence are influenced by environmental conditions.

Key words: native species, fodder shrub, reproduction quality, seed weight.

Thesis of Master in Science in Livestock Innovation, Postgraduate in Animal Production, Chapingo University.

Author: Ubaldo Fermín Juárez Zebadúa

Thesis Director: Pedro Arturo Martínez Hernández

3.3 Introducción

El gran número de arbustos nativos en México además de ser una gran riqueza ecológica algunos pueden ser una opción para la producción de forraje (Niembro, 2001). La incorporación del follaje de algunas arbustivas a la alimentación del ganado apacentando gramas nativas o pastos introducidos podría mitigar los fuertes cambios estacionales en la calidad y cantidad de estas últimas especies (Villalobos *et al.*, 2000; Sosa *et al.*, 2008).

Los arbustos pueden prosperar año tras año en ambientes áridos y semiáridos caracterizados ya sea por bajas o muy erráticas precipitaciones (Aldahhak *et al.*, 2010). Benavides (1999) enfatiza que los arbustos pueden ser una opción en la cadena de producción de forraje por su estabilidad en la cantidad y calidad del forraje producido, que en algunas ocasiones se refleja en contenidos de proteína cruda y digestibilidad no menores a 16 y 60%, respectivamente. Rivas, González, Valencia, Sánchez, y Villanueva (2005) resaltan que además de analizar las respuestas en cantidad y calidad del forraje se debe investigar sobre el éxito de la propagación de los arbustos a diferentes manejos agronómicos para generar información que permita la expansión del uso sostenido de los mismos.

Por tanto, el objetivo de esta investigación fue determinar características agronómicas de semillas y del crecimiento inicial en vivero de Juanito (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg) de diferentes procedencias, mediante semillas colectadas de individuos creciendo en localidades distintas, para obtener información que permita un mejor entendimiento e identificar el impacto de algunos factores sobre el proceso de propagación controlada de esta especie.

3.4 Materiales y métodos

El estudio consistió en tres experimentos manejados y realizados de forma independiente, el orden de presentación de los mismos corresponde al orden cronológico de ejecución.

En los tres experimentos una de las fuentes intencionales de variación fueron los municipios en los que crecían los individuos de Juanito de los que se colectó la semilla. Los municipios y algunas características físicas ambientales se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Información de los municipios donde estaban creciendo los individuos de Juanito de los que se colectó la semilla.

Municipio	Coordenadas	Altitud (msnm)	Temperatura Min-Max Media (°C)	Precipitación anual (mm)	Clima
Almoloya, Hidalgo	19°24'14" N, 98°24'13" O	2538	5 - 22.9 14	761	Templado subhúmedo con lluvias en verano
Hueyotlipan, Tlaxcala	19°28'12" N, 98°20'56" O	2640	9.8-25.2 17.5	439	Templado subhúmedo con lluvias en verano
Temascalapa, México	19°46'27" N, 98°54'48" O	2433	7.2-22.4 14.8	593	Templado semiseco con lluvias en verano y precipitaciones invernales

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (2017).

Las semillas se colectaron entre los días 22 y 25 de abril de 2015, la semilla colectada en Almoloya, provino de un solo individuo ubicado en la jardinera del parque central de la cabecera municipal; del municipio de Hueyotlipan la semilla se obtuvo de dos individuos localizados en la comunidad de Adolfo López Mateos pero crecidos en dos diferentes solares; y, del municipio de Temascalapa, la semilla provino de dos arbustos ubicados en dos solares distintos dentro de la comunidad de Santa Ana Tlachiahualpa. En total fueron tres localidades y cinco individuos.

En campo se cosecharon los frutos (esquizocarpos) y cálices, los individuos seleccionados tenían entre 3 a 5 años de edad según lo comunicado por un encargado de vigilancia en el municipio de Almoloya y los dueños de los solares en los otros dos municipios y con una altura poco mayor a los 2 m. Los frutos y

cálices se secaron a la sombra durante 10 días y se manipularon según se indica en los experimentos descritos a continuación.

El primer experimento consistió en seleccionar al azar 10 frutos y cálices de cada uno de los individuos, considerando a cada individuo como una procedencia y cada fruto como una repetición. Cada fruto se separó manualmente en semillas y otros tejidos, en esto último se incluyó la envoltura de la semilla, cálices y residuos del tejido floral, se contó el número de semillas, cada uno de los componentes (semillas y otros tejidos) se colocó en charolas de aluminio, se secaron en estufa a aire forzado a 55°C durante 72 horas y se pesaron.

Las variables analizadas fueron: número de semillas por fruto, pesos base seca de semillas, otros tejidos y de una semilla. Ésta última variable se calculó dividiendo el peso de las semillas entre el número de semillas. El análisis estadístico fue bajo un modelo completamente al azar con cinco tratamientos que fueron las procedencias y 10 repeticiones, la separación de medias fue por Tukey y los cálculos se hicieron con el procedimiento GLM, además se realizó un análisis de correlación entre las variables analizadas con el procedimiento CORR, ambos procedimientos del paquete estadístico SAS versión 9.3. (SAS, 2015).

El segundo experimento consistió de tres etapas consecutivas: germinación, plántula y planta en vivero. Los tratamientos evaluados en este experimento fueron cinco que corresponden a las procedencias de las semillas.

Para la primera etapa: germinación, se tomaron al azar 10 frutos de cada procedencia, se obtuvieron las semillas de cada fruto y se pusieron a un proceso de germinación de 10 días, que consistió en poner las semillas de un mismo fruto en una caja de Petri cuya base tenía papel absorbente humedecido con agua destilada, se puso la tapa y las cajas se colocaron en gabinete de germinación a oscuridad total y temperatura constante de 20° C. Cada caja de Petri fue la unidad experimental.

Diariamente se revisó cada caja de Petri para registrar por día el número de semillas germinadas y agregar en caso necesario agua destilada para mantener el papel absorbente húmedo. Semilla germinada fue aquella que a simple vista mostraba emergencia de radícula. La germinación de cada día se expresó como porcentaje, considerando como 100% el total de semillas colocadas en cada caja de Petri.

La segunda etapa: plántula, consistió en que las semillas germinadas de la etapa anterior una vez que la plúmula emergiera fueron trasferidas a una cavidad 3.1X3.1X0.5 cm de una charola de germinación de Unicel de 66.4X33.5X7 cm con 200 cavidades, éstas se llenaron con *peat moss* comercial (PROMIX® FLEX™ de 3.8 ft, fibras cortas, pH estandarizado y sin fertilizante). Las charolas se mantuvieron en laboratorio a luz solar indirecta sin control de temperatura ambiental.

Una vez transferidas las plántulas a la charola se registró diario y por 12 días seguidos si se mantenían vivas o no, al mismo tiempo se aseguraba que el sustrato dentro de cada cavidad se mantuviera húmedo. La variable analizada fue porcentaje de sobrevivencia de plántula, que se calculó considerando como 100% el número total de plántulas trasferidas de una misma caja de Petri, el conjunto de plántulas de una misma caja de Petri fue una unidad experimental, por lo que se mantuvieron las 10 repeticiones por procedencia.

La tercera etapa: planta en vivero, consistió en transferir a bolsa de vivero las plántulas de la etapa previa anterior que sobrevivieron los 12 días en la charola de germinación, la transferencia se realizó durante el 13vo día. Se usaron bolsas negras de vivero de 22X22 cm calibre 400 y volumen de 1.89 L, en cada bolsa se colocaron 500 g de suelo secado al sol en invernadero y cernido a tamiz de 0.4 cm.

La transferencia de las plántulas de hizo a la sombra, el suelo de la bolsa estaba húmedo con un cajete al centro para recibir la plántula, las bolsas se colocaron al azar sobre mesas dentro del invernadero, diariamente se

supervisaron las bolsas para asegurar un suelo húmedo y libre de especies espontaneas además de registrar por 30 días consecutivos a partir de la transferencia la sobrevivencia de las plántulas.

La variable analizada fue porcentaje de sobrevivencia considerando como 100% el número de plántulas transferidas provenientes de las semillas de cada una de las cajas de Petri de la etapa de germinación; sin embargo, no todas las cajas de Petri produjeron plántulas sobrevivientes, por lo que, algunas de las procedencias no llegaron a tener 10 repeticiones.

El análisis estadístico fue independiente para cada una de las tres etapas, en las tres se hizo con un modelo para un diseño completamente al azar, usando modelos mixtos y mediciones repetidas en el tiempo (Warner, 2013) los cálculos se hicieron con el procedimiento MIXED de SAS versión 9.3 (SAS, 2015).

La germinación se analizó del segundo al décimo día debido a que en el primer día no se registró germinación. En planta en vivero se analizó la sobrevivencia acumulada a 15 y 30 días de la transferencia de la charola a la bolsa, si para alguna repetición la sobrevivencia a 15 días era del 0% dicha repetición se excluyó para el análisis a 30 días. Aun cuando se analizaron cifras en porcentaje no se hizo ninguna transformación ya que los valores fueron siempre dentro de un intervalo muy cercano (Steel & Torrie, 1985) entre todas las procedencias.

En el tercer experimento se determinó la capacidad de germinación y emergencia de la plántula a partir de semilla de diferente procedencia y sembrada a diferente profundidad, por lo que se aplicó un arreglo factorial 5X4, cinco procedencias y cuatro profundidades de siembra. Las procedencias fueron las ya referidas en los otros experimentos y las profundidades de siembra fueron 0 (superficial), 2, 4 y 6 cm.

De cada procedencia se eligieron al azar 10 frutos y de cada uno se seleccionaron cuatro semillas sin defecto físico evidente, al azar a cada semilla

se le asignó una profundidad de siembra, y las cuatro semillas de un mismo fruto se sembraron en un mismo vaso que sirvió como maceta. Se usaron vasos de plástico transparente de 250 mL de capacidad, identificados como del No. 8, antes de la siembra se llenaron con 200 g de suelo seco en invernadero y cernido en tamiz de 0.4 cm.

Con excepción de la semilla que se colocó sobre la superficie del suelo dentro del vaso, cada una de las otras tres semillas fue empujada individualmente con un palo entre el suelo y la pared del vaso hasta llegar a la profundidad asignada y que las semillas quedaran visibles desde el exterior, ya colocadas las semillas los vasos fueron recubiertos por su parte exterior con papel aluminio para bloquear la presencia de luz.

Los vasos con las semillas se colocaron al azar en mesas dentro del invernadero. A partir de la fecha de siembra y por 45 días consecutivos se revisó diariamente cada vaso para asegurar que el suelo se mantuviera húmedo, agregando agua en caso necesario, y sin presencia de especies espontáneas, al mismo tiempo se determinó la presencia de semillas germinadas y plántulas emergidas.

A toda semilla germinada y plántula emergida se le daba un valor de 1, de lo contrario el valor era 0; con el valor de 1 se indicó que sí había existido la germinación o la emergencia de plántula y con el 0 que cualquiera de esos dos eventos nunca ocurrió durante el intervalo de tiempo que duró el experimento.

El análisis estadístico se hizo bajo un modelo completamente al azar con 10 repeticiones y la variable analizada fue la probabilidad de ocurrencia del evento con valores que podrían variar de 0 a 1. Los cálculos se hicieron con el procedimiento GLM de SAS versión 9.3 (SAS, 2015).

3.5 Resultados y discusión

La procedencia de los frutos de Juanito influyó ($p < 0.05$) sobre las características agronómicas de las semillas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Características agronómicas (media $\pm$ desviación estándar) de las semillas de Juanito según su procedencia.

Procedencia	Característica			
	OT (mg)	PS (mg)	NS	PUS (mg)
Hueyotlipan1	228 $\pm$ 48 ab	132 $\pm$ 29 ab	6.8 $\pm$ 0.9 ab	19 $\pm$ 3.1 a
Hueyotlipan2	219 $\pm$ 32 ab	127 $\pm$ 20 ab	7.1 $\pm$ 0.5 a	18 $\pm$ 2.9 abc
Almoloya	199 $\pm$ 40 ab	113 $\pm$ 28 bc	6.6 $\pm$ 0.9 ab	17 $\pm$ 3.2 bc
Temascalapa1	234 $\pm$ 43 a	137 $\pm$ 21 a	7.0 $\pm$ 0.7 a	20 $\pm$ 2.9 a
Temascalapa2	194 $\pm$ 45 b	95 $\pm$ 26 c	6.1 $\pm$ 1.2 b	16 $\pm$ 2.9 c

a, b, c, medias dentro de columnas con al menos una literal en común no son diferentes entre sí ($p > 0.05$). OT= peso de otros tejidos; PS= peso de semillas por fruto; NS= número de semillas por fruto; PUS= peso de una semilla.

La semilla con los valores máximos de los atributos analizados fue colectada de la procedencia Temascalapa1, del estado de México, en contraste, la semilla con los valores mínimos en todos los atributos analizados fue de la procedencia Temascalapa2, del mismo municipio. En número de semillas por fruto, pesos de una semilla y semilla por fruto los valores máximos fueron 14, 25 y 44% superiores a los valores mínimos, lo que permite señalar que fue en el atributo de peso de semilla por fruto donde se registró la mayor diferencia relativa entre las procedencias.

En los pesos por semilla y semillas por fruto se registró la mayor variabilidad entre las procedencias al distinguirse tres grupos, el de máximos, medios y mínimos valores; mientras que en las otras dos variables, peso de otros tejidos y número de semillas por fruto, se registraron dos grupos los de mayor y menor valor.

El peso de semilla por fruto podría considerarse, por tanto, uno de los atributos prioritarios para discriminar entre arbustos en su potencial para proveer de semilla; si bien variaciones edáficas y climáticas podrían ejercer influencia en el peso de semilla por fruto (Joaquín *et al.*, 2010), en el presente estudio el máximo y mínimo peso de semilla por fruto provinieron de individuos creciendo en la misma localidad lo que permite suponer que las diferencias edáficas y climáticas entre ellos fueron mucho menores que con respecto de los arbustos de las otras localidades.

El número de semillas por fruto no se correlacionó ($p>0.05$) con el peso de una semilla y mostró una correlación media positiva con peso de semilla por fruto; mientras que los pesos de semilla por fruto y de una semilla mostraron la correlación positiva más alta (Cuadro 5). El mayor rendimiento de semilla por fruto se asoció principalmente con semillas más pesadas y no con mayor número de semillas, tener semillas más pesadas podría significar mayor vigor de plántula y éxito en la propagación (Rivas *et al.*, 2005).

Cuadro 5. Matriz de correlaciones y nivel de significancia estadística entre las características agronómicas en semillas de Juanito.

Característica	Característica			
	NS	OT (mg)	PS (mg)	PUS (mg)
NS		0.35**	0.67**	0.17 NS
OT (mg)	0.35**		0.74**	0.73**
PS (mg)	0.67**	0.74**		0.84**
PUS (mg)	0.17 NS	0.73**	0.84**	

**, altamente significativa ($p<0.01$); *, significativa ($0.01< p< 0.05$), NS, no significativa ($p> 0.05$).
 NS= número de semillas por fruto; OT= peso de otros tejidos; PS= peso de semillas por fruto;
 PUS= peso de una semilla.

El aporte de otros tejidos incrementó al aumentar los pesos de las semillas por fruto como el de una semilla, lo que podría indicar que debe buscarse frutos de mayor tamaño para lograr a la vez semillas más pesadas y mayor peso de semillas (Cuadro 5).

La germinación de las semillas varió ($p<0.05$) con la procedencia y los días en prueba, sin efecto ($p>0.05$) de la interacción de la procedencia X días en la prueba (Cuadro 6), la procedencia Hueyotlipan2 mantuvo la máxima germinación a lo largo de los 10 días de prueba, llegando a una germinación máxima promedio para este periodo de 61.1% valor casi 2.5 veces mayor al valor mínimo registrado en la procedencia Temascalapa2.

Para todas las procedencias la germinación mostró un incremento gradual hasta el séptimo día, posteriormente la germinación ya no mostró aumento, del segundo al séptimo día la germinación aumentó casi en 10 veces, por lo que es

importante mantener la prueba de germinación por un tiempo mínimo de 7 a 8 días, pero no necesariamente mayor a 10 días.

La germinación incrementó con los días de la prueba, sin embargo, desde los primeros días se evidenció las procedencias con mayor o menor germinación, señalando que la magnitud de germinación en Juanito es una prueba que desde los primeros días permite calificar la calidad de la semilla. Al finalizar la prueba la procedencia Hueyotlipan2 alcanzó casi 85% de germinación, un valor muy aceptable para semilla comercial, la procedencia Temascalapa2 no alcanzó ni 40% de germinación lo que podría considerarse como una semilla de pobre valor comercial.

Las procedencias Hueyotlipan1 y Almoloya registraron al final de la prueba una germinación superior a 60% por lo que se podrían considerar como proveedores de semilla de calidad comercial aceptable. La procedencia Temascalapa2 mostró los menores pesos de semilla por fruto y por semilla (Cuadro 4) y también la menor germinación (Cuadro 6); sin embargo, la procedencia Temascalapa1 que mostró los máximos pesos de semilla por fruto y por semilla (Cuadro 4) fue superada en germinación por las procedencias Hueyotlipan1 y 2 y Almoloya (Cuadro 6), indicando que para determinar calidad de semilla se debe incluir necesariamente la magnitud de germinación además del peso de la semilla.

La variabilidad de la germinación de la semilla de Juanito es notoria, las procedencias de Hueyotlipan tuvieron mayores porcentajes de germinación, seguidos de Almoloya y los más bajos fueron para Temascalapa. Este evento puede explicarse en parte a las condiciones locales de clima y suelo de las procedencias de las semillas, la escasa precipitación al momento de la floración y maduración de la semilla pudo influir en la germinación (Joaquín *et al.*, 2010).

Rivas *et al.* (2005) comentan que en algunos arbustos y árboles forrajeros los porcentajes de germinación son atribuidos a las características de la semilla;

una de ellas es el tamaño del embrión de la semilla proporcional a la semilla, entre más grande el embrión mayor es la germinación.

Melgoza, Royo, Morales, y Sierra, (2003) mencionan que una germinación aceptable desde un punto de vista ecológico se considera superior a 40%, el porcentaje de germinación de Juanito en algunas procedencias fue superior a este dato; Juanito puede ser un arbusto con un buen perfil de reproducción, debido a que las semillas no tuvieron ningún tratamiento físico, químico o biológico que permitiera elevar su porcentaje de germinación, motivo por lo que puede ser utilizado en la práctica agronómica.

La dependencia de la magnitud de germinación de la procedencia de la semilla, permite señalar que el potencial de germinación es un atributo que debe incluirse en toda evaluación de Juanitos como potencial fuente de forraje.

Cuadro 6. Germinación (% , media $\pm$ desviación estándar) de semillas de Juanito de diferente procedencia a lo largo de 10 días de seguimiento.

Procedencia	Días									Promedio
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hueyotlipan1	6.4 $\pm$ 8	12.7 $\pm$ 16	43.7 $\pm$ 28	52.3 $\pm$ 31	53.7 $\pm$ 31	64.2 $\pm$ 34	64.2 $\pm$ 34	65.6 $\pm$ 34	65.6 $\pm$ 34	42.8 b
Hueyotlipan2	17.5 $\pm$ 11	34.9 $\pm$ 15	71.5 $\pm$ 21	72.9 $\pm$ 17	75.8 $\pm$ 18	84.6 $\pm$ 18	84.6 $\pm$ 18	84.6 $\pm$ 18	84.6 $\pm$ 18	61.1 a
Almoleya	4.2 $\pm$ 6	10.0 $\pm$ 13	49.2 $\pm$ 23	52.3 $\pm$ 24	61.4 $\pm$ 24	66.2 $\pm$ 21	66.2 $\pm$ 21	73.7 $\pm$ 24	73.7 $\pm$ 24	45.7 b
Temascalapa1	2.9 $\pm$ 6	11.5 $\pm$ 11	37.0 $\pm$ 25	47.6 $\pm$ 27	49.1 $\pm$ 26	53.3 $\pm$ 25	53.3 $\pm$ 25	55.0 $\pm$ 24	55.0 $\pm$ 24	36.5 c
Temascalapa2	2.0 $\pm$ 6	10.4 $\pm$ 13	23.7 $\pm$ 29	30.7 $\pm$ 31	34.0 $\pm$ 33	35.7 $\pm$ 32	35.7 $\pm$ 32	39.0 $\pm$ 31	39.0 $\pm$ 31	25.0 d
Promedio	6.6 e	15.9 d	45.1 c	51.2 bc	54.8 ab	60.8 a	60.8 a	63.6 a	63.6 a	

a, b, c, medias en igual hilera o columna con al menos una literal en común no son diferentes ($p>0.05$).

La sobrevivencia de plántulas fue influida ($p < 0.05$) por procedencia y días transcurridos desde la transferencia a la charola de germinación, sin efecto ($p > 0.05$) de la interacción de estos factores. Por procedencia existieron dos grupos el de mayor y menor sobrevivencia, el primero registró 81.1% de sobrevivencia promedio para los 12 días de la prueba, se conformó de las procedencias Hueyotlipan1 y 2; el promedio para el segundo grupo fue menor en casi siete unidades porcentuales e incluyó a las procedencias Almoloya y Temascalapa1 y 2 (Cuadro 7).

Por número de días transcurridos desde la transferencia a la charola se observaron tres grupos que implicaron una reducción en la sobrevivencia conforme pasaron los días. En los primeros cuatro días de la transferencia la sobrevivencia fue máxima, entre el quinto a séptimo día la sobrevivencia mostró una reducción de 23 unidades porcentuales y otras 17 más entre el octavo y décimo segundo días, sin diferencia ($p > 0.05$) en la sobrevivencia entre éstos últimos días.

Considerando procedencia y el último día de prueba la máxima sobrevivencia de plántulas fue 64.7% con las procedencias Hueyotlipan1 y 2; la sobrevivencia para las procedencias Almoloya y Temascalapa1 y 2 al décimo segundo día fue menor en poco más de 10 unidades porcentuales.

Cuadro 7. Supervivencia (% , media $\pm$ desviaci3n estandar) de plrntulas de Juanito de diferente procedencia a travs de 12 das de la transferencia a charola de germinaci3n.

Procedencia	Das												Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Hueyotlipan1	100	100	98.1 $\pm$ 5	85.7 $\pm$ 22	85.7 $\pm$ 22	85.7 $\pm$ 22	84.1 $\pm$ 21	73.8 $\pm$ 21	68.8 $\pm$ 22	63.8 $\pm$ 26	63.8 $\pm$ 26	63.8 $\pm$ 26	81.6 a
Hueyotlipan2	100	100	100	91.2 $\pm$ 09	83.4 $\pm$ 08	80.0 $\pm$ 07	76.4 $\pm$ 10	73.1 $\pm$ 12	65.7 $\pm$ 23	65.7 $\pm$ 23	65.7 $\pm$ 23	65.7 $\pm$ 23	80.6 a
Almoloya	100	100	100	94.3 $\pm$ 09	82.1 $\pm$ 18	74.9 $\pm$ 16	73.5 $\pm$ 19	56.4 $\pm$ 27	56.4 $\pm$ 27	56.4 $\pm$ 27	56.4 $\pm$ 27	56.4 $\pm$ 27	75.6 b
Temascalapa1	100	100	100	100	73.0 $\pm$ 26	71.3 $\pm$ 24	66.0 $\pm$ 24	62.7 $\pm$ 21	57.7 $\pm$ 29	56.0 $\pm$ 30	56.0 $\pm$ 30	56.0 $\pm$ 30	74.9 b
Temascalapa2	100	100	100	100	77.9 $\pm$ 33	74.3 $\pm$ 32	71.5 $\pm$ 31	58.2 $\pm$ 37	54.4 $\pm$ 38	52.2 $\pm$ 39	49.4 $\pm$ 38	49.4 $\pm$ 38	72.1 b
Promedio	99.7 a	99.7 a	99.3 a	93.9 a	80.1 b	76.9 b	74.0 b	64.5 c	60.3 c	58.5 c	57.9 c	57.9 c	

a, b, c, medias en igual hilera o columna con al menos una literal en com3n no son diferentes ($p>0.05$).

La procedencia Temascalapa1 mostró el máximo peso por semilla (Cuadro 4) pero fue superada en germinación y sobrevivencia de plántula por las procedencias Hueyotlipan1 y 2 (Cuadros 6 y 7) mientras que la procedencia Temascalapa2 que registró el menor peso por semilla (Cuadro 4) alcanzó iguales germinación y sobrevivencia de plántula que Temascalapa1. Las semillas más grandes de Temascalapa1 no promovieron mayor germinación y sobrevivencia de plántula, pero a su vez las semillas más pequeñas de Temascalapa2 sí se asociaron con la menor germinación y sobrevivencia de plántula.

Esqueda *et al.* (2002) mencionan que la sobrevivencia de la plántula depende del desarrollo de los pelos radiculares que permite la máxima superficie de contacto entre suelo y masa radical, lo que a su vez facilita la absorción de agua y minerales a una alta tasa. Esqueda, Melgoza, Sosa, Carrillo, y Jiménez (2005) mencionan que otro evento que propicia una mayor sobrevivencia es la razón raíz:biomasa aérea, a menor biomasa aérea la demanda de nutrientes será menor, dando la posibilidad de destinar los recursos al desarrollo de la raíz y favorecer la sobrevivencia.

Algunos forrajes introducidos a zonas de pastizal, presentan una sobrevivencia de alrededor de 50%, y cuando se inoculan con algún biofertilizante pueden alcanzar hasta un 90% (Esqueda *et al.*, 2002). En Juanito los porcentajes de sobrevivencia temprana de plántula muestran su potencial de establecimiento.

A diferencia de lo registrado en germinación y sobrevivencia de plántula, en sobrevivencia de plantas jóvenes en vivero no se registró efecto ($p>0.05$) de procedencia ni de los días transcurridos de la plantación, y al igual que las variables mencionadas no existió efecto ($p>0.05$) de la interacción de estos factores (Cuadro 8).

Cuadro 8. Supervivencia (% , media $\pm$ desviación estándar) en vivero de plantas jóvenes de Juanito de distinta procedencia a 15 y 30 días de plantarse en bolsa.

Procedencia	Días		Promedio
	15	30	
Hueyotlipan1	100 $\pm$ 6.2	88.8 $\pm$ 6.2	94.4 $\pm$ 4.3
Hueyotlipan2	91.3 $\pm$ 5.9	91.3 $\pm$ 5.9	91.3 $\pm$ 4.1
Almoloya	82.4 $\pm$ 6.2	82.4 $\pm$ 6.2	82.4 $\pm$ 4.3
Temascalapa1	86.1 $\pm$ 6.2	86.1 $\pm$ 6.2	86.1 $\pm$ 4.3
Temascalapa2	100 $\pm$ 7.0	100 $\pm$ 7.0	100 $\pm$ 4.9
Promedio	91.9 $\pm$ 2.8	89.7 $\pm$ 2.8	

Sin efecto ($p>0.05$) de procedencia, días de plantación ni de la interacción procedencia X días.

Germinación y supervivencia de plántulas en los primeros doce días resultaron ser dos atributos agronómicos para discriminar Juanitos con base en su potencial de propagación; sin embargo, ninguna de estas dos variables mostró un patrón de respuesta estrechamente asociado a características de la semilla como peso por fruto y por semilla, aunque sí la procedencia con las semillas más ligeras mostró la menor germinación y supervivencia de plántula. La supervivencia de plantas jóvenes en vivero ya no fue una variable discriminatoria al mostrar todas las procedencias un mismo perfil de supervivencia.

La probabilidad de germinación de las semillas de Juanito no fue afectada ($p>0.05$) por procedencia, profundidad de siembra, ni por la interacción procedencia X profundidad de siembra (Cuadro 9).

Cuadro 9. Probabilidad de germinación de semillas de Juanito con diferente procedencia y profundidad de siembra.

Procedencia	Profundidad de siembra (cm)				Promedio
	0	2	4	6	
Hueyotlipan1	0.80	0.80	0.60	0.70	0.72
Hueyotlipan2	0.80	0.50	0.40	0.50	0.55
Almoloya	0.70	0.50	0.40	0.40	0.50
Temascalapa1	0.80	0.50	0.40	0.50	0.55
Temascalapa2	0.50	0.70	0.70	0.50	0.60
Promedio	0.72	0.60	0.50	0.52	

Sin efecto ($p>0.05$) de la procedencia, profundidad de siembra y de la interacción procedencia X profundidad de siembra.

En un sustrato con suficiente humedad las semillas de Juanito pueden germinar a diferentes profundidades del perfil del suelo, resalta la capacidad de germinar sobre la superficie del suelo, lo que en campo podría ser difícil no tan solo por no poder mantener una alta disponibilidad de humedad sino además porque la semilla queda expuesta al ataque o consumo por otros organismos presentes en el ambiente, como por ejemplo hormigas y pájaros.

La probabilidad de emergencia de plántula a partir de todas las semillas sembradas o de las germinadas únicamente, solamente mostró efecto ($p < 0.05$) de la profundidad de siembra (Cuadros 10 y 11).

Cuadro 10. Probabilidad de emergencia de plántulas de Juanito al variar la procedencia y profundidad de siembra de la semilla, considerando todas las semillas sembradas.

Procedencia	Profundidad de siembra (cm)				Promedio
	0	2	4	6	
Hueyotlipan1	0.40	0.40	0.10	0.00	0.22
Hueyotlipan2	0.70	0.20	0.00	0.00	0.22
Almoleya	0.20	0.10	0.00	0.00	0.07
Temascalapa1	0.40	0.40	0.20	0.00	0.25
Temascalapa2	0.20	0.30	0.20	0.00	0.17
Promedio	0.38 a	0.28 ab	0.10 bc	0.00 c	

a, b, c medias con al menos una literal en común no son diferentes ($p > 0.05$). Sin efecto ($p > 0.05$) de la procedencia y de la interacción procedencia X profundidad de siembra.

Cuadro 11. Probabilidad de emergencia de plántulas de Juanito al variar la procedencia y profundidad de siembra de la semilla, considerando únicamente las semillas que germinaron.

Procedencia	Profundidad de siembra (cm)				Promedio
	0	2	4	6	
Hueyotlipan1	0.50	0.50	0.16	0.00	0.31
Hueyotlipan2	0.87	0.40	0.00	0.00	0.40
Almoleya	0.28	0.20	0.00	0.00	0.15
Temascalapa1	0.50	0.80	0.50	0.00	0.45
Temascalapa2	0.40	0.42	0.28	0.00	0.29
Promedio	0.52 a	0.46 ab	0.20 bc	0.00 c	

a, b, c medias con al menos una literal en común no son diferentes ($p > 0.05$). Sin efecto ($p > 0.05$) de la procedencia y de la interacción procedencia X profundidad de siembra.

En ambas situaciones, total de semillas o solo semillas germinadas, una profundidad de siembra mayor a los 2 cm limita la emergencia y a 6 cm de

profundidad no hay posibilidad de emergencia. La emergencia de semillas germinadas sembradas entre los 0 y 2 cm de profundidad apenas alcanza un 50%, lo que indica que la emergencia podría ser un factor agronómico que limita fuertemente la propagación del Juanito en campo y por tanto se vuelve un factor de manejo que debe ser atendido.

La emergencia es una característica que no mostró efecto alguno de la procedencia aun cuando se detectaron diferencias en el peso por semilla, germinación y sobrevivencia de plántula, lo que permite señalar que la emergencia responde fundamentalmente a condiciones ambientales al momento de la siembra, entre estas condiciones además de la profundidad de siembra podrían incluirse las características del suelo que permitan o no el desarrollo de la plántula dentro del perfil del suelo para llegar a la superficie del suelo.

3.6 Conclusión

Características agronómicas de la semilla como pesos de semilla por fruto y por semilla, potencial de germinación y sobrevivencia de plántula son influidas por la procedencia de la semilla; sin embargo, aspectos de crecimiento inicial en vivero como la sobrevivencia de planta joven y capacidad de emergencia dependen de condiciones ambientales, particularmente profundidad de siembra para el caso de emergencia.

La capacidad de germinación de las semillas de Juanito debe evaluarse en un periodo no menor a siete días para generar datos estables.

3.7 Literatura citada

- Aldahhak, O., Zaid, S., Teixeira da Silva, J. A., & Abdul-Kader, A. M. (2010). *In Vitro* Approach to the Multiplication of a Halophyte Species Forage Shrub *Atriplex Halimus* L. and *in Vitro* Selection for Salt Tolerance. *International Journal of Plant Developmental Biology*, 4(1), 8-14.
- Benavides, J. E. (1999). *Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería*. Fao animal production and health paper,

449-477. Consultada en <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/bnvdes23.htm>. 22 de enero de 2017.

- Esqueda C, M. H., Carrillo R, R. L., Sosa C, M., Melgoza C, A., Royo M, M. H., & Jiménez C, J. (2002). Emergencia y sobrevivencia de gramíneas inoculadas con biofertilizantes en condiciones de invernadero. *Téc Pecu Méx*, 42(3), 459-475.
- Esqueda C, M. H., Melgoza C, A., Sosa C, M., Carrillo R, R., & Jiménez C, J. (2005). Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad/sequía en tres tipos de suelo. *Téc Pecu Méx*, 43(1), 101-115.
- Joaquín T, B. M., Moreno C, M. A., Joaquín C, S., Hernández G, A., Pérez P, J., & Gómez V, A. (2010). Rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea (*Panicum maximum* Jacq.) cv. Tanzania usando la fitohormona esteroide cidef-4. *Rev Mex Cien Pecu*, 1(3), 237-249.
- Melgoza C, A., Royo M, M. H., Morales N, C. R., & Sierra T, S. J. (2003). Germinación de semillas de hierba loca (*Astragalus mollissimus* Torr) con diferentes niveles de humedad y temperatura. *Téc Pecu Méx*, 41(1), 85-89.
- Niembro, R. A. (2001). Las diásporas de los árboles y arbustos nativos de México: posibilidades y limitaciones de uso en programas de reforestación y desarrollo agroforestal. *Madera y Bosques*, 7(2), 3-11.
- Rivas M, G., González C, G., Valencia C, M., Sánchez C, I., & Villanueva D, J. (2005). Morfología y escarificación de la semilla de mezquite, huizache y ahuehuete. *Téc Pecu Méx*, 43(3), 441-448.
- SAS Institute (Versión 9.3). (2015). The SAS system for Windows. Release 9.3. SAS Inst., Cary, NC. USA.
- Sosa R, E. E., Cabrera T, E., Pérez R, D., & Ortega R, L. (2008). Producción estacional de material seco de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. *Téc Pecu Méx*, 46(4), 413-426.
- Steel, R. G., & Torrie, J. H. (1985). *Bioestadística: principios y procedimientos* (2ª ed). Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana, S.A. Bogotá, Colombia. 613 p.
- Villalobos G, C., González V, E., & Ortega S, J. A. (2000). Técnicas para estimar la degradación de proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. *Téc Pecu Méx*, 38(2), 119-134.

Warner R. M. (2013). *Applied statistics. From bivariate through multivariate techniques* (2th ed.) Los Angeles, E.U.A.: SAGE. 1134 p.

4. CALIDAD FORRAJERA DE HOJAS DE JUANITO (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg)

4.1 Resumen

El objetivo del estudio fue comparar los contenidos de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* a 2, 4, 8, 16, 24 y 48 h de incubación en hojas de Juanito con forraje de alfalfa, rastrojo de maíz y hojas de morera para determinar la idoneidad como forraje de esas hojas. Juanito mostró los máximos contenidos de proteína cruda y digestibilidad a todas las horas de incubación; en proteína registró 28.8%, siete y 24 unidades porcentuales por arriba de alfalfa y rastrojo de maíz, respectivamente; con dos horas de incubación la digestibilidad fue 1.5 y 4.4 veces mayor al promedio de alfalfa y morera y rastrojo de maíz, respectivamente, con 48 h de incubación alcanzó 60.7% de digestibilidad, 11 unidades porcentuales por arriba de alfalfa que registró la segunda mayor digestibilidad. La alta digestibilidad de Juanito permite suponer que el alto contenido de proteína cruda no está asociado a la presencia de compuestos nitrogenados tóxicos. Se concluye que las hojas de Juanito son una opción de forraje.

Palabras clave: forrajera nativa, proteína cruda, digestibilidad *in vitro*, arbusto forrajero, *Lavatera assurgentiflora* Kellogg.

“FORAGE QUALITY OF JUANITO (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg) LEAVES”

4.2 Abstract

The objective was to compare crude protein and *in vitro* digestibility at 2, 4, 8, 16, 24 and 48 h of incubation in Juanito leaves with alfalfa, cornstalks and mulberry leaves to determine forage suitability of Juanito leaves. Juanito showed the highest contents of crude protein and digestibility at all incubation times; crude protein was 28.8% seven and 24 percent units above alfalfa and cornstalks, respectively; after two h of incubation digestibility was 1.5 and 4.4 times higher than the average for alfalfa and mulberry and cornstalks, respectively, after 48 h incubation time digestibility was 60.7%, 11 percent units above alfalfa which gave the second largest digestibility. The Juanito high digestibility allows to state that the high crude protein content is not associated with potentially toxic N-compounds. Juanito leaves show high potential as forage resource.

Key words: native forage, crude protein, *in vitro* digestibility, forage shrub, *Lavatera assurgentiflora* Kellogg.

Thesis of Master in Science in Livestock Innovation, Postgraduate in Animal Production, Chapingo University.

Author: Ubaldo Fermín Juárez Zebadúa

Thesis Director: Pedro Arturo Martínez Hernández

4.3 Introducción

La ganadería pastoril ha sido señalada a nivel mundial como una fuente de degradación ambiental por causar erosión, compactación de suelos, destrucción de vegetación y reducción en la biodiversidad vegetal y animal (Steinfeld *et al.*, 2009); sin embargo, se proyecta un fuerte incremento en la demanda por productos pecuarios como la carne (FAO, 2009). Esta situación demanda mitigar los efectos adversos de la ganadería al mismo tiempo que se incrementa la producción ganadera, una opción para esto es el diseño y establecimiento de áreas forrajeras de composición botánica diversa y multifuncionales, como los diseños silvopastoriles que combinan especies herbáceas, semileñosas y leñosas (Alonso, 2011).

Las áreas y tierras de pastoreo de la parte sur del Altiplano Mexicano se encuentran en esta condición de degradación ambiental por un uso ganadero inapropiado y demanda de áreas forrajeras como los sistemas silvopastoriles que puedan contrarrestar dicha degradación. En este proceso, la investigación debe proveer la validación de especies vegetales para conformar áreas forrajeras ambiental, económica y socialmente exitosas.

En informes internos de recorridos etnobotánicos dirigidos por el Dr. Efraím Hernández Xolocotzi y realizados hacia la parte final de la década de 1970, en el estado de Tlaxcala, estado del sur del Altiplano Mexicano, se identificó un arbusto aparentemente nativo de uso ornamental, se registró que las hojas llegaban a ser usadas para alimentar equinos y ovinos. Dicho arbusto fue identificado como *Lavatera assurgentiflora* Kellogg con nombres locales de Juanito, Malvón y Malva-rosa. Sin embargo, no se dio un mayor seguimiento agronómico o nutricional.

Varios autores, por ejemplo Quero, Enríquez, y Miranda (2007) enfatizan que en la investigación de fuentes forrajeras deben incorporarse las especies nativas ya que además de ser un banco de germoplasma están adaptadas al ambiente y aseguran las biodiversidades vegetal y animal al poder funcionar

como refugio y alimentación de fauna silvestre propia del lugar en cuestión. Villaseñor (2003) resalta la importancia de mantener la gran biodiversidad vegetal natural de México a través de la conservación de las especies nativas de este país.

El objetivo del estudio fue comparar atributos de calidad como forraje de hojas de Juanito (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg) con especies forrajeras de uso común como alfalfa, rastrojo de maíz y hojas de morera (*Morus alba*) para generar información que ayude a definir el potencial de Juanito como un arbusto forrajero.

4.4 Materiales y métodos

En el estudio se compararon cuatro tratamientos, tres muestras de forrajeras de uso común como rastrojo de Maíz (*Zea maíz*), Alfalfa (*Medicago sativa*), hojas de Morera (*Morus alba*.) y una de hojas de Juanito (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg).

La muestra de rastrojo de Maíz provino de una cosecha del ciclo primavera-verano 2014; la de Alfalfa se obtuvo de tres lugares distintos de una misma pradera con dos años de haberse sembrado con la variedad Aragonesa en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, la cosecha fue a inicio de floración a severidad de 4 cm de altura; la de Morera fueron hojas colectadas de una sola planta del vivero de forrajes del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Las hojas de Juanito fueron colectadas de diferentes individuos crecidos como plantas ornamentales en solares particulares del municipio de Temascalapa, estado de México. Todas las muestras se obtuvieron en una misma semana hacia la mitad del verano de 2015.

De cada forraje se hizo una sola muestra que se secó en estufa de aire forzado a 55 °C por 72 h y molió en molino Willey a criba de 2 mm, las determinaciones de laboratorio hechas en cada muestra por triplicado fueron: contenidos de

proteína cruda (Villegas & Mertz, 1969) y materia seca digestible a 2, 4, 8, 16, 24 y 48 h de fermentación ruminal *in vitro* (Theodorou *et al.*, 1994).

Por no tenerse repeticiones de campo el análisis estadístico de los datos fue basado en medias y errores estándares considerando las determinaciones de laboratorio hechas por triplicado, utilizando el procedimiento GLM de SAS versión 9.3 (SAS, 2015).

4.5 Resultados y discusión

Juanito fue la especie que mostró la máxima concentración de proteína cruda casi siete unidades porcentuales por arriba de la Alfalfa que fue la especie que mostró el segundo más alto contenido de proteína cruda. El rastrojo de Maíz fue la especie con la menor concentración, muy por debajo del mínimo de 7-8% de proteína cruda para el mantenimiento de rumiantes como los ovinos y bovinos. La Morera quedó en un tercer lugar pero con una concentración aceptable para la alimentación de rumiantes (Cuadro 12).

Las hojas de Juanito por la concentración de proteína cruda mostrada podrían ser una fuente importante de proteína para rumiantes como bovinos, ovinos y caprinos que demandan dietas con 10 a 17% de proteína cruda; pero además, podrían considerarse como un ingrediente en dietas para conejos y cerdos (Church *et al.*, 2007).

Cuadro 12. Contenido de proteína cruda (media $\pm$ error estándar) en muestras de tres especies forrajeras de uso común y Juanito.

Especie	Proteína cruda (%)
Alfalfa	21.7 $\pm$ 0.39
Rastrojo de Maíz	4.2 $\pm$ 0.10
Morera	14.7 $\pm$ 0.06
<i>Juanito</i>	28.8 $\pm$ 0.35

El mayor contenido de proteína cruda de las hojas de Juanito con respecto al de Alfalfa y Morera, se podría explicar en el primer caso con base en que la muestra de Alfalfa incluyó tallos, que contienen menor proteína cruda que las

hojas; y con Morera podría explicarse parcialmente con base en las áreas necrosadas en las hojas de Morera producidas por el granizo recibido pocos días antes de la colecta de las mismas; ya que la concentración registrada en este estudio es relativamente baja comparada con lo encontrado en otros estudios, como por ejemplo Kandylis, Hadjigeorgiou, y Harizanis (2009) que determinaron un contenido de proteína cruda no menor a 20% en hojas verdes de Morera.

A todos los tiempos de incubación la digestibilidad de Juanito fue mayor a la de Alfalfa y Morera que tendieron a quedar en segundo lugar y a la de rastrojo de Maíz que tendió a mostrar la menor digestibilidad (Cuadro 13).

Cuadro 13. Digestibilidad *in vitro* (%) a diferente tiempo de incubación en muestras de tres especies forrajeras de uso común y Juanito.

Especie	Horas en incubación					
	2	4	8	16	24	48
Alfalfa	20.3 ± 4.7	30.6 ± 1.7	34.2 ± 1.1	38.1 ± 3.1	45.8 ± 1.2	49.5 ± 3.5
Rastrojo de Maíz	6.9 ± 2.4	9.5 ± 1.4	17.6 ± 1.1	23.7 ± 6.0	34.1 ± 1.4	40.1 ± 4.9
Morera	19.9 ± 1.9	30.9 ± 1.6	34.2 ± 0.6	35.6 ± 1.4	39.2 ± 1.3	47.1 ± 1.3
Juanito	30.6 ± 2.2	38.5 ± 1.3	44.6 ± 1.8	46.8 ± 1.5	51.6 ± 0.3	60.7 ± 1.4

Media ± error estándar

Al término de las primeras dos horas de incubación la digestibilidad de las hojas de Juanito fue 1.5 veces mayor que en Alfalfa y Morera, y 4.4 veces mayor que en rastrojo de Maíz. Esta mayor digestibilidad de las hojas de Juanito en las primeras horas de incubación podría implicar un mayor consumo por parte de los animales debido a la relación entre consumo, tasa de pasaje y digestibilidad señalada por Church (1993). A su vez, a mayor consumo se podría favorecer una mayor producción por animal (Van Soest, 1994).

También la digestibilidad alta de las hojas de Juanito desde las primeras horas de incubación permite establecer que no existe evidencia de que el contenido alto de proteína cruda de estas hojas incorpore compuestos nitrogenados con potencial tóxico como alcaloides, gluco-cianogénicos, nitratos y derivados de fenilalanina y fenil-propanoide (Buchanan *et al.*, 2002; Church *et al.*, 2007; Matches, 1973;).

Los atributos en contenidos de proteína cruda y digestibilidad de las hojas de Juanito registrados en este estudio permiten señalar a esta planta como una especie, entre otras, con potencial para responder a lo que Vázquez (2008) considera como uno de los principales retos que enfrenta la ganadería mexicana que es la de mejorar la calidad de los forrajes suministrados al ganado para con ello poder incrementar la producción animal, tanto por animal como por superficie.

4.6 Conclusión

Las hojas de Juanito son una opción como forraje al mostrar una calidad nutricional alta en términos de los contenidos de proteína cruda y digestibilidad, que son superiores a lo registrado para Alfalfa, rastrojo de Maíz y hojas de Morera.

4.7 Literatura citada

- Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2), 107-115.
- Buchanan B. B., Gruissem W., & Jones R. L. (2002). *Biochemistry and molecular biology of plants* (4th ed.). Rockville, MD, EUA: American Society of Plant Biologists.
- Church, D. C. (1993). *The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition*. Long Grove, Illinois, EUA: Waveland Press.
- Church, D. C., Pond, W. G., & Pond, K. R. (2007). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales* (2^a ed.). México, D.F., México: Limusa Wiley.
- FAO. (2009). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2009*. La ganadería, a examen. Roma, Italia: FAO.
- Kandylis, K., Hadjigeorgiou, P., & Harizanis, P. (2009). The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) as a feed supplement for sheep. *Trop Anim Health Prod*, 41, 17-24.
- Matches, A. G. (1973). *Anti-quality components of forages*. Madison, Wisconsin, EUA: Crop science Society of America, Inc.

- Quero, C. A., Enríquez, Q. J., & Miranda, J. L. (2007). Evaluación de especies forrajeras en América Tropical, avances o *status quo*. *Interciencia*, 32(8), 566-557.
- SAS Institute (Versión 9.3). (2015). The SAS system for Windows. Release 9.3. SAS Inst., Cary, NC. USA.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & De Haan, C. (2009). *La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones*. Roma, Italia: FAO.
- Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, A. B., & France, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim Feed Sci and Technol.*, 48(2), 185-197.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2th ed.) Devon, RU: Comstock Publishing Associates.
- Vázquez, G. J. (2008). *Ganadería tropical mexicana* (2^a ed.) Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas.
- Villaseñor, J. L. (2003). Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia*, 28(3), 160-186.
- Villegas, E., & Mertz, E. T. (1969). *Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar la calidad de la proteína del Maíz*. México: CIMMYT. pp 3-4.

5. ATRIBUTOS AGRONÓMICOS Y DE CALIDAD FORRAJERA DE JUANITO (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg) AL VARIAR PROCEDENCIA Y EDAD DE REBROTE

5.1 Resumen

El objetivo fue determinar características agronómicas y nutricionales en Juanito de diferente procedencia y edad de rebrote para generar información sobre su potencial forrajero. Bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones, se compararon cinco procedencias y 37 y 81 días de edad de rebrote, en arreglo factorial 5X2. La procedencia no influyó ($p>0.05$) sobre características agronómicas de hojas y ramas. La edad de rebrote mayor ocasionó aumentos ($p<0.05$) de 39, 54 y 77% en peso, área foliar y número de hojas, respectivamente; e incrementos ($p<0.05$) de 22 y 42% y de 3.2 veces en diámetro, longitud y peso de las ramas, con respecto de la menor edad de rebrote. La calidad nutricional de hojas no mostró efecto ($p>0.05$) de procedencia; en ramas, influyó ($p<0.05$) en proteína cruda, materia orgánica, tiempo de retardo en la fermentación *in vitro* y fracción de fermentación rápida, sin embargo, no fue la misma procedencia la que mostró los mejores valores en estas variables. Aumentar la edad de rebrote, disminuyó ($p<0.05$) varios aspectos nutricionales pero en una magnitud reducida, no más de 3 a 8% con respecto de lo registrado en la menor edad de rebrote por lo que las ganancias en cantidad de biomasa en hojas y ramas originadas con la mayor edad de rebrote no fue limitada por una reducción fuerte en calidad. La interacción procedencia X edad de rebrote no mostró efecto ($p>0.05$) en casi todas las variables analizadas. La conclusión es que la procedencia del Juanito es de poca relevancia en determinar diferencias en características agronómicas en hojas y ramas, y que marca diferencias pequeñas en aspectos nutricionales particularmente en ramas; y, la edad de rebrote presenta un mayor impacto sobre características agronómicas que nutricionales de hojas y ramas, y su efecto es independiente de la procedencia del Juanito.

Palabras clave: *Lavatera assurgentiflora* Kellogg, planta nativa, arbusto forrajero, calidad de hoja, rendimiento.

“AGRONOMIC AND FORAGE QUALITY ATTRIBUTES OF JUANITO (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg) FROM DIFFERENT LOCATION AND REGROWTH AGE”

5.2 Abstract

The objective of the study was to determine agronomic and nutritional attributes of Juanito from different location and age of regrowth to provide information on its forage potential. Under a completely random design with three replicates, five locations and 37 and 81 days of regrowth were compared, in a 5X2 factorial arrangement. Location showed no effect ($p>0.05$) on agronomic attributes of leaves and branches. Older regrowth increased ($p<0.05$) 39, 54 and 77% leaf yield, area and number, respectively; and 22 and 42% and 3.2 times branch width, length and yield, respectively, compared to younger regrowth. Location did not influence ($p>0.05$) leaf nutritional quality; in branches, it determined ($p<0.05$) crude protein and organic matter content, lag time in *in vitro* fermentation and quick fermentation fraction; however, not a single location gave the best values on these variables. As regrowth age increased many of the nutritional attributes in leaves and branches decreased ($p<0.05$) relative to the younger regrowth age, these reductions were between 3 to 8%, then the higher leaf and branch yields at the older regrowth age were not associated with an important reduction in nutritional value. Location X regrowth age interaction showed no effect ($p>0.05$) on almost all the variables analyzed in this study. Conclusion is that Juanito's location is a minor factor in determining leaf and branch agronomic attributes, with some impact on branch nutritional attributes; regrowth age shows a higher influence on agronomic than nutritional attributes of leaves and branches, and its effect is independent of Juanito's location.

Key words: *Lavatera assurgentiflora* Kellogg, native plant, fodder shrub, leaf quality, yield.

Thesis of Master in Science in Livestock Innovation, Postgraduate in Animal Production, Chapingo University.

Author: Ubaldo Fermín Juárez Zebadúa

Thesis Director: Pedro Arturo Martínez Hernández

5.3 Introducción

La investigación de fuentes de forraje ha llevado a investigadores como Quero, Enríquez, y Miranda (2007) a evaluar el potencial forrajero de especies nativas ya que éstas muestran una sólida adaptación natural al ambiente en el que crecen. Pinto *et al.* (2005) mencionan que en México algunos productores a partir de conocimientos empíricos locales incorporan árboles y arbustos nativos como fuentes de forraje en sistemas silvopastoriles, lo que les permite ampliar la biodiversidad animal y vegetal, y al mismo tiempo mejorar la producción animal.

Manríquez *et al.* (2011) señalan que la incorporación a las áreas forrajeras de algunos árboles y arbustos nativos además de conformar una vegetación cercana a la original, puede presentar tasas altas de crecimiento, follaje de buena calidad nutricional a lo largo del año, incluso en periodos secos cuando otras fuentes de forraje son escasas o de pobre calidad.

Las especies de árboles y arbustos nativos pueden ser subestimadas en su potencial forrajero, en tal caso la evaluación agronómica juega un papel importante antes de la incorporación al área forrajera (Torral & Iglesias, 2012), validada su incorporación, la evaluación de calidad forrajera junto con la respuesta animal genera información extensa para promover la utilización de estas especies como fuente de forraje (Manríquez *et al.*, 2012). En las especies forrajeras comunes las características agronómicas y de calidad del forraje pueden estar determinadas por la edad del rebrote y la variabilidad propia entre individuos de una misma especie (Núñez *et al.*, 2010).

En la validación de especies vegetales para conformar áreas forrajeras, se identificó en recorridos de campo un arbusto aparentemente nativo del sur del Altiplano Mexicano de uso ornamental, capaz de mantener sus hojas verdes aún en el invierno y con baja demanda hídrica. Además, se registró que las hojas llegaban a ser usadas para alimentar ovinos, caprinos, equinos y aves.

Dicho arbusto fue identificado como *Lavatera assurgentiflora* Kellogg con nombres locales de Juanito, Malvón y Malva-rosa.

Sin embargo, no se encontró información amplia sobre características agronómicas y nutricionales de este arbusto. Por tanto, el objetivo del estudio fue determinar características agronómicas y nutricionales de hojas y ramas de Juanito (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg) al variar la procedencia y edad del rebrote para generar un banco de información que ayude a describir el potencial forrajero de esta especie y propicie su utilización como fuente de forraje.

5.4 Materiales y métodos

La fase de campo del estudio duró del 2 de octubre de 2015 al 14 de mayo de 2016 en la parcela J-134 “Loma de San Juan” Campo Agrícola Experimental, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México a 19° 29' 45''N, 98° 51' 06'' O, 2340 msnm y fórmula climática Cb(w₀)(w)b(i')g que corresponde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y con época seca durante el invierno (García, 1988).

Los tratamientos evaluados fueron 10 en arreglo factorial 5X2, cinco procedencias y dos edades de rebrote: 37 y 81 días, en un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, la unidad experimental fue un arbusto de Juanito. Las plantas usadas fueron crecidas en vivero por un tiempo de cuatro meses y se trasplantaron a campo el 2 de octubre de 2015, para el trasplante se eligieron plantas que tuvieran 30 cm o más de altura.

La plantación fue en hileras separadas por 4 m y 1.5 m entre arbustos consecutivos, al azar se plantaron dos arbustos por procedencia por hilera, a dos semanas del trasplante con azadón se controlaron especies espontaneas, no se realizó ninguna otra práctica cultural. A 4.5 meses del trasplante, el 23 de febrero de 2016 se podaron los arbustos a dejar un tallo principal con 30 cm de altura, así se eliminó dominancia apical, promovió ramificación y los arbustos

fueron homogéneos al inicio del rebrote, al terminar la poda se asignó al azar a cada arbusto la edad de rebrote a la que se volvería a cosechar.

Las fechas en que se realizaron las cosechas fueron: 31 de marzo de 2016 y 14 de mayo de 2016 para las edades de rebrote de 37 y 81 días, respectivamente. La cosecha en ambas edades de rebrote consistió en cortar todas las ramas a 10 cm de la inserción al tallo principal, y separar hojas y ramas. Las variables agronómicas registradas por arbusto fueron: número, longitud, diámetro y peso base seca de ramas, la longitud fue del ápice a la inserción al tallo principal, el diámetro se midió en el punto de corte, para el análisis estadístico de longitud y diámetro se calculó el promedio para cada arbusto; número, área foliar y peso base seca de hojas, el área foliar se determinó con un Medidor de Área Foliar LI-3100 C, se calculó el área foliar por gramo de peso, mediante dividir el área foliar entre el peso base seca de hoja. Los pesos base seca de ramas y hojas se registraron luego de un secado en estufa de aire forzado a 55°C por 72 horas, el peso se determinó con una balanza analítica.

Las variables de calidad del forraje se determinaron en hojas y ramas por separado y fueron: contenidos de proteína cruda, fibras detergentes ácido y neutro, materia orgánica y perfil de la cinética de la fermentación ruminal *in vitro*. Para determinar las variables de calidad las muestras secadas y pesadas fueron molidas en un molino Willey a criba de 2 mm.

Proteína cruda se determinó por microkjeldahl según protocolo de Villegas y Mertz (1969); las fibras detergentes ácido y neutro con el equipo *ANKOM²⁰⁰ FIBER ANALYZER* (Ankom, 2015) siguiendo el protocolo del fabricante del equipo; materia orgánica por incineración total en mufla a 550°C por 4 horas; la cinética de la fermentación ruminal *in vitro* se determinó indirectamente, mediante la técnica de producción de gas de Theodorou, Williams, Dhanoa, McAllan, y France (1994) usando frascos de vidrio de 125 mL, 0.5 g de sustrato, 90 mL de inóculo ruminal diluido 1:9 (v/v) en una solución mineral reducida compuesta de K_2HPO_4 (0.45 g L⁻¹), KH_2PO_4 (0.45 g L⁻¹), $NaCO_3$ (0.6 g L⁻¹), $(NH_4)_2SO_4$ (0.45 g L⁻¹), $NaCl$ (0.9 g L⁻¹), $MnSO_4$ (0.18 g L⁻¹),

CaCl₂ (0.12 g L⁻¹), L-cisteína (0.25 g L⁻¹) y Na₂S (0.25 g L⁻¹) y una gota de resazurina (Cobos & Yokoyama, 1995), el gas formado se midió a las 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 42, 48, 60 y 72 horas de incubación a 39 °C.

Con las mediciones de gas se calcularon los volúmenes fraccionales de gas de 0 a 8 (Vf₀₋₈), de 8 a 24 (Vf₈₋₂₄) y, de 24 a 72 (Vf₂₄₋₇₂) horas de incubación, estos volúmenes fraccionales se transformaron a fracciones de fermentación rápida (FR), media (FM), lenta (FL) y total (FT), expresados en g kg⁻¹, con las ecuaciones (Miranda *et al.*, 2015) siguientes:

$$FR = Vf_{0-8} * (0.4266)^{-1} \quad (R^2=0.9441)$$

$$FM = Vf_{8-24} * (0.6152)^{-1} \quad (R^2=0.998)$$

$$FL = Vf_{24-72} * (0.3453)^{-1} \quad (R^2=0.9653)$$

$$FT = \Sigma (FR, FM, FL)$$

Con el seguimiento del volumen acumulado de gas de 0 a 72 h de incubación se calcularon los parámetros de la cinética de fermentación: potencial de fermentación (Vm; mL g⁻¹ MS), la tasa de velocidad de fermentación (S; mL h⁻¹) y el tiempo de retardo (L; h), mediante la aplicación del modelo (Pitt *et al.*, 1999) siguiente:

$$Vo = Vm / (1 + \exp^{(2-4*S*(T-L))})$$

Para el cálculo se usó el procedimiento NLIN de SAS versión 9.3 (SAS, 2015).

La materia seca residual de los frascos después de las 72 h de incubación se obtuvo por filtración con vacío y papel filtro Wathman No. 40, por secado e incineración se obtuvieron los pesos de materia seca y orgánica para calcular las digestibilidades de las materias seca (DIVMS) y orgánica (DIVMO). Además, se calculó el índice de emisión potencial de gases de fermentación (IEPGF) dividiendo el potencial de fermentación (Vm) entre la digestibilidad de materia seca *in vitro* (DIVMS).

El análisis estadístico de las variables agronómicas, de calidad forrajera y cinética de fermentación *in vitro* fue por análisis de varianza con un modelo para un diseño completamente al azar en arreglo factorial 5X2 (Pagano, 2006) y tres repeticiones de campo, la separación de medias fue por Tukey ($\alpha=0.05$) y los cálculos respectivos se realizaron con el procedimiento GLM de SAS versión 9.3 (SAS, 2015).

5.5 Resultados y discusión

Solamente la edad de rebrote mostró efecto ($p<0.05$) en seis de las ocho variables agronómicas analizadas en hojas y ramas (Cuadros 14 y 15). El área foliar por gramo de peso de hojas y el número de ramas, fueron las dos variables que no mostraron efecto ($p>0.05$) de la edad de rebrote.

La edad de rebrote se aumentó en 1.18 veces y en hojas originó un aumento relativo de 39, 54 y 77% en peso, área foliar y número de hojas, respectivamente. Con mayor edad de rebrote, Juanito formó relativamente mayor cantidad de hojas nuevas, esto permitió mayores peso y área foliar, el mayor número de hojas mantuvo un área foliar con igual peso por gramo, lo que permite la interpretación que la mayor cantidad de hojas formadas mantuvieron una misma conformación anatómica, en particular sin aumentos en el grosor de las hojas lo que se reflejaría en cambios en la cantidad de área foliar por gramo de peso.

Cuadro 14. Características agronómicas en hojas de Juanito al variar procedencia y edad del rebrote.

Edad de rebrote (días)	Procedencia					Promedio
	Hueyotlipan1	Hueyotlipan2	Almoleya	Temascalapa1	Temascalapa2	
a) Número de hojas por individuo						
37	539.7	448.0	541.0	660.3	724.3	582.6 b
81	1253.0	1324.3	875.3	789.0	910.7	1 030.4 a
Promedio	896.3	886.2	708.2	724.7	817.5	
	EEM ^δ 262.7					
b) Peso de hojas por individuo (g)						
37	141.8	111.6	135.6	171.7	199.4	152 b
81	213.0	257.2	198.1	175.4	211.4	211 a
Promedio	177.4	184.4	166.8	173.6	205.4	
	EEM 67.3					
c) Área foliar por individuo (cm ²)						
37	17 429.1	13 260.9	16 991.1	22 173.7	24 395.7	18 850 b
81	31 292.6	36 933.6	25 242.5	22 210.0	29 176.3	28 971 a
Promedio	24 361.0	25 097.0	21 117.0	22 192.0	26 798.0	
	EEM 10076.7					
d) Área foliar por gramo de peso (cm ² g ⁻¹)						
37	143.2	132.1	147.4	138.5	126.5	137.5
81	154.8	166.5	133.3	139.9	146.1	148.1
Promedio	149.0	149.3	140.3	139.2	136.3	
	EEM 16.5					

^δ EEM, error estándar de la media; a, b, medias dentro de característica e igual columna sin letras o con al menos una letra en común no son diferentes (p>0.05); sin efecto (p>0.05) de la procedencia ni de la interacción procedencia X edad del rebrote.

En ramas la mayor edad de rebrote ocasionó incrementos de 22 y 42% y de 3.2 veces en diámetro, longitud y peso de las ramas. En Juanito la mayor edad de rebrote favoreció principalmente a lograr ramas más pesadas, a través de ramas relativamente más largas y un poco más gruesas pero no por tener un mayor número de ramas, ya que como se mencionó esta variable no fue influida por la edad de rebrote.

Con base en los aumentos relativos en hojas y ramas al aumentar la edad de rebrote, se podría señalar que la respuesta mayor de Juanito fue en el número de hojas lo que a su vez pudo favorecer generar más recursos que fueron almacenados en las ramas y de ahí el aumento en el peso de ramas sin mayor cambio en longitud y nulo en el número de ramas. Entonces, posiblemente Juanito con mayor edad de rebrote destinó más recursos a la síntesis de reservas que se almacenaron en las ramas, y que la mayor cantidad de hojas fue el factor fundamental para lograr esta respuesta.

Esta situación permite suponer que posterior a los 37 días de rebrote, Juanito encamina la distribución de recursos a tener ramas más desarrolladas en contraposición a promover un mayor número de ramas.

Cuadro 15. Características agronómicas en ramas de Juanito al variar procedencia y edad del rebrote.

Edad de rebrote (días)	Procedencia					Promedio
	Hueyotlipan1	Hueyotlipan2	Almoleya	Temascalapa1	Temascalapa2	
a) Número de ramas por individuo						
37	13.7	10.7	12.3	14.3	14.7	13.1
81	14.0	16.7	13.0	14.3	11.3	13.8
Promedio	13.8	13.7	12.7	14.3	13.0	
EEM ^o 3.07						
b) Diámetro de rama (cm)						
37	0.89	0.96	0.99	0.97	1.09	0.98 b
81	1.38	1.23	1.12	1.06	1.29	1.20 a
Promedio	1.13	1.09	1.05	1.01	1.19	
EEM 0.25						
c) Longitud de rama (cm)						
37	43.7	46.5	47.8	52.1	54.6	48.9 b
81	78.0	69.2	63.9	66.4	69.7	69.4 a
Promedio	60.8	57.8	55.8	59.2	62.1	
EEM 11.6						
d) Peso de ramas (g/individuo)						
37	82.1	75.1	81.1	144.7	154.9	107.6 b
81	411.2	376.1	318.0	271.0	379.9	351.2 a
Promedio	246.6	225.5	199.5	207.8	267.4	
EEM 149.7						

^o EEM, error estándar de la media; a, b, medias dentro de característica e igual columna sin letras o con al menos una letra en común no son diferentes ($p>0.05$); sin efecto ($p>0.05$) de la procedencia ni de la interacción procedencia X edad del rebrote.

La procedencia del Juanito es de poca relevancia en el contexto de las características agronómicas de las hojas y ramas, ya que estas características responden mayormente al manejo ambiental, particularmente la edad de rebrote, que es un factor ambiental, que determinó cambios marcados en las características agronómicas de hojas y ramas.

La asignación relativamente mayor de recursos que hizo Juanito a la ramificación al aumentar la edad de rebrote, podría evidenciarse mediante la razón hoja:rama con base a peso que fue de 1:0.7 y 1:1.7 para los rebrotes a 37 y 81 días de rebrote, respectivamente, esto implica que por una unidad de peso de hoja a 81 días de rebrote se registró poco más de 2.5 veces más peso de tallo que en el rebrote a 37 días.

En los Cuadros 16 a 18 se presentan los contenidos de proteína cruda, fibras detergentes neutro y ácido y materia orgánica, respectivamente. La proteína cruda en hojas fue constante ($p>0.05$) entre procedencias, edades de rebrote y la interacción entre estos factores, en promedio las hojas mantuvieron 23% de proteína cruda. Este alto contenido y su estabilidad a través de procedencias y edades del rebrote permite señalar que el aporte de proteína cruda es una de las principales fortalezas del Juanito como fuente de forraje, en particular al encontrar que aumentar en 1.18 veces la edad del rebrote promovió 77% más hojas sin reducir el contenido de proteína cruda.

La estabilidad de la proteína cruda en hoja contrastó con lo encontrado en las ramas donde el contenido de proteína fue influido ($p<0.05$) por las tres fuentes de variación: procedencia, edad de rebrote y la interacción entre ellos. Si bien la proteína cruda en ramas varió, el intervalo de los valores fue de 8 a 9%, por arriba del 7% que se considera como mínimo para asegurar el mantenimiento de un rumiante adulto (NRC, 2007). No encontrar valores por debajo del 7% refuerza el considerar que el aporte de proteína cruda es una de las fortalezas del Juanito como fuente de forraje.

La tendencia fue a menor proteína cruda en ramas a mayor edad de rebrote, en promedio disminuyó 0.4% al amentar de 37 a 81 días la edad del rebrote; sin embargo, no fue así en todas las procedencias, Temascalapa2 mantuvo igual contenido de proteína cruda a 37 y 81 días de rebrote, pero Hueyotlipan1 redujo en 1.8 unidades porcentuales o casi 19% su contenido de proteína cruda en ramas al aumentar la edad de rebrote. La similitud en el contenido de proteína cruda en ambas edades de rebrote registrada en Temascalapa2 y la reducción en Hueyotlipan1 ocasionaron que a 37 días de rebrote ambas procedencias tuvieran similar contenido de proteína cruda pero a 81 días Temascalapa2 mostró 12% mayor contenido de proteína cruda que Hueyotlipan1.

Cuadro 16. Proteína cruda (%) en hojas y ramas de Juanito al variar procedencia y edad de rebrote.

Edad de rebrote (días)	Procedencia					Promedio
	Hueyotlipan1	Hueyotlipan2	Almoloya	Temascalapa1	Temascalapa2	
a) Hojas						
37	22.55	22.35	22.06	23.48	23.64	22.81
81	23.55	22.03	24.38	22.94	22.22	23.02
Promedio	23.03	22.93	23.22	23.21	22.93	
EEM ^δ 1.77						
b) Ramas						
37	9.88 a	8.71 b	8.41 b	8.32 b	8.91 a	8.84 A
81	8.05 b	8.44 b	8.84 b	7.81 b	9.00 a	8.43 B
Promedio	8.97 A	8.57 AB	8.62 AB	8.06 B	8.95 A	
EEM 0.94						

^o EEM, error estándar de la media; a, b, medias en ramas con al menos una letra minúscula en común no son diferentes ($p>0.05$), y dentro de una misma hilera o columna con al menos una letra mayúscula en común no son diferentes ($p>0.05$); en hojas sin efecto ($p>0.05$) de procedencia, edad de rebrote ni de la interacción de éstos.

En hojas el incremento en la edad de rebrote, aumentó 5 y 14% los contenidos de FDA y FDN, respectivamente, para FDA podría considerarse que este aumento es de poca trascendencia y solamente para FDN se podría señalar un aumento de importancia. La procedencia e interacción con edad de rebrote no mostraron efecto ($p>0.05$) en los contenidos de fibras en hojas ni en ramas, donde solamente en FDA mostró efecto ($p<0.05$) la edad de rebrote, con una tendencia contraria, a mayor edad de rebrote se redujo 8% la FDA, aun cuando la tendencia fue a menor FDA el cambio es muy pequeño por lo que al igual que en hoja se puede considerar de poca importancia.

La mayor edad de rebrote no promovió una reducción importante de la calidad de hojas y ramas, al mantener Juanito contenidos cercanos en proteína y fibras en ambas edades de rebrote; para los contenidos de proteína en hojas y fibras en hojas y ramas podría indicarse que la procedencia no serían de mayor importancia en la búsqueda de individuos de Juanito con mayor calidad de forraje. El Juanito como forraje se fortalece ya que además del alto contenido de proteína cruda y bajos contenidos de fibras, se registró que estos compuestos se mantienen sin cambios mayores al aumentar la edad de rebrote, lo que permite señalar que la ganancia en biomasa al permitir un rebrote de mayor edad no se ve disminuida por una menor calidad de dicha biomasa, como ocurre en otras forrajeras como las gramíneas tropicales en donde permitir mayor edad del rebrote implica una reducción marcada en la calidad del forraje acumulado.

Juanito no mostró aumento en FDN en hoja y rama en la magnitud que Bolio, Lara, Magaña, y Sanginés (2006) encontraron en tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) arbusto ornamental con potencial forrajero y que pertenece al igual que Juanito a la familia *Malvaceae*, que aumentó FDN en hoja y rama a mayor edad de rebrote, esto permite apuntalar que una de las fortalezas de Juanito como arbusto forrajero es su capacidad de mantener la calidad forrajera de hojas y ramas a lo largo de diferentes edades de rebrote.

Cuadro 17. Fibras (%) detergentes neutro (FDN) y ácido (FDA) en hojas y ramas de Juanito al variar procedencia y edad del rebrote.

Edad de rebrote (días)	Procedencia					Promedio
	Hueyotlipan1	Hueyotlipan2	Almoloya	Temascalapa1	Temascalapa2	
a) FDN de hojas						
37	19.06	19.07	19.15	20.83	19.54	19.53 b
81	21.57	22.16	23.01	21.93	22.48	22.23 a
Promedio	20.32	20.61	21.08	21.38	21.01	
	EEM ^δ 1.13					
b) FDA de hojas						
37	12.49	12.34	12.33	13.37	12.60	12.62 b
81	12.97	13.45	13.43	13.21	13.27	13.27 a
Promedio	12.73	12.89	12.88	13.29	12.93	
	EEM 0.65					
c) FDN de ramas						
37	42.66	42.55	43.59	45.58	47.37	44.35
81	42.25	44.53	43.07	46.66	44.32	44.16
Promedio	42.46	43.54	43.33	46.12	46.15	
	EEM 2.44					
d) FDA de ramas						
37	28.16	27.98	29.02	31.25	31.16	29.51 a
81	24.44	27.60	27.16	28.86	27.09	27.03 b
Promedio	26.30	27.79	28.09	30.05	29.53	
	EEM 2.65					

^δEEM, error estándar de la media; a, b, medias dentro de característica e igual columna sin letras o con al menos una letra en común no son diferentes ($p>0.05$); sin efecto ($p>0.05$) de la procedencia ni de la interacción procedencia X edad del rebrote.

Materia orgánica en hojas y ramas varió ($p < 0.05$) por procedencia y edad del rebrote, sin efecto ($p > 0.05$) de la interacción de estos factores (Cuadro 18). Hueyotlipan1 y Temascalapa2 mostraron la máxima materia orgánica en hojas y ramas, respectivamente; y, la mayor edad de rebrote superó en materia orgánica en hojas y ramas a la menor edad. Hueyotlipan1 registró 1.5% más materia orgánica en hojas que Temascalapa1, procedencia con el mínimo contenido de materia orgánica en hojas; Temascalapa2 mostró 1% más materia orgánica en ramas que Hueyotlipan1, procedencia con el mínimo contenido de materia orgánica en ramas. La materia orgánica fue 1 y 3% mayor en hojas y ramas, respectivamente, con 81 en comparación a 37 días de rebrote.

Materia orgánica en ramas es donde se encontró el mayor cambio relativo al cambiar la edad de rebrote, y el cambio fue hacia un mayor contenido al aumentar la edad. La variación en el contenido de materia orgánica es parecida a la encontrada en fibras en el sentido de que dicha variación es de una magnitud relativa muy pequeña, por lo que podría señalarse que Juanito en estos aspectos de calidad del forraje es muy estable a través de las edades de rebrote, y por tanto una fortaleza como arbusto forrajero es permitir esta flexibilidad en la cosecha a diferente edad de rebrote sin impactos de magnitud en calidad.

Revell *et al.* (2013) midieron el contenido mineral de varios arbustos forrajeros, y sugieren que este contenido debe desglosarse en los minerales específicos y por componente, ya que hojas y ramas pueden variar en el contenido mineral y en la concentración de ciertos minerales. Juanito mostró 85% de materia orgánica como promedio general, el de cenizas por tanto, es de alrededor de 15% lo que permite señalar que las hojas y ramas de Juanito podrían ser una fuente importante de algún mineral. Por lo que a futuro convendría hacer este desglose de la concentración por minerales específicos.

Cuadro 18. Materia orgánica (%) en hojas y ramas de Juanito al variar procedencia y edad del rebrote.

Edad de rebrote (días)	Procedencia					Promedio
	Hueyotlipan1	Hueyotlipan2	Almoleya	Temascalapa1	Temascalapa2	
a) Hojas						
37	81.84	81.06	80.54	80.17	80.83	80.89 b
81	82.07	82.06	82.24	81.33	81.56	81.85 a
Promedio	81.96 a	81.56 ab	81.39 ab	80.75 b	81.20 ab	
	EEM ^δ 1.25					
b) Ramas						
37	85.95	87.17	87.00	86.82	87.76	86.96 b
81	89.56	89.52	89.50	89.68	89.45	89.54 a
Promedio	87.76 b	88.35 ab	88.25 ab	88.25 ab	88.61 a	
	EEM 0.71					

^δEEM, error estándar de la media; a, b, medias dentro de componente en igual columna o hilera con al menos una letra en común no son diferentes ($p>0.05$); sin efecto ($p>0.05$) de la interacción procedencia X edad de rebrote.

De las ocho variables fermentativas determinadas en hojas, solamente en la fracción de fermentación media se observó efecto ($p < 0.05$) de la procedencia. La edad de rebrote influyó ($p < 0.05$) en las variables fermentativas con excepción de la fracción de fermentación lenta y el índice de emisión potencial de gases de fermentación (Cuadro 19).

A mayor edad de rebrote la magnitud y rapidez de fermentación es menor. El incremento de la edad del rebrote de 37 a 81 días, ocasionó una disminución del 5 y 7% en la tasa (S) y en la fermentación potencial, e incrementó en 35% tiempo de retardo (L). Las fracciones de fermentación rápida, media y total se redujeron 16, 6 y 5%, respectivamente, al incrementar la edad de rebrote. El impacto negativo mayor en la fermentación por el incremento de la edad de rebrote fue en el tiempo de retardo (L) y en la fracción de fermentación rápida (FR).

El cambio relativo en edad de rebrote fue mucho mayor a los cambios relativos en las variables fermentativas, por lo que puede considerarse que las hojas de Juanito mantienen su calidad a intervalos amplios de edad. La pequeña magnitud en la reducción en atributos de calidad al aumentar la edad de rebrote, podría señalarse como una fortaleza de Juanito como fuente de forraje.

La fracción de fermentación media fue la única variable influida por la procedencia, Temascalapa2 registró el máximo valor que fue 7% superior al registrado en Almoloya que fue la procedencia con el mínimo valor para esta fracción. Las otras procedencias mostraron valores intermedios y no diferentes a los extremos.

Sandoval *et al.* (2016) señalan que la fracción de fermentación rápida está conformada principalmente por carbohidratos del tipo de azúcares y oligosacáridos solubles. Las hojas de la menor edad de rebrote, al presentar mayor fracción de fermentación rápida, podrían, por tanto, ser más ricas en estos tipos de carbohidratos, lo que a su vez podría explicar el menor tiempo de retardo en estas hojas en comparación a las provenientes de la mayor edad de

rebrote. La fracción de fermentación media se compone de polisacáridos, principalmente de reserva como el almidón y porciones menores de hemicelulosa y pectina, por lo que podría decirse que la procedencia Temascalapa2 tiende a acumular una mayor porción de estos almidones en comparación a las otras procedencias.

Cuadro 19. Variables fermentativas en hojas de Juanito al variar procedencia y edad de rebrote.

Edad de rebrote (días)	Procedencia					Promedio
	Hueyotlipan1	Hueyotlipan2	Almoloya	Temascalapa1	Temascalapa2	
a) Potencial de fermentación (mL g ⁻¹)						
37	370.8	364.7	358.1	343.4	360.2	359.5 a
81	348.4	339.3	320.8	337.7	327.4	334.8 b
Promedio	359.6	352.1	343.8	340.5	339.6	
	EEM ^δ 18.4					
b) Tasa de velocidad de fermentación (h ⁻¹)						
37	0.0390	0.0387	0.0388	0.0392	0.0392	0.0391 a
81	0.0374	0.0383	0.0362	0.0372	0.0369	0.0372 b
Promedio	0.0382	0.0385	0.0375	0.0382	0.0383	
	EEM 0.00097					
c) Tiempo de retardo (h)						
37	1.581	1.918	1.949	2.323	2.487	2.052 b
81	2.504	2.419	2.952	2.873	3.036	2.758 a
Promedio	2.043	2.169	2.453	2.599	2.762	
	EEM 0.55					
d) Fracción fermentación rápida (g kg ⁻¹)						
37	213.8	201.6	196.0	172.3	185.2	193.8 a
81	174.8	170.9	150.8	162.9	149.5	161.8 b
Promedio	194.3	186.3	173.5	167.7	167.4	
	EEM 20.11					
e) Fracción fermentación media (g kg ⁻¹)						
37	215.0	216.3	214.0	211.0	226.9	216.7 a
81	209.1	205.8	187.4	208.1	203.9	202.9 b
Promedio	212.1 ab	211.1 ab	200.8 b	209.6 ab	215.4 a	
	EEM 8.48					

f) Fracción fermentación lenta (g kg⁻¹)						
37	231.2	233.0	233.1	217.7	238.7	241.8
81	242.3	235.8	236.3	245.4	249.0	230.7
Promedio	236.7	234.4	234.7	231.6	243.9	
	EEM 17.37					
g) Fracción fermentación total (g kg⁻¹)						
37	660.1	651.0	643.3	601.1	650.8	641.3 a
81	626.2	612.5	574.7	616.5	602.5	606.5 b
Promedio	643.2	631.8	609.0	608.9	626.7	
	EEM 38.33					
h) Índice de emisión potencial de gases de fermentación (mL g digerido de alimento⁻¹)						
37	523.1	520.4	520.3	503.5	510.7	515.6
81	531.6	497.2	475.9	493.4	482.9	496.2
Promedio	527.4	508.8	498.1	498.5	496.8	
	EEM 27.1					

^oEEM, error estándar de la media; a, b, medias dentro de variable fermentativa en igual columna con al menos una letra en común no son diferentes (p>0.05); procedencia solo mostró efecto (p<0.05) en fracción de fermentación media; sin efecto (p>0.05) de la interacción procedencia X edad de rebrote en cualquiera de las variables fermentativas.

En ramas, la procedencia y edad de rebrote coincidieron en influir ($p < 0.05$) en tiempo de retardo e índice de emisión potencial de gases, adicionalmente la procedencia influyó ($p < 0.05$) en tasa y fracción de fermentación rápida. Por su parte, la edad de rebrote afectó el potencial de fermentación y la fracción de fermentación media. La interacción procedencia x edad de rebrote no influyó ($p > 0.05$) sobre variable alguna (Cuadro 20).

Las ramas de Temascalapa1 registraron el mínimo tiempo de retardo y máxima fracción de fermentación rápida, 54% menor y 21% mayor, respectivamente, que las ramas de Hueyotlipan1, la procedencia con el máximo tiempo de retardo y mínima fracción de fermentación rápida. La mayor fracción de fermentación rápida se asoció con el menor tiempo de retardo. Hueyotlipan1 tuvo el menor ($p < 0.05$) índice de emisión potencial de gases, 16% menor al encontrado con Temascalapa2, quien tuvo el mayor índice de emisión potencial de gases de fermentación. La tasa de fermentación difirió únicamente entre Almoloya y Temascalapa2 la primera con una tasa 5% mayor que la segunda.

El perfil de fermentación de las ramas de Hueyotlipan1 fue el más limitado como alimento para rumiantes dado que tuvo un tiempo mayor de retardo y fracción de fermentación rápida e índice de emisión potencial de gases menores. En contraste, en hojas la procedencia no marcó diferencias mayores. Podría señalarse que la calidad de las ramas sería un factor de mayor impacto que las hojas al buscar Juanitos de mayor calidad como fuente de forraje.

Edad de rebrote impactó más en el tiempo de retardo, que aumentó 26% de 37 a 81 días de rebrote; sin embargo, este aumento en el tiempo de retardo no se asoció con menor fracción de fermentación rápida. Debe notarse que la mayor edad de rebrote implicó pequeños aumentos en el potencial de fermentación, fracción de fermentación media e índice de emisión potencial de gases en ramas. Estas tendencias contrastan con el incremento en el tiempo de retardo.

Cuadro 20. Variables fermentativas en ramas de Juanito al variar procedencia y edad de rebrote.

Edad de rebrote (días)	Procedencia					Promedio
	Hueyotlipan1	Hueyotlipan2	Almoloya	Temascalapa1	Temascalapa2	
a) Potencial de fermentación (mL g ⁻¹)						
37	319.3	332.7	352.7	332.9	324.7	332.5 b
81	341.8	318.1	341.0	358.2	375.9	347.0 a
Promedio	330.5	325.4	346.9	345.5	350.3	
	EEM ^δ 17.18					
b) Tasa de velocidad de fermentación (h ⁻¹)						
37	0.0310	0.0314	0.0319	0.0306	0.0300	0.0310
81	0.0316	0.0315	0.0315	0.0308	0.0306	0.0312
Promedio	0.0313 ab	0.0314 ab	0.0317 a	0.0307 ab	0.0303 b	
	EEM 0.00070					
c) Tiempo de retardo (h)						
37	1.9446	1.5733	1.6611	0.9140	1.6616	1.5510 b
81	2.7898	2.5622	1.8255	1.2940	1.3352	1.9614 a
Promedio	2.3672 a	2.0678 ab	1.7434 abc	1.1041 c	1.4984 bc	
	EEM 0.3911					
d) Fracción fermentación rápida (g kg ⁻¹)						
37	141.9	164.8	171.8	171.7	152.1	160.4
81	143.3	135.8	162.2	173.3	185.4	160.0
Promedio	142.6 c	150.3 bc	166.9 ab	172.5 a	168.8 ab	
	EEM 11.85					
e) Fracción fermentación media (g kg ⁻¹)						
37	165.8	176.7	190.4	168.5	168.9	174.1 b
81	187.5	173.1	185.6	185.8	196.2	185.6 a
Promedio	176.7	174.9	188.0	177.1	182.6	
	EEM 12.01					

f) Fracción fermentación lenta (g kg⁻¹)						
37	269.1	278.4	285.9	274.0	289.1	279.3
81	286.9	271.2	280.1	290.1	313.4	288.3
Promedio	278.0	274.8	283.0	282.0	301.3	
	EEM 15.48					
g) Fracciones fermentación total (g kg⁻¹)						
37	576.9	619.9	648.1	614.1	610.1	613.8
81	617.7	580.2	627.9	649.1	695.1	634.0
Promedio	597.3	600.0	638.0	631.6	652.6	
	EEM 33.02					
h) Índice de emisión potencial de gases de fermentación (mL g digerido de alimento⁻¹)						
37	501.0 b	531.6 b	571.9 b	562.1 b	578.5 b	549.0 B
81	547.1 b	540.5 b	535.9 b	597.2 a	653.6 a	574.9 A
Promedio	524.0 C	536.1 C	553.9 BC	579.7 AB	616.1 A	
	EEM 23.2					

^oEEM, error estándar de la media; a, b, medias dentro de característica e igual columna o hilera con al menos una letra en común no son diferentes ($p>0.05$), y dentro de una misma hilera o columna con al menos una letra mayúscula en común no son diferentes ($p>0.05$); sin efecto ($p>0.05$) de la interacción procedencia X edad de rebrote en todas las variables excepto en índice potencial de emisión de gases de fermentación.

La procedencia mostró efecto ($p < 0.05$) únicamente en la digestibilidad *in vitro* de las materias seca y orgánica de ramas; la edad de rebrote influyó ($p < 0.05$) en hojas sobre las digestibilidades de las materias seca y orgánica pero en ramas solamente en la digestibilidad de la materia orgánica. La interacción procedencia X edad de rebrote sin efecto ($p > 0.05$) sobre las digestibilidades en hojas y ramas (Cuadro 21).

Hueyotlipan¹ registró las digestibilidades máximas de las materias seca y orgánica, 11 y 12% por arriba de Temascalapa², que mostró las digestibilidades mínimas. En hojas fueron pocos los atributos que mostraron diferencias por efecto de procedencia; mientras que en ramas, la procedencia marcó diferencias en proteína cruda, materia orgánica, tiempo de retardo, fracción de fermentación rápida e índice de emisión potencial de gases además de la digestibilidad *in vitro*. Por tanto, se podría señalar que en los atributos de calidad analizados en este estudio, la procedencia fue más importante en la calidad de las ramas que en la de hojas.

Aumentar la edad de rebrote de 37 a 81 días ocasionó que las digestibilidades *in vitro* de las materias seca y orgánica en hojas, se redujeran 3 y 4%, respectivamente; mientras que la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica de ramas se redujo 3%. Al igual que en los otros atributos de calidad analizados, la magnitud de la reducción en calidad con el aumento en la edad de rebrote es pequeña, lo que permite establecer que en Juanito podría aplicarse una gran amplitud en la edad de cosecha con cambios pequeños en calidad. Por lo que podría señalarse, como ya se hizo anteriormente, que esta reducción tan pequeña en la calidad al aumentar la edad de rebrote es una fortaleza del Juanito como fuente de forraje.

Cuadro 21. Digestibilidad (%) *in vitro* de las materias seca y orgánica de hojas y ramas de Juanito al variar procedencia y edad de rebrote.

Edad de rebrote (días)	Procedencia					Promedio
	Hueyotlipan1	Hueyotlipan2	Almoloya	Temascalapa1	Temascalapa2	
a) Hojas materia seca						
37	70.9	70.1	68.8	68.2	70.5	69.7 a
81	65.6	68.3	67.4	68.5	67.8	67.5 b
Promedio	68.3	69.2	68.1	68.4	69.2	
	EEM ^δ 2.52					
b) Hojas materia orgánica						
37	85.9	85.9	84.9	84.3	86.6	85.5 a
81	79.3	82.7	81.3	83.6	82.5	81.9 b
Promedio	82.6	84.3	83.1	84.0	84.5	
	EEM 2.85					
c) Ramas materia seca						
37	63.7	62.6	61.7	59.2	56.1	60.7
81	62.5	58.8	63.6	60.0	57.5	60.5
Promedio	63.1 a	60.7 ab	62.7 ab	59.6 bc	56.8 c	
	EEM 1.93					
d) Ramas materia orgánica						
37	74.1	71.7	70.9	68.2	63.9	69.8 a
81	69.8	65.7	71.1	66.9	64.2	67.5 b
Promedio	71.9 a	68.7 ab	71.0 ab	67.5 bc	64.1 c	
	EEM 2.05					

^δEEM, error estándar de la media; a, b, c, medias dentro de característica e igual columna o hilera con al menos una letra en común no son diferentes (p>0.05); sin efecto (p>0.05) de procedencia en hojas, ni de la interacción procedencia X edad de rebrote.

5.6 Conclusiones

En Juanito (*Lavatera assurgentiflora* Kellogg) la procedencia es un factor de poca relevancia en determinar diferencias en características agronómicas en hojas y ramas, y que marca diferencias pequeñas en algunos aspectos nutricionales particularmente en ramas. Edad de rebrote, es un componente de manejo que presenta un mayor impacto sobre las características agronómicas que sobre las nutricionales de hojas y ramas.

El efecto de la edad de rebrote en características agronómicas y nutricionales es independiente de la procedencia del Juanito.

Una fortaleza del Juanito como fuente de forraje es su gran respuesta agronómica en cantidad de forraje al aumentar la edad de rebrote pero con reducción menor en atributos de calidad del forraje.

5.7 Literatura citada

- Ankom Technology. (2015). *Operator's Manual*. ANKOM 2000 FIBER ANALYZER. Consultada en <https://www.manualshelf.com/manual/ankom/200-series/manual-english.html>. 14 de noviembre de 2016.
- Bolio O, R. E., Lara L, P. E., Magaña M, M. A., & Sanginés G, J. R. (2006). Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra. *Téc Pecu Méx*, 44(3), 379-388.
- Cobos M, A., & Yokoyama M, T. (1995). *Clostridium paraputrificum* var *ruminantum*: colonization and degradation of shrimp carapaces *in vitro* observed by scanning electron microscopy. In: Wallas RJ, Lahlou-Kassi A (eds). Rumen Ecology Research Planning, Proceedings of a Workshop, Addis Abeba, Ethiopia. International Livestock Research Institute, pp. 151–161.
- García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, México*. 251 p.
- Manríquez M, L. Y., López O, S., Pérez H, P., Ortega J, E., López T, G. Z., & Villarruel F, M. (2011). Agronomic and forage characteristics of *Guazuma ulmifolia* Lam. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 453-463.

- Miranda R, L. A., Sandoval G, R. L., Améndola M, R. (2015). *Producción de gas como método para estimar in vitro la concentración de carbohidratos fermentables en rumen*. In: memorias del XXIV Congreso de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. A reader (pp 474). Puerto Varas, Chile, 9 al 13 de noviembre de 2015.
- NRC. 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids. and new world camelids*. The National Academics Press, Washington, USA. 362 p.
- Núñez, H. G., Payán, G. J. A., Pena, R. A., González, C. F., Ruiz, B. A., & Arzola, A. C. (2010). Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 1(2), 85-98.
- Pagano, R. R. (2006). *Estadística para las ciencias del comportamiento* (7ª ed.). México: Thomson. 560 p.
- Pinto, R. R., Gómez, H., Martínez, B., Hernández, A., Medina, F. J., Gutiérrez, R., Escobar, E., & Vásquez, J. (2005). Árboles y arbustos forrajeros del sur de México. *Pastos y Forrajes*, 28(2), 87-98.
- Pitt, R. E., Cross, T. L., Pell, A. N., Shofield, P., & Doane, P. H. (1999). Use of *in vitro* gas production models in ruminal kinetics. *Math Biosci* 159, 145–163.
- Quero, C. A., Enríquez, Q. J., & Miranda, J. L. (2007). Evaluación de especies forrajeras en América Tropical, avances o *status quo*. *Interciencia*, 32(8), 566-557.
- Revell, D. K., Norman, H. C., Vercoe, P. E., Phillips, N., Toovey, A., Bickell, S., Hulm, E., Hughes, S., & Emms, J. (2013). Australian perennial shrub species add value to the feed base of grazing livestock in low to medium-rainfall zones. *Animal Production Science*, 53, 1221-1230.
- Sandoval G, L., Miranda R, L. A., Lara B, A., Huerta B, M., Uribe G, M. y Martínez M, M. (2016). Fermentación *in vitro* y la correlación del contenido nutrimental de leucaena asociada con pasto estrella. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 16, 3185-3196.
- SAS Institute (Versión 9.3). (2015). The SAS system for Windows. Release 9.3. SAS Inst., Cary, NC. USA.
- Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, A. B., & France, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim Feed Sci and Technol*, 48(2), 185-197.

- Toral, O. C., & Iglesias, J. M. (2012). Evaluación de accesiones de árboles y arbustos forrajeros durante el periodo de establecimiento. *Pastos y Forrajes*, 35(1), 17-28.
- Villegas, E., & Mertz, E. T. (1969). *Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar la calidad de la proteína del Maíz*. México: CIMMYT. pp. 3-4.

6. ANEXOS: PARTICIPACIONES COMO PONENTE EN CONGRESOS NACIONALES E INTERNACIONALES.

Anexo1. Reconocimiento como ponente en la XLIII Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria.



UASLP



FACULTAD DE
AGRONOMÍA
Y VETERINARIA



La **Universidad Autónoma de San Luis Potosí**, a través de la Facultad de Agronomía y Veterinaria y la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A.C., otorgan el presente

RECONOCIMIENTO

UBALDO FERMÍN JUÁREZ ZEBADUA

Por su invaluable contribución como **Ponente** en la XLIII Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria.

San Luis Potosí, S.L.P., del 4 al 6 de octubre de 2016.
Atentamente
"Siempre Autónoma. Por mi Patria Educaré"



Dr. José Luis Lara Mireles
Director de la Facultad de Agronomía y Veterinaria
Presidente del Comité Organizador



Dr. Ponciano Pérez Hernández
Presidente de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria A.C.

Anexo 2. Reconocimiento como ponente en la VIII Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles.



Anexo 3. Reconocimiento como ponente en 55ª Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos.



55ª Reunión Científica de la SEEP

Lugo-A Coruña, 26-29 Abril de 2016



**“Innovación Sostenible en Pastos:
Hacia una Agricultura de Respuesta al Cambio Climático”**

La Organización de la 55ª Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, celebrada en Lugo-A Coruña del 26 al 29 de abril de 2016, ha aceptado la comunicación titulada:

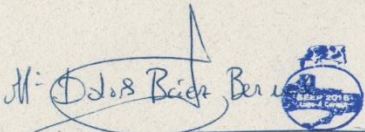
ATRIBUTOS DE CALIDAD NUTRICIONAL DEL ARBUSTO *Lavatera assurgentiflora* K.

presentada por los autores:

U.F. JUÁREZ ZEBADÚA, P.A. MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, E. CORTES DÍAZ Y L.A. MIRANDA ROMERO

para su inclusión en el programa científico como comunicación oral así como en el libro de actas del congreso como comunicación completa tras una revisión anónima por pares.

Lugo, 29 de abril de 2016



**55ª REUNIÓN CIENTÍFICA
DE LA SEEP**
Lugo - A Coruña
del 26 al 29 abril 2016

Fdo. Mª Dolores Báez Bernal
ORGANIZACIÓN DE LA 55ª REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SEEP