

SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA-SIPA, TODOS LOS MOTIVOS PARA INICIARLOS

versión en español

José Alexandre Agiova da Costa*¹, Esaú Jesús Pérez Luna², Sergio Giovanni Espinosa Villafuerte³, Armindo Neivo Kichel¹, Fernando Alvarenga Reis¹

¹Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária – Embrapa. Av. Rádio Maia nº 830, Zona Rural, CEP 79106-550, Campo Grande, MS.

²Universidad Autónoma de Chiapas-Facultad de Ciencias Agronómicas. esau_0115@hotmail.com

³Centro Agropecuario de Capacitación y Desarrollo Sustentable CACyDS, Chiapas. sergio.zootecnista82@gmail.com

*Autor correspondiente: alexandre.agiova@embrapa.br

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de integración cultivo-ganadero-forestal (ILPF, siglas en portugués; ICGF, siglas en español) son estrategias de producción sustentables que integran actividades agrícolas, ganaderas y forestales, realizadas en la misma área, ya sea en cultivos consorciados, de sucesión o rotación, buscando efectos sinérgicos entre los componentes del agroecosistema, contemplando la adecuación ambiental, la valorización del hombre y viabilidad económica (Balbino *et al.*, 2011; Kichel *et al.* 2012).

Uno de los grandes motivos para la implantación de sistemas de ICGF es la optimización del sistema en el uso de la tierra proporcionada, que aumenta la productividad, la calidad del producto, la calidad ambiental y la competitividad, sin la necesidad de deforestar áreas de bosque nativo. La capacidad de aumentar la productividad concomitante a la conservación será alcanzada si el manejo de los componentes suelo-planta-animal, estuvieran planeados para permitir la ocurrencia interacciones sinérgicas que son potencialmente capaces de ocurrir (Anghinoni *et al.*, 2012).

La sustentabilidad, otro grande motivo para implantar sistemas integrados, es comprobada según Balbino *et al.* (2011), cuando son alcanzadas las siguientes **conjeturas**: técnicamente eficiente, ambientalmente adecuado, económicamente viable y socialmente aceptado.

Los sistemas integrados son técnicamente eficientes por apoyar intervenciones agronómicas y zootécnicas basadas en las condiciones edafoclimáticas indicadas en las **ecorregiones**, utilizándose varias tecnologías sustentables de baja emisión de carbono, desarrolladas para las condiciones tropicales y subtropicales para la actividad agropecuaria de que Brasil dispone (Brasil, 2012), replicable en las adecuaciones ambientales de otras localidades. Las principales condiciones en la definición de un sistema integrado de producción, que se debe considerar a nivel de la unidad de producción, son las condiciones físico-químicas del suelo, la topografía, la distribución pluviométrica, la variación de temperatura y la exposición del terreno a la luminosidad, no menos

importante está la disponibilidad de agua en cantidad y en calidad, adecuadas a la necesidad de los animales y para su uso en la irrigación.

Son ambientalmente adecuados porque estimulan el uso de técnicas recomendadas de manejo y conservación del suelo y del agua; manejo integrado de insectos-plaga, de enfermedades y malezas; respetar la capacidad de uso de la tierra, a la zonificación agroclimático y a la zonificación agroecológica. Promueven la reducción de la presión para abrir nuevas áreas para producción agropecuaria (efecto ahorra-tierra), Martha Junior; Vilela (2009); la disminución de emisión de dióxido de carbono (CO₂); la captura y secuestro de carbono; incentivos al cumplir la legislación ambiental (Embrapa, 2017); la preservación de los servicios ambientales; la adopción de buenas prácticas agropecuarias (BPA) (Valle, 2011); el confort animal (Pires; Paciullo, 2015), la certificación de la producción (Carne Carbono Neutro, Alves et al. 2015) y la ampliación del balance energético positivo por el usos de los sistemas.

La viabilidad económica de la ICGF, está vinculada en algunos fundamentos básicos como la optimización de los recursos disponibles a la producción (tierra, maquinaria, mano de obra), la sinergia entre las actividad de producción vegetal y animal (utilización de residuos agrícola, fijación de nitrógeno por las leguminosas, reciclaje de nutrientes, aumento de la capacidad de uso del suelo); diversificación de los ingresos económicos (producción y comercialización de granos, carne, leche, biocombustible, fibras y madera); reducción del costo total de producción (mejor uso de la infraestructura, menor demanda por insumos agrícolas, con reducción de los costos derivados de la utilización de los residuos agrícolas en la alimentación animal y de la oferta de pastos de mejor calidad); aumento del ingreso líquido (ganancia) del sistema, debido al aumento de los ingresos y la reducción de los costos totales; mayor productividad total de los factores (Villafuerte, 2016), mayor estabilidad temporal del ingreso líquido durante de las externalidades (Silva, 2015), y dinamismo de varios sectores de la economía, principalmente la regional.

En el aspecto social diferentes peculiaridades hacen que la ICGF sea aceptada, entre las cuales se destacan: posibilidad del sistema ser empleado o adoptado por cualquier productor rural, independiente del tamaño del rancho (pequeño, mediano o grande); ampliación de la inserción social por la mejor distribución del ingreso y mayor generación de empleos; aumento real del ingreso del productor rural; mejoría de la imagen de la producción agropecuaria y de los productores ante al público urbano, pues, concilia la actividad productiva y preservación del medio ambiente, aumento de la competitividad del agronegoció, reducción de la migración rural y estímulo a la calificación profesional.

LOS TIPOS DE SISTEMAS DE ICGF DISPONIBLES PARA ESCOGER

Los sistemas de integración pueden ser clasificados y definidos, según Balbino *et al.* (2011) y Kichel *et al.* (2014) en cuatro grandes grupos y usted debe conocerlos para escoger al que más se adecua a su rancho:

- a) Integración Cultivo-Ganadero o Agropastoril: sistema de producción que integra el componente agrícola y ganadero en rotación, consorcio o sucesión, en la misma área y en un mismo año agrícola o por varios años, en secuencia o intercalados. Sistema más común de integración, facilitado por la flexibilidad de la producción animal, de forraje conservado o de granos.
- b) Integración Ganadero-Forestal o Silvopastoril: sistema de producción que integra el componente ganadero (pastos y animal) y forestal, en consorcio. Este sistema de producción es el más direccionado para áreas con dificultad de establecimiento de cultivos, por eso, incluye apenas los componentes forestal y ganadero en la misma área.
- c) Integración Cultivo-Forestal o Silvoagrícola: Sistema de producción que integra el componente forestal y agrícola por el consorcio de especies arbóreas con cultivos agrícolas anuales o perenes. Sistema en que los cultivos agrícolas proporcionan retornos económicos antes de la cosecha de los árboles, que ocurren en plazos mayores.
- d) Integración Cultivo-Ganadero-Forestal o Agrosilvopastoril: sistema de producción que integra los componentes agrícola y ganadero en rotación, consorcio o sucesión, que incluye el componente forestal en hileras, en la misma área. El componente “cultivo” se restringe o no, a la fase de implantación del componente forestal.

El tiempo de utilización de los componentes (cultivo, ganadero o forestal) tiene gran impacto en el agro-ecosistema y en la viabilidad de las inversiones realizadas (Silva *et al.* 2012). Estos sistemas pueden utilizar la ganadería por periodos cortos de tres a cinco meses (pasto a la sequía) (Costa *et al.* 2009a, 2009b) hasta cinco años, que después, se regresa con cultivos por periodos más o menos largos, entre uno y cuatro años (Macedo, 2009). El componente forestal puede ser utilizado por periodos de seis, doce o más años, para un o más cortes, dependiendo de la especie utilizada, frecuentemente el eucalipto. En regiones con restricciones de infraestructura y localizadas en climas y suelos marginales para cultivo de granos, se debe observar la zonificación agrícola y restringir los cultivos a especies más rústicas, como el sorgo y forestales (Kichel *et al.*, 2014).

En cuanto a la mejor forma de introducir a un sistema de ICG, Salton *et al.* (2013) proponen el uso del sistema São Mateus que preconiza la introducción de cultivos después a la recuperación de praderas o áreas degradadas, a través de la recuperación química (eliminación de aluminio tóxico en

el perfil, si existe), de la mejora de la estructura física y biológica del suelo, iniciándose con la siembra de plantas forrajeras y utilización de pasto para la producción de paja en sistema de siembra directa (SD). El uso del pasto promueve el mayor aprovechamiento del agua de lluvias, por medio de la eliminación de escurrimiento superficial y de pérdidas por erosión, así como la reducción de las pérdidas por la evaporación, debido a manutención de la cobertura del suelo (paja) y el mayor enraizamiento de las plantas cultivadas. El acondicionamiento del suelo por el uso inicial con pasto, aumenta el éxito del cultivo de la soya, principalmente en suelos arenosos, la resiembra de pasto de sequía para la producción animal y formación de paja para la próxima siembra de soya, ocurre luego después de la cosecha del cultivo.

Otras posibilidades de integración que puede aprovechar.

Existen todavía algunos sistemas integrados que tienen algunas peculiaridades y que pueden ser implantados visando aumento en la sustentabilidad de los sistemas de producción, constituyéndose en alternativas de ingreso y exploración de las oportunidades locales de negocio que puede aprovechar. Las asociaciones entre el componente animal, y las asociaciones entre los componentes agrícola y ganadero, como la implantación de sistemas silvopastoriles en que las especies arbóreas son ramoneadas por los animales, son oportunidades para iniciar los sistemas integrados a partir de sistemas convencionales en uso de la propiedad.

SISTEMAS PECUARIOS INTEGRADOS

El pastoreo mixto o también denominado integración “ganadería-ganadería”, es un sistema que permite el consorcio entre más de una especie del componente animal (Reis *et al.*, 2009; Reis *et al.*, 2015), dentro de un mismo sistema de integración, siendo una opción poco explorada de producción animal.

Esa integración ocurre en los ecosistemas pastoriles salvajes o con bosques nativos, donde diversas especies de herbívoros conviven y se complementan bajo una vegetación común (Carvalho; Rodrigues, 1997).

Carvalho *et al.* (2002) definen el pastoreo mixto, como un método de pastoreo que envuelve más de una especie de herbívoro pastoreando un mismo recurso forrajero, pudiendo ocurrir simultáneamente o en periodos sucesivos, dependiendo de los objetivos del manejo y de las especies utilizadas. Se fundamenta en la maximización de la utilización del forraje, proporcionando aumento de producción animal, que ultrapase la suma del desempeño productivo de las especies utilizada de forma aislada. (Carvalho *et al.*, 2005).

Entre las diversas características que ejercen efecto sobre el consumo Carvalho *et al.* (2002) citan el

tamaño del animal como el más consistente, constituyéndose en una característica extremadamente importante en la definición de la eficiencia con que un determinado alimento puede ser consumido y utilizado, porque trae limitaciones cuantitativas y cualitativas al entendimiento de las exigencias nutricionales. Siendo así, las necesidades energéticas, en términos de metabolismo basal decrecen de forma no lineal con el aumento del peso y, por lo tanto, el requerimiento metabólico total aumenta en relación al pesos vivo en la potencia 0.75, es decir, el peso metabólico ($pv^{0.75}$) de pequeños rumiantes es proporcionalmente mayor que el de grandes rumiantes.

Los efectos combinados de requerimientos nutricionales, tamaño del animal y características anatómicas relacionadas al proceso de aprehensión de forraje, componen las bases de la distinción de los nichos alimenticios que componen la dieta de los animales (Carvalho *et al.*, 2005). Estos autores citando Lechner-Doll *et al.* (1995) citan que se podría esperar que, animales con estrategias semejantes de pastoreo, teóricamente, podrían disputar los recursos disponibles más intensamente. Esta utilización de los mismos recursos es llamada de superposición de dieta, siendo utilizada, para determinar el nivel de competición por un determinado recurso forrajero o, en otras palabras, **el nivel de complementación** entre especies.

En praderas heterogéneas, resultados de superposición de dietas son generalmente mayores para bovinos y ovinos, y menores para bovinos y caprinos, ahora, puedan variar mucho entre los diferentes ecosistemas pastoriles (Squires, 1982; Araujo-Filho; Crispim, 2002; Celaya *et al.*, 2007; Celaya *et al.*, 2008), pero del punto de vista de la tolerancia a parásitos, el pastoreo mixto de ovinos y bovinos puede ser más apropiado en praderas (Amarante, 2014).

Sustentabilidad en la producción animal: uno de los grandes motivos para la adopción de sistemas de ICGF

La sustentabilidad está en el orden del día cuando se discute producción animal, siendo un motivo muy fuerte para utilizar sistemas integrados de producción, pues el cambio climático y la interrelación con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) decurrentes, principalmente de la fermentación entérica de los rumiantes, son apuntados como causas de la aceleración del calentamiento global.

Entendiendo un poco sobre los efectos del cambio climático en la producción agropecuaria

La producción animal ante las exigencias de los mercados compradores y del cambio climático, debe ser sustentable. En Brasil, la agropecuaria contribuye cerca de 23% de las emisiones antrópicas de gases de efecto invernadero (GEI) (Observatorio do Clima, 2016). Las principales emisiones del sector se deben a la fermentación entérica (metano-CH₄) del ganado bovino que representa 60% en

CO₂ equivalente (CO₂eq) y a la aplicación de fertilizantes sintéticos en suelos agrícolas, con fuerte emisión de óxido nítrico, que representa 31% en CO₂eq (Brasil, 2014).

El cambio climático es objetivo de estudio en el mundo. En Brasil estudios (modelos de previsión y escenarios) de cambios climáticos y consecuencias en la biodiversidad ya son realizados hace algún tiempo (Marengo, 2011; Nobre *et al.*, 2004, Marengo, (2006). Tendencia de calentamiento en todas las regiones brasileñas, basado en datos meteorológicos que detectan, desde el inicio del siglo XX, tasa de calentamiento principalmente en el invierno fueron citados por Marengo (2006). La temperatura mínima ha presentado mayor elevación que la temperatura máxima, en relación a la lluvia no se detectó ninguna tendencia clara, debido a los pocos estudios, por ello tendencia de aumento en la frecuencia de eventos extremos de lluvia para las regiones sur, sureste y en la amazonia fueron previstas.

En las interacciones específicas con la agricultura Pellegrino *et al.* (2007), estudiando los principales cultivos de granos en Brasil, estiman en el peor escenario del cambio climático, pérdidas de áreas de siembra en torno del 18% para el arroz, 11% para el frijol, 39% para la soya, 58% para el café y 7% para el maíz. Deconto (2008), basado en estudios de diversos autores, amplía el estudio atendiendo más de 5,000 municipios, y amplía también cultivos en los estudios basados en el modelo PRECIS (Providing Regional Climates for Impact Studies, Hadley, Inglaterra). Según el autor el calentamiento global puede comprometer la producción, llevando a la reducción de las áreas de bajo riesgo para casi todos los cultivos, las excepciones son caña de azúcar y yuca. Las pérdidas económicas que comenzarían en torno de R\$ 7.4 billones en 2020, en el peor escenario, llevando a un perjuicio de hasta R\$ 7.6 billones.

En la producción animal los rumiantes son frecuentemente conocidos como productores de gases de efecto invernadero, pero nos olvidamos que son transformadores de pasto, tipo de recurso no consumido por los seres humanos, en alimento nobles y de alto valor nutricional. Estudiando impactos en la agropecuaria de frente a los cambios climáticos Deconto (2008) cita que un aumento de temperatura en la orden de 3° C hasta 2010, puede causar pérdidas de hasta el 25% de capacidad de carga animal en praderas para bovinos de carne, lo que equivale un aumento del 20 a 45% en el costo de producción. La previsión de pérdida de área de praderas aptas debe ocurrir un crecimiento de 30 a 50 días en el época seca. Según el autor, el costo promedio de la producción de carne en Brasil es de aproximadamente US\$ 1.60 por kg, previéndose un aumento para US\$ 2.88 por kg en el mejor escenario, pudiendo subir a US\$ 4.16 en el peor escenario.

Las disminuciones de las áreas agrícolas y de pastos pueden impactar fuertemente en la producción animal, con aumento en los costos de producción y disminución en la oferta de granos para la finalización estabulada o semiestabulada.

En relación a la emisión de GEI, especialmente el CH₄, resultados de O'Hara *et al.* (2003) indican que la emisión de ese gas es menor cuanto más productivo sea el animal. Ahora las características intrínsecas al animal, las variaciones en las emisiones deben ser en mucho, las diferencias en los sistemas de producción, en que la disponibilidad de forraje ejerce un papel importante. La mayor disponibilidad implica mayor oferta de forraje, que permite, mayor selectividad en pastoreo, proporcionando cosecha de forraje de mejor valor nutritivo. Siendo así, cuando los pastos son formados en sistemas integrados, presentando por lo menos dos características favorables a la nutrición animal, cuando son comparadas a pastos convencionales, una mayor disponibilidad de materia seca y un mayor valor nutricional del forraje consumido (Almeida;Medeiros, 2015).

Investigando la eficiencia de alimentos en relación al impacto climático Smedman *et al.* (2010) probaron que la densidad de nutrientes contenidos en bebidas, al revés de la evaluación del ciclo de vida compara tradicionalmente con energía, proteína y lípidos de la dieta (Davis *et al.*, 2010; Gonzalez *et al.*, 2011), concluyeron que la leche posee la mayor densidad de nutrientes. Fue la bebida que presento la mayor densidad de nutrientes en relación a las emisiones de GEI, entre las bebidas con las que fue comparada.

Entonces es evidente que iniciativas de evaluación del ciclo de vida de productos de origen animal, considerando las emisiones de GEI en su producción, deben considerarse el valor nutritivo del alimento y no meramente kilogramos de GEI emitidos por kilogramo de alimento producido. Esta forma de comparación es útil porque refrenda la preferencia de los consumidores, que opta por productos de origen animal a los demás alimentos. Elevaciones de ingreso llevan al mayor consumo de proteína animal (Carvalho; Bacchi, 2007), sin relación directa con seguridad alimentaria o motivos de salud (Kido-Cruz, A; Kido-Cruz, M.T., 2013). En la percepción de los consumidores de carne es considerada fuente de nutrición, pero también ofrece sensación de placer, siendo consumida principalmente por el aspecto cultural (Zamberlam *et al.* 2008).

EL PROBLEMA DE LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y LA POSIBILIDAD DE MITIGACIÓN EN SISTEMAS DE ICGF

Aun siendo el sector agropecuario uno de los mayores emisores de gases de efecto invernadero se concuerda que él puede ser parte de la solución del problema en un escala global, y tiene potencial de mitigación total de las emisiones en una escala local. El desarrollo de sistemas productivos se debe pautar por el análisis de las emisiones de GEI, siendo adoptados los más eficientes por unidad producida, como comúnmente ocurre en combinaciones de componentes (ganadero, agrícola y forestal) de los sistemas integrados de producción agropecuaria (ICGF), que almacenan carbono en el sistema productivo. Que en verdad los sistemas integrados en Brasil son una evolución de otras

tantas tecnologías agrícolas conservacionistas, incorporadas en los sistemas productivos a lo largo del tiempo, como por ejemplo la utilización de terrazas en áreas agrícolas, la rotación y consorcio, el sistema de siembra directa (Landers, 1999; Machado;Freitas, 2004), la recuperación de praderas degradadas, mejoría nutricional y reproductiva del rebaño (mineralización, suplementación, estabulación, especies forrajeras adaptadas, selección de toros, etc.)

Resultados de varios autores brasileños para emisiones entéricas fueron compilados por Berndt (2010) (tabla 1) obtenidos con la metodología del gas trazador (SF_6) (Johnson;K.A.;Johnson, D.E., 1995; Primavesi *et al.* 2002) en la producción de bovinos de carne. Los resultados muestran, para animales jóvenes mantenidos a pasto, tasas promedio de emisiones anuales de $47.3 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$, ante valores default de $42 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$ del IPCC (1996; 2001) y $43 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$ estimados por Lima *et al.* (2010). Para machos adultos, los promedios anuales de Berndt (2010) fueron de $51.5 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$ ante 58 y $56 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$ respectivamente para, valor default del IPCC (1996; 2001) y Lima *et al.* (2010).

Para vacas de carne Martins-Costa *et al.* (2009) estimaron $59 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$ en sistema de producción en el estado de Rio Grande del Sur, muy próximo del valor default sugerido por el IPCC (1996) de $58 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$, en cuanto Lima *et al.* (2010) obtuvieron valor próximo de $68 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$ bajo la misma metodología.

Para vacas lecheras Lima *et al.* (2010) obtuvieron valor de $68 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$ (tier 2) y de 55 , 5 y $5 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$ (tier 1) para bufalinos, ovinos y caprinos, respectivamente. Para corderos evaluados em pastoreo en sistema silvopastoril, Spasiani (2016) obtuvo por mediciones directas, variaciones de 7.14 a $9.74 \text{ kg CH}_4.\text{año}^{-1}$, superior a los estimados por Lima *et al.* (2010).

Aunque existan similitudes en las emisiones de metano, para las emisiones de óxido nitroso los valores obtenidos son aproximadamente 10 veces menores a lo preconizado por el IPCC (2006), que es de 1%. Los valores quedaron alrededor de 0.1% en suelos bajo cultivos en sistema convencional y sistema de siembra directa en el Sur de Brasil (Jantalia *et al.*, 2008) y en el Bioma Cerrado (Urquiaga *et al.*, 2010). Bastos (2014) igualmente obtuvieron factor de emisión promedio 0.11% de N_2O de la orina de ovinos en sistema de ICG en Rio Grande del Sur. Según estos autores, factores menores de emisión obtenidos en trópico y subtrópico son atribuidos al buen drenaje de los suelos tropicales.

Por lo tanto la estabilidad de la futura producción ganadera, que concentra la producción animal cada vez más intensificada en áreas ya exploradas, eliminando desforestación y cambio en el uso de la tierra, así como promoviendo el impacto positivo en la seguridad alimentaria y en la manutención de preferencias de consumo, debería ser percibida por los ambientalistas y habitantes de centros urbanos, como una producción más limpia. Este gran público no asocia los efectos positivos de la mitigación de las emisiones de GEI, como un factor promotor de sustentabilidad, dicotomía que debería ser mejor

explicada por los estudiosos del tema de la sustentabilidad en la producción agropecuaria.

Tabla 1- Resultados de emisiones de metano obtenidos por trabajos realizados en Brasil.

	Peso vivo	Ganancia de peso	Factor de emisión	Perdida de Energía	Tratamientos
	kg	kg.d ⁻¹	kg CH ₄ .año ⁻¹	% EBI	
	318	0.340	33.0	5.0	<i>B. brizantha</i> invierno
	333	0.410	34.0	6.3	<i>B. brizantha</i> primavera
	411	0.540	59.0	9.1	<i>B. brizantha</i> verano
	438	0.410	63.0	6.6	<i>B. brizantha</i> otoño
Promedio	375	0.425	47.3	6.8	
	467	0.270	46.0	7.3	100% silaje sorgo
	459	0.330	55.0	6.2	70% sil. sorgo+30%
	456	0.310	51.0	5.4	40% sil. sorgo+60%
Promedio	461	0.303	50.7	6.3	
	216	0.220	18.0	4.0	silaje sorgo+1.2% urea
	214	0.320	25.0	3.5	silaje sorgo+60% concentrado
Promedio	215	0.270	21.5	3.8	
	402	0.330	49.0	6.2	heno brachiária 15d
	402	0.330	49.0	7.4	heno brachiária 45d
	402	0.340	50.0	9.0	heno brachiária 90d
Promedio	402	0.333	49.3	7.5	
	800	0.170	51.0	5.8	henos (80% coast-cross+20% leucaena)
	800	0.160	48.0	5.5	henos (50% coast-cross+50% leucaena)
	800	0.200	57.0	6.4	henos (80% coast-cross+20% leucaena) + levadura
	800	0.160	46.0	5.1	henos (50% coast-cross+50% leucaena)+levadura
Promedio	800	0.180	51.5	5.7	
	338	0.820	82.5	10.0	<i>B. brizantha</i> +suplemento
	338	0.610	92.5	9,5	<i>B. brizantha</i> +suplemento días útiles
	338	0.580	92.2	11.8	<i>B. brizantha</i> +suplemento días alternados
Promedio	338	0.670	89.0	10.4	
Promedio General			51.5 kg CH₄.animal⁻¹.año⁻¹		

Fuente: Berndt (2010).

¿Cómo solucionar el problema? Mitigación de las emisiones en los sistemas integrados de producción

Las soluciones proporcionadas por los sistemas integrados implican producción con baja emisión de GEI, pues son sinérgicas, mitigando las emisiones de GEI con balance positivo entre secuestros (-) y

emisiones (+), principalmente cuando hay árboles utilizados en los sistemas. Según Ofugi *et al.* (2008) sistemas silvopastoriles con 250 a 350 árboles de eucalipto.ha⁻¹, para corte de entre ocho y doce años de edad, son capaces de producir 25 m³.ha⁻¹.año de madera, lo que corresponde a un secuestro anual de cerca de 5 ton C.ha⁻¹ o 18 ton CO₂eq.ha⁻¹. Este valor equivaldría a la neutralización de la emisión de GEI de cerca de 12 bovinos adultos.ha⁻¹.año. Considerando una carga animal promedio en praderas brasileñas que es de 1.2 animal.ha⁻¹, se demuestra el balance positivo, con retiro de GEI de la atmosfera.

Mitigación de emisiones en suelo bajo siembra directa (SD) e ICG

Siendo que el secuestro de GEI sea facilitado en sistemas que utilizan árboles (ICF, ICP, ICGF), el secuestro en el suelo tiene un papel fundamental en el sistema agrícola conservacionista de producción brasileño y en la mitigación de las emisiones de GEI.

El sistema de siembra directa (SD) alcanza 25 millones de hectáreas en Brasil, siendo una práctica potencial para secuestrar carbono (C) en el suelo, cuando combinado a sistemas de cultivos adecuados, dependiendo de la especie vegetal utilizada en la rotación, principalmente por la contribución del sistema radicular y de la cantidad y calidad de los residuos (Urquiagua *et al.*, 2010; Bayer *et al.*, 2011). Según los autores, las tasas de almacenamiento de C en el suelo (0-20 cm) bajo SD varían de 0.48 Mg ha⁻¹C en el sur de Brasil a 0.35 Mg C.ha⁻¹ en el Brasil central, siendo las tasas de secuestro de C en suelos brasileños similares o mayores de las verificadas en suelos de regiones templadas, con 0.34 Mg C.ha⁻¹ (0-30 cm). Considerando una tasa promedio de 0.41 Mg C.ha⁻¹ extrapoladas para la aérea de bajo SD en Brasil, es posible estimar un potencial gigante de mitigación de la emisión de CO₂ eq. a 38 Tg año⁻¹.

Por ello, a pesar de la capacidad de los sistemas conservacionistas acumulen carbono, aumentos significativos de C en el suelo ocurren en los sistemas de manejo que incluyen leguminosas. Datos de 14 experimentos de largo plazo en clima subtropical en Brasil fueron compilados por Boddey *et al.* (2009), mostrando que las mayores tasas de acumulo de C, fueron obtenidas cuando se utilizaron abonos verde en SD (Figura 1), siendo 60% mayores cuando se considera el perfil 0-100 cm, en comparación a los acumulados obtenidos en el perfil 0-30 cm.

Estudios de largo plazo en ICG han dado informaciones solidas sobre las interacciones que ocurren en los compartimientos del suelo (Sousa *et al.*, 1997; Macedo 2009; Salton 2015). Salton (2015) cita que la materia orgánica (MO) es considerada por muchos investigadores el principal indicador de la calidad del suelo y de su capacidad productiva, porque su dinámica está asociada a los atributos físicos, químicos y biológicos del suelo. Los autores observaron que los contenidos de la MO (perfil 0 a 5 cm), a lo largo de 15 años, demostró el efecto de los sistemas de manejo en relación

al pasto permanente (*Brachiaria decumbens*) utilizado como referencia (Figura 2).

En cuanto a la evolución del almacenamiento de C orgánico en el suelo (perfil 0-20 cm), diferentes sistemas de cultivo fueron adoptados en área mantenida en siembra convencional por 20 años. Los almacenamientos de C en el cultivo de la soja, después de 10 años de siembra convencional que continuaron a disminuir linealmente, al contrario aquella soja mantenida en siembra directa que se estabilizó. Se observó incremento cuando se utilizó el sistema de integración cultivo-ganadero (ICG), con 2 años de soja, alternados con 2 años de pasto (*Brachiaria decumbens*) y cuando fue mantenida con pasto permanente (PP) (*Brachiaria decumbens*). La vegetación natural (VN), constituida de transición forestal Cerrado-Mata Atlántica, fue utilizada como referencia (Figura 3).

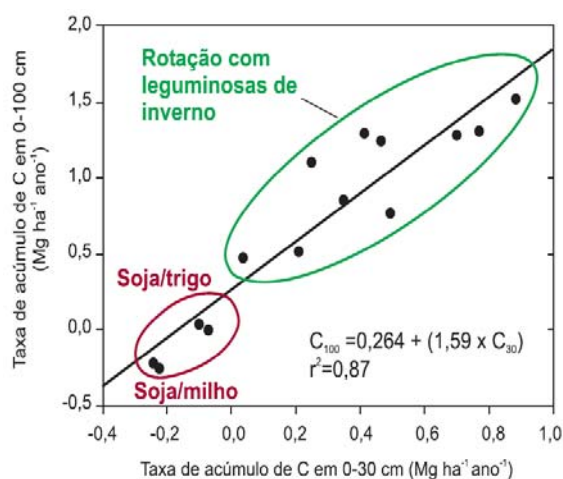


Figura 1. Comparación de tasas de acumulo de C en la profundidad de 0-30 cm y 0-100 cm, incluyendo rotación con leguminosas de invierno en SD.

Fuente: Urquiaga *et al.* (2010).

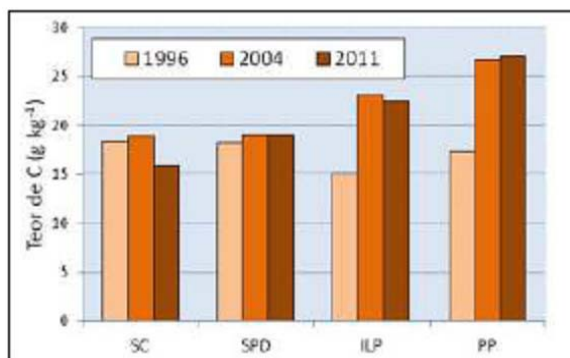


Figura 2. Evolucion del contenido de carbono (0 a 5 cm) de un suelo arcilloso, sometido a sistemas de manejo a lo largo de los años 1996, 2004 e 2011. Fuente: Salton (2015).

Leyenda: sistema convencional (SC), cultura en suelo revuelto; sistema de siembra directa en la paja (SPD); sistema de integración cultivo-ganadero (ILP), dos años de cultivo y dos de pastos; pasto (PP).

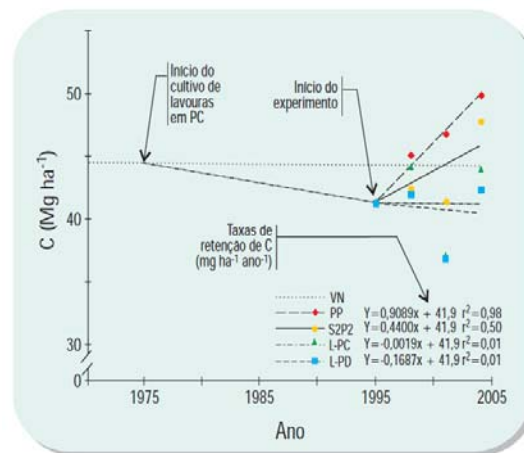


Figura 3. Evolución del almacenado de carbono orgánico (0 a 20 cm) de un suelo arcilloso, sometido a usos y formas de manejo a lo largo del tiempo. Fuente: Salton, 2015.

Leyenda: vegetación natural (VN); cultivo en siembra convencional (L-PC), integración cultivo-ganadero (ILP) y pasto permanente (PP).

Mitigación de emisiones en sistemas de ICGF

La investigación en sistemas ICGF es reciente por lo cual existe menor volumen de informaciones. En este sistema, en que el componente arbóreo participa del sistema integrado, la mitigación es facilitada por el gran acumulo de carbono en los troncos. Al retirar CO₂ de la atmosfera en su crecimiento, los árboles generan un saldo positivo para el sistema productivo, posibilitando la neutralización de los GEI liberados por los demás componentes, particularmente metano entérico emitido por los rumiantes en pastoreo.

En un estudio de caso de un experimento de larga duración (2008-2020) fueron introducidos sistemas de ICGF en 2008, formado con 227 y 357 árboles de eucalipto/ha, en ciclo de 12 años del componente arbóreo, con esquema de rotación de un año con cultivo (soya) seguido de tres años con ganadería (recría de bovinos de carne). A los ocho años de la implantación de los sistemas, en 2016, fue realizado el corte del 50% de los árboles con el objetivo de generar ingresos y promover mayor incidencia de luz entre las hileras de árboles, optimizando el crecimiento de los cultivos y pastos. A los 12 años el restante de las árboles serán cortados para la venta de madera para aserradero (Alves *et al.*, 2015). En el sistema con más árboles, 357 árboles.ha⁻¹, el potencial de neutralización paso, respectivamente, de 12.8 UA.ha⁻¹.año para 17.5 UA.ha⁻¹.año⁻¹ (Ferreira *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*, 2015). En el sistema con 227 árboles/ha Gomes *et al.* (2015) obtuvieron un promedio de emisión de 66 kg CH₄.cab⁻¹.año⁻¹ (hembras Nelore con peso vivo promedio de 471±8kg), con carga animal de 3.3 animales.ha⁻¹ (3.45 UA.ha⁻¹) y Gamarra (2015) obtuve GMD de 0.42 kg (423 kg.UA.ha⁻¹.año⁻¹). Puede constatar que el potencial de mitigación es de 10,8 UA.ha⁻¹.año, pero el sistema utilizo

solamente 3.5 UA.ha⁻¹.año, demostrando que los sistemas integrados de ICGF tienen gran potencial de mitigación de GEI, además, de gran producción de carne.

EFFECTOS SINÉRGICOS DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE ICG E ICGF, UN MOTIVO A MÁS PARA INICIARLOS

Los efectos sinérgicos que se obtienen en los sistemas integrados es incrementar la calidad del suelo. Como el suelo es la base de los sistemas de producción, este es un motivo importante que pesa a favor de la adopción de la ICGF. El incremento de la calidad se observa por la mejora de los atributos físicos y biológicos, de la macrofauna, de la infiltración de agua, de la disminución de la germinación de malezas y de la recuperación de nutrientes, a través del reciclaje promovida por cultivos.

Calidad del suelo

La mejora en la calidad del suelo en relación a las características físicas, químicas y biológicas es alcanzada poco tiempo después de cambiar el manejo del suelo. Con el desarrollo del Sistema São Mateus - SSMateus, Salton *et al.* (2013) observaron que en la siembra convencional, el tamaño y la estabilidad de agregados fueron menores, en el SSMateus fueron superior a la pradera referencia (degradada). Los resultados están en la tabla 2.

Tabla 2- Atributos físicos del suelo en pasto degradado, en cultivo de soya en siembra convencional (SC) y cultivo de soya en integración cultivo-ganadero (SSMateus), perfil 0-10 cm. Rancho São Mateus, 2011, municipio Selvíria/MS.

Sistema	Tamaño promedio de agregados estables (mm)		Estabilidad de los agregados (%)
	a seco	en água	
Soya - sistema SC	3.86 ± 0.11*	2.57 ± 0.06	66.7 ± 3.34
Soya - SSMateus	4.17 ± 0.01	3.99 ± 0.06	95.7 ± 1.21
Pradera degradada	3.52 ± 0.13	3.40 ± 0.13	96.4 ± 0.30

* Error padron del promedio. Fuente: Salton *et al.* (2013).

En las mismas condiciones las características microbiológicas, masa microbiana (hongos, bacterias y arqueas) que contribuyen para la calidad del suelo, en el SSMateus también se mostró eficiente, se destaca la gran cantidad de carbono presente en la masa microbiana en el SSMateus (tabla 3).

Tabla 3- Atributos biológicos del suelo en pradera degradada, cultivo de soya en siembra convencional (SC) y cultivo de soya en integración cultivo-ganadero (SSMateus). Rancho São Mateus, 2012, municipio Selvíria/MS.

Sistema	Carbono en la biomasa microbiana del suelo	Actividad microbiana C-CO ₂	Cociente metabólico q C-CO ₂
$\mu\text{ C g}^{-1}$ de suelo seco			
Soya - SC	533.8	3.84	3.02
Soya – SSMateus	704.6	8.46	4.98
Pradera degradada	352.3	9.86	7.76

Fuente: Salton *et al.* (2013).

La macrofauna del suelo es también afectada positivamente en sistemas de ICG. Portilho *et al.* (2011) citan que el manejo con rotación de cultivos, como los sistemas de ICG y SD, interfieren de forma positiva en los parámetros ecológicos, en la riqueza y en la diversidad de la comunidad de invertebrados de la fauna del suelo, así como, en la estabilidad de agregados y en la fertilidad, destacándose los sistema de ICG. En la tabla 4, se encuentra la compilación de las evaluaciones de la densidad y parámetros ecológicos de macrofauna de un suelo muy arcilloso, evaluados por estos investigadores.

Tabla 4. Densidad de individuos y parámetros ecológicos (riqueza, índice de Shannon-Wiener) de la comunidad de fauna invertebrada del suelo, en sistemas de integración cultivo-ganadero (ICG), sistemas de siembra directa (SD), sistema convencional (SC), pradera degradada permanente (PP), Cerrado (CE) y Bosque de hoja semicaduca (BS).

Sistemas	Densidad ^(1,2)	Parâmetros ecológicos ⁽¹⁾	
		Riqueza	Índice Shannon-Wiener
ICG 1	149 b	6.4 ab	2.0 c
ICG 2	121 b	5.6 b	2.0 c
SPD 1	144 b	6.0 b	1.8 de
SDP 2	76 b	5.0 bc	1.7 ef
SPD3	316 a	6.2 b	1.9 cd
SC	39 c	3.2 c	1.4 g
PP	187 ab	5.6 b	1.6 f
CE	164 ab	7.2 ab	2.2 b
BS	189 ab	8.4 a	2.4 a

⁽¹⁾Promedios seguidos por letras iguales no difieren entre si por el test de Duncan, a 1%. Valores promedios de cinco repeticiones. ⁽²⁾Valores transformados en $(x + 0.5)^{0.5}$. Fuente: adaptado de Portilho et al. (2011).

Leyenda: **ICG: 1** verano (soya)/invierno (avena negra) 3 años+pasto *B. decumbens* 2 años; **2** pasto *B. decumbens* 2 años+ verano (soya)/invierno (avena negra) 3 años
SPD (SD): cultivos en siembra directa por 5 años seguidos, verano (alternancia soya/maíz), invierno (alternancia trigo/nabo forrajero/avena negra)
SC (SC): cultivos en siembra convencional por 5 años, verano (soya)/invierno (avena preta)
PP: pradera permanente de *B. decumbens*; **CE:** Cerrado; **BS:** Bosque hoja semicaduca

Reciclaje de nutrientes

Los animales consumen el forraje y en las excreciones regresan cantidades considerables de nutrientes al pasto, los principales son nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. La cantidad de nutrientes que regresan por las heces u orina de los rumiantes en pastoreo puede variar en función de la calidad y cantidad de forraje consumida y también en función de la categoría y especialización productiva (Cavalcante, 2001; Viana *et al.*, 2007), siendo pequeña la cantidad retirada en productos animales (carne, leche, lana, fuerza de trabajo, etc.) regresando de 60 a 99% de los nutrientes ingeridos al pasto en forma de excremento, pero es mayor en animales en crecimiento, independiente de la especialización productiva, siendo mayor en bovino lecheros que en bovinos de carne (Calvacante, 2001).

La cantidad de nutrientes a ser liberada de los residuos después del ciclo de pastoreo es determinada por la cantidad restante del pasto y del estercero, y también el contenido de nutrientes en ellos contenidos (Anghinoni *et al.*, 2011). La evaluación realizada por Assmann (2011) en investigación de integración soya-bovinos de carne estima que la liberación de P y K para el cultivo de la soya depende del manejo de los animales. En mayor intensidad del pastoreo mayores son las cantidades de estercero, en cuanto el residuo de pasto disminuye, todavía, los dos disminuyen con la intensidad del pastoreo. En la tabla 5 se muestran las cantidades de nutrientes en los residuos. Las cantidades de P fueron pequeñas, la liberación en conjunto en relación a las necesidades del cultivo de la soya, que es de 50 kg.ha⁻¹ (para una productividad de 3.000 kg.ha⁻¹), ha variado desde 7 a 14 kg.ha⁻¹, pero fue considerada importante en las fases iniciales de desarrollo del cultivo. Para las cantidades de K en los pastoreos intermediarios, que ha variado desde 35 a 78 kg.ha⁻¹, se obtuvo 70 kg.ha⁻¹ (30 cm) y 45 kg.ha⁻¹ (20 cm) reciclado, cantidades expresivas para la soya que necesita 75 kg.ha⁻¹ para la misma productividad citada. Esto corrobora la observación de Almeida *et al.* (2015), que afirman que para mantener la productividad en sistemas integrados, es necesario mantener la reposición de nutrientes. En pastos en sucesión a los cultivos anuales, la falta de fertilización de manutención lleva a la baja acentuada de producción animal en pastos tropicales, ya a partir del segundo año, como puede ser observado en la tabla 6.

Tabla 5- Cantidad de nutrientes en los residuos de pasto y del estierco en sistema de integración soya-bovinos de carne, bajo intensidades de pastoreo en siembra directa.

Altura de manejo del pasto	Residuo del pasto			Residuo del estierco		
	MS	P	K	MS	P	K
cm	t/ha	----kg/ha----		t/ha	----kg/ha----	
10	1.33	4	16	1.34	9	33
20	3.24	6	39	0.90	5	21
30	4.64	10	63	0.69	4	20
40	6.24	15	86	0.57	3	17
SP	6.14	18	85	0.00	0	0

Fuente: adaptado de Assmann (2011).

Tabla 6- Productividad animal en pastos formados en sucesion a cultivos anuales, en Brasília/DF e en Campo Grande/MS, en la integración cultivo-ganadero.

Año después del cultivo	<i>P. máximo</i> cv Vencedor ¹	<i>B. brizanta</i> cv Insurgente ²	<i>P. maximum</i> cv Mombaça ²
1°	39.1	28.1	27.9
2°	12.1	17.4	15.9
3°	11.7	---	14.1

¹después de ocho años de cultivo de soya y maíz (Vilela *et al.*, datos no publicados).

² Un ciclo de soya/maíz, siendo la forrajera establecida en consorcio con maíz.

Fuente: Almeida *et al.* (2015), basado en Vilela *et al.* (datos no publicados) y Macedo (2001).

Las cultivares de *P. maximum* por ser más exigentes, presentan una baja más expresiva en la productividad, en relación al pasto insurgente.

Almacenamiento y infiltración de agua en el suelo y disminución de la erosión en sistemas de ICG

La erosión es menor cuando el manejo es conducido bajo SD (Silva; De Maria, 2011) y por consecuencia en sistemas de ICG que incorporan la SD como práctica conservacionista. Esto es una de las primeras motivaciones para la adopción del sistema, la menor pérdida del suelo, agua y nutrientes por erosión en relación a los sistemas convencionales que revuelven los suelos. Schick *et al.* (2000) disminuyeron las pérdidas del suelo en SD en 68 y 52% en relación a dos sistemas convencionales de siembra (arado+dos usos de rastras o escarificación+un uso de rastra). La SD controla pérdidas por erosión debido a la paja, que amortigua el impacto de las gotas de lluvia, mantiene la capilaridad del suelo, aumenta la infiltración del agua de lluvia, la disminución de deslave, la pérdida de nutrientes y lo contenido de carbono orgánico (Cogo *et al.*, 1984; Bertol *et al.*, 2004, Denardin *et al.*, 2008). Esta tal reducción de la erosión con el uso de la SD, por ello, transmite la percepción de que esta práctica conservacionista es suficiente por si sola para controlar integralmente la erosión hídrica, llevando a los a eliminar erróneamente de curvas de nivel y otras

prácticas conservacionistas como la siembra en contorno, lo que no es suficiente para contener el potencial erosivo de las lluvias intensas que ocurren (Denardin *et al.*, 2008). La influencia de cinco sistemas (MC- monocultivo, SD- con rotación de cultivos, verano soya o maíz y en otoño/invierno trigo y avena para producción de granos o nabo y avena para producción de paja, ICG- soya/avena y pasto *B. decumbens*, ICGa- dos años de cultivo, ICGb- dos años de pasto, PP- pradera permanente *B. decumbens*) de manejo en la infiltración de agua en el suelo fue estudiado por Tenfen (2014), teniendo efecto directo sobre el desencadenamiento de los procesos erosivos, además de, auxiliar en la toma de decisiones de manejo y conservación del suelo y de agua. Las tasas de infiltración variaron de 216.5 mm.ha⁻¹ en MC para 207.3 mm.ha⁻¹ en SD. Las áreas con menores valores de infiltración fueron las que recibieron pastoreo animal en ICGa, donde se obtuvo 131.5 mm.ha⁻¹, en ICGb fue de 87.9 mm.ha⁻¹, seguido por PP con 70 mm.ha⁻¹. En sistemas bajo pastoreo (ICGb y PP), en función del pisoteo, hubo una reducción de la calidad del suelo medida por medio de los atributos físicos, comprometiendo en la infiltración de agua en el suelo, ahora las curvas de retención (relación en que el contenido de agua está retenido en el suelo) se mostraron con mayor volumen de agua en el suelo de los sistemas ICG, seguido de SD y MC, en las profundidades 0-0.05 m y 0.05-0.15 m. Esto demuestra que a pesar de las alteraciones en los atributos físicos de los periss superficiales del suelo, el sistema como un todo se beneficia de la implantación de sistemas integrados.

Ocurrencia de plagas en sistemas de ICG

La elevada cantidad de pesticidas y otros insumos químicos utilizados en la agropecuaria brasileña está asociada a la condición tropical y a los sistemas intensivos de producción, generalmente en monocultivo, que resulta en la selección de plagas, enfermedades y malezas más adaptadas a tales sistemas de producción.

Dentro de esas plagas se encuentran los nematodos, representados por varios géneros que incluyen algunas decenas de especies considerados parásitos importantes de plantas cultivadas en todo el mundo resultando plagas peligrosas.

La utilización de sistemas de cultivo integrados aumenta la complejidad asemejándose más al ambiente natural, con mayor diversidad y menor selección de especies de nematodos dañosas a las plantas cultivadas; así, el uso de sistemas diversificados favorece el equilibrio de las poblaciones de nematodos. Sereia *et al.* (2007) estudiando la influencia de diferentes sistemas de producción agrícola implantado a 8 años (SC- sistema convencional con monocultivo de soya; SD- sistema de siembra directa con rotación de cultivos; ICG- sistema integrado cultivo-ganadero; PP- pradera permanente) sobre la población de *R. reniformis*. El promedio de abundancia fue mayor en el SC con 3.424 nematodos por 300 cm³ del suelo, en relación a los sistemas no se detectó nematodos o los valores

fueron bajos, con máximo de 24 nematodos por 300 cm³ del suelo, respectivamente en SD e ICG. Los resultados sugieren que sistemas más diversificados de producción agrícola pueden limitar el crecimiento poblacional de *R. reniformis*.

En relación a las malezas, áreas con largo periodo de descanso tienden a presentar composición más diversa de esas invasoras, reduciendo mucho la ocurrencia de especies problemáticas, además de eso, la ICG también contribuye para la misma variabilidad en términos de especies presentes y en la ecualización del banco de semillas del suelo (Figura 4) (Salton *et al.*, 2015). Malezas de gramíneas predominan en áreas de sistema convencional, en cuanto especies dicotiledóneas son más importante en SD, siendo que la presencia de pasto y de los animales en la aérea, parece afectar el potencial o la tasa de germinación de las semillas de malezas del banco de semillas del suelo.

Sistemas de manejo (SC, SD, ICG, PP) fueron estudiados por Concenço *et al.* (2011) y muestran que en general, áreas donde hay ganado continuamente o periódicamente, tienen menor cantidad de malezas o hierbas en comparación a los sistemas compuestos apenas por cultivos de granos. La presencia de animales ha retrasado la emergencia de las malezas en ICG, ahora los sistemas agrícolas, independientemente del cultivo utilizado, presentaran alta similitud en términos de composición de hierbas a lo largo del perfil del suelo, con mayor número de malezas cuando no hubo pastoreo (figura 4).

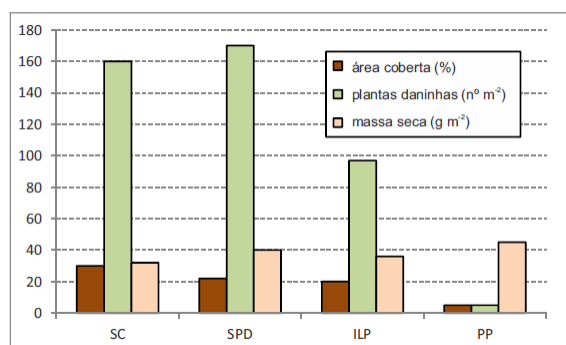


Figura 4. Área cubierta (%), número de individuos (n°.m⁻²) y masa seca (g.m⁻²) de malezas encontradas en áreas sometidas a sistemas de manejo durante 16 años, municipio Dourados, MS.

Fuente: Salton (2015) adaptado de Concenço *et al.* (2011).

IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS INTEGRADOS

Sistemas de ICG e ICGF en Brasil frecuentemente son implantados en áreas de praderas degradadas, utilizándose de la agricultura para la recuperación de la productividad. Sistema de IGF son introducidos generalmente en áreas marginales para la agricultura, con pendientes y suelos arenosos. La tecnología de recuperar pastos con la implantación de cultivos puede ser más arriesgada, dado que los cultivos agrícolas en suelos no acondicionados tienen frecuentemente bajas producciones, que llevan a cosecha de perjuicio económico.

Producción de forraje y producción animal en Sistema São Mateus, una manera de empezar

La recuperación de praderas, con la utilización para la producción animal y posterior formación de paja para la siembra en SD, lo sistema São Mateus, es una práctica indicada. En este sistema ocurre el acondicionamiento químico, físico y biológico del suelo, con elevada productividad animal (Salton *et al.*, 2013), además de la dilución de los costos de implantación del sistema de ICG, porque parte de la inversión es amortizado con la producción animal.

Producción y valor nutritivo del forraje en sistemas ICG y ICGF, acertando la especie forrajera

En el establecimiento de los consorcios se debe atender de forma cierta que especie forrajera a utilizar así como la calidad de la semilla, densidad de siembra, época de siembra y el método de siembra (Almeida *et al.*, 2009). En condiciones climáticas favorables generalmente los cultivos anuales mantienen la productividad cuando consorciados con pastos, ahora cultivares de porte elevado como las de *P. maximum* ejercen mayor competencia con el cultivo del maíz y del sorgo, de que cultivares de porte más bajo con las de *B. Brizantha* (Broch *et al.*, 2007). En condiciones de restricción hídrica las cultivares forrajeras pasan a competir en los consorcios perjudicando la productividad de granos (Resende *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2009a; Villafuerte, 2016), pero debe considerarse que en las situaciones de adversidades climáticas más graves, los consorcios se constituyen en un excelente seguro en la producción animal, porque mismo con la frustración de la cosecha de granos se produce forraje para la producción animal, por la conservación en heno o ensilaje. Lo que compensa, por lo menos en parte, los ingresos en lo rancho. En consorcio de pastos y maíz de segunda siembra (en la misma temporada), cuando se perdió el cultivo del maíz (precipitación de 18 mm de 13/2 a 9/3), la productividad de las gramíneas se ha mantenido relativamente alta en el periodo seco, con acumulo 3.3 hasta 4.6, 3.8 ton MS.ha⁻¹ (Costa *et al.*, 2009). En consorcio de maíz y gandul (*Cajanus cajan*) (Villafuerte, 2016) obtuvo producción de ensilados de maíz y maíz consorciado con gandul de 44 y 40 ton/ha de materia natural (14.470 y 13.200 kg MS.ha⁻¹). En los veinte primeros días después de la siembra, hubo estiaje de 25 días (precipitación de solamente 23), que hicieron que el gandul compitiera con el maíz en la fase de establecimiento.

En sistemas de ICGF para escoger que cultivares deben componer los sistemas, se debe considerar la tolerancia a la sombra, siendo la competencia de luz preponderante en este proceso. En relación a las variables afectadas por la sombra se destacan la productividad y el valor nutritivo.

La productividad de forraje es afectada por la menor luminosidad incidente, mismo en cultivares forrajeras de tolerancia media a sombra, la intensidad y el nivel de competencia entre los componentes son determinados por el clima, manejo, tipo de suelo y especies involucradas en el sistema (Paciullo *et al.*, 2011). Según Almeida *et al.* (2013) las gramíneas forrajeras son más sensibles al

sombreamiento en la fase de establecimiento de que en la fase productiva, siendo que, para niveles de sombra de 30 hasta 50%, *B. brizantha* (cultivares Insurgente MG5 y Piatã), *B. decumbens* (señal) y *P. maximum* (cultivares Aruana, Mombaça, Tanzania y Massai) son consideradas tolerantes y con producción satisfactoria en sistemas de ICGF.

El valor nutritivo no aumenta en ambiente parcialmente sombreados. En consorcio de ICG, pastos y maíz (cultivar BRS 2020), Costa *et al.* (2009b), Neves *et al.*, (2015) obtuvieron mayor contenido de proteína bruta para hojas de los pastos massai, insurgente, ruzizienzes, piatã y *decumbens*, ahora cuando son considerados los demás parámetros nutritivos, DIVMO, FDN, FDA y Celulosa, estos fueron menores para los pastos señal y ruzizienzes, siendo intermediario para piatã, los demás pastos tuvieron valores aceptables. Paciullo *et al.* (2007) observaron aumento en el contenido de PB, FDN y DIVMS en las láminas foliares de *B. decumbens* mantenida bajo la copa de los árboles.

Son recomendadas para ICG los pastos *B. ruzizienzis* y *B. decumbens*, *B. brizantha* (Insurgente, MG5 y Piatã), *P. maximum* (Massai, Mombaça) (Costa *et al.*, 2009a, 2009b; Kichel *et al.*, 2009a, 2009b). Se notifica que los pastos *decumbens* y *ruzizienzis* no son tolerantes a los salivazos típicas del pasto. Teniendo su uso restringido en locales de ocurrencia de las plagas, el pasto mombaça debe ser manejado con dosis de herbicida cuando es consorciado con cultivos. El tanzania fue utilizado mucho tiempo, pero debido a la susceptibilidad al hongo *Bipolares maydis* (helmitosporiose) (Martinez *et al.*, 2010) y se ha limitado su uso.

En condiciones de sombra moderado en ICGF, Almeida *et al.* (2015) y Paciullo *et al.*, (2015) recomiendan, entre otros pastos, *B. ruzizienzis* y *B. decumbens*, *B. Humidicola*, *B. brizantha* (Insurgente, MG5 y Piatã), *P. maximum* (Tanzania, Massai y Vencedor).

Producción animal en sistemas, compilación de los resultados de un prototipo

En la recuperación de pastos con ICG la utilización del forraje generalmente ocurre en el periodo seco para las condiciones de Brasil Central, en sucesión a la cosecha del cultivo anual (soya) o en consorcio de segunda siembra (sorgo o maíz). En esta época se verifica pérdida de peso o ganancias próximos a 200 g.animal⁻¹.dia⁻¹ para bovinos carne mantenidos a pasto, suplementados solamente con mezcla mineral. En pastos recuperados con ICG, las ganancias de animales recriados han sido por lo menos dos veces mayores (Almeida *et al.*, 2015). La amplitud de ganancia de peso vivo en pasto en el primer año formado en ICG ha variado de 600 kg pv/ha/año a 1.200 kg pv/ha/año y de 270 kg pv/ha/año a 450 kg PV/ha/año, respectivamente, debido a la variación en las condiciones edafoclimaticas y del manejo en los diferentes locales donde fueron implantados los sistemas (Martha Junior *et al.*, 2007). Un prototipo de ICG fue implantado en pasto de *B. decumbens*, con una producción anterior promedio 120 kg pv/ha/año, en la recría de bovinos. El área fue dividida en cuatro módulos de 2 ha, con plaza

central de alimentación. En el sistema de sucesión/rotación de cultivos, dos módulos permanecían 14 meses con pasto, siendo 2 años consecutivos de pasto *piatã* y 2 con pasto *mombaça*. Después de este periodo, un módulo era sucedido con cultivo de soya en la primera siembra (5 meses) y después pasto en la segunda siembra (7 meses). El otro con cultivo de soya en la primera siembra (5 meses) y después maíz segunda siembra, en consorcio con pasto (7 meses). Siendo así en la primavera-verano el cultivo ha ocupado 50% del área (cosecha de soya) y 50% con pasto; en otoño el área de cultivo fue reducido para 25% (segunda siembra de maíz consorciado con pastos) y los demás 25% fueron sembrados con pasto; en periodo seco (invierno) 100% del área permaneció con pasto (Kichel *et al.*, 2011). Los pastos reformados en ICG fueron utilizados para recría y engorda, con pesos iniciales de los novillos variando de 170 a 200 kg, que después de un año de pastoreo, salieron del área con 370 a 400 kg de peso vivo promedio. La ganancia diaria promedio fue de 548 g/animal, con una carga animal en promedio durante los cuatros años de 3.3 UA.ha⁻¹.año⁻¹, la carga animal más alta fue en el último año con 5.4 UA.ha⁻¹ de carga instantánea; la ganancia diaria promedio más alto fue de 680 g/animal, con el pasto *piatã*. La producción de soya fueron satisfactorias con 58 bultos ha⁻¹.año⁻¹, en cuanto al maíz cultivado en la segunda siembra presento producciones reducidas de 37.7 bultos ha⁻¹.año⁻¹ (Kichel *et al.*, 2011), teniendo en vista que la región es considerada área marginal para ese cultivo, principalmente se hay un pequeño atraso en la segunda siembra.

Resultados económicos en sistemas integrados de producción

Con el crecimiento poblacional y el consecuente aumento en la demanda por alimentos, se intensifica la necesidad de producir más alimento y energía en la misma tierra de cultivo. La integración cultivo-ganadero, resulta en un aumento de la complejidad en que la evaluación económica y en condiciones de riesgo se transforma un requisito fundamental para auxiliar en la utilización y gestión de sistemas agrosilvopastoriles (Silva *et al.*, 2012). Los autores utilizaron un modelo elaborado que considero una propiedad con 500 hectáreas, siendo 385 hectáreas utilizados con soya y bovino carne y 115 hectáreas para el cultivo del eucalipto. Fueron levantados los costos de producción y elaborado un flujo de caja único para las tres actividades, con base en el método de Monte Carlo, en que las decisiones tomadas presentan más del 50% de probabilidad de estar correctas, si comparadas con aquellas tomadas con métodos tradicionales de evaluación económico. Las entradas (*inputs*) que más contribuyeron para la variabilidad e inestabilidad de las salidas (*outputs*) del proyecto propuesto, fueron la productividad del eucalipto, el precio del bovino carne gordo, la carga animal en las lluvias y el precio de la adquisición de los animales. Los resultados indican que hay un alto riesgo en la implantación del proyecto con probabilidad de apenas 8.8% que el valor presente liquido (VPL) determina la viabilidad económica de un proyecto por la diferencia positiva entre los ingresos y los costos actualizados a una

tasa de descuento, cuanto mayor es el valor, más atractivo es el proyecto y cuando es negativo, el proyecto será inviable económicamente. La tasa interna de retorno (TIR) de las inversiones tiene 63,1% de probabilidad de quedar encima de la tasa de cada meta de ahorro (6% al año) y bajo de la tasa interna del retorno (TIR a 19.9%) esperada para el proyecto (Silva *et al.*, 2012).

Para la evaluación económica de un prototipo de ICG Kichel *et al.* (2011) consideraron los costos de producción y el ingreso bruto del sistema, siendo utilizados los valores del mercado en los años 2009 y 2010 (tabla 7). Para cada R\$ 1,00 de ingreso líquido obtenido con el cultivo de la soya y el bovino de carne proporciono R\$ 1,71 en la recría y engorda de bovinos. Los animales fueron destinados para sacrificio con dos años de edad, con 60 días de estabulación, siendo que en sistemas extensivos ellos son sacrificados entre 3.5 y 4 años de edad (Kichel *et al.*, 2011).

Costa *et al.* (2012) evaluaron tres sistemas integrados de producción, siendo el sistema de ICG basado en pasto de *Brachiaria sp.*, recuperada con cultivo de soya en el verano y siembra de pasto piatã para la producción animal en la segunda siembra; sistema ICGF1 equivalente a ICG, con implantación de mudas de eucalipto en hileras simples, con espaciamiento de 22 metros entre hileras y dos metros entre plantas, totalizando 227 árboles/ha; sistema ICGF2 equivalente a ICFF1, excepto por el espaciamiento entre líneas de eucalipto, en este caso de 14 metros, totalizando 357 árboles/ha. En la evaluación económica se usaron los principios del análisis de inversión, dado que los sistemas incluyen costos de implantación y se desenvuelven en un horizonte de largo plazo (12 años). Fue elaborado flujo de caja, considerándose el VPL y la razón beneficio/costo (B/C). El sistema de ICG tuvo costos 19 y 27% menores en relación ICGF1 e ICGF2, exigiendo menos capital inicial, además de mostrar resultado líquido positivo ya en el primer año. El VPL fue mayor para la ICGF2 de que para la ICGF1.

Tabla 7- Resultados obtenidos en un sistema de ICG en comparación al pasto de referencia (*B. decumbens* degradado). Campo Grande/MS.

Actividad	Productividad (ha/año)	Costo (R\$/ha/año)	Ingreso bruto (R\$/ha/año)	Ingreso líquido (R\$/ha/año)
Soya	58 bultos	1.200,00	2.030,00	830,00
Maiz segunda siembra	37.7 bultos	570,00	592,00	22,00
Pasto con ICG	31.4 @	1.361,00	2.826,00	1.465,00
Padera degradada	4 @	280,00	360,00	80,00

Adaptado de Kichel *et al.* (2011).

El análisis de sensibilidad mostró que los sistemas que involucran el componente arbóreo son menos sensibles a bajas de producción de carne, de soya o mismo la madera, manteniendo valores positivos de VPL y, frecuentemente, superiores a los obtenidos en ICG. La integración cultivo-ganadero-forestal, exige mayor inversión para implantación, lo que puede ser una barrera a la adopción de esos sistemas, pero el perfil largo de plazo de esos sistemas, que incluye significativos ingresos generados

por el eucalipto, resulta un alto retorno para el capital invertido.

SILAJE MAIZ Y GUANDUL EN LA TERMINACION DE CORDEROS, UN EJEMPLO DE UTILIZACIÓN BUSCANDO AUMENTO DE LA SUSTENTABILIDAD

Aumento en la sustentabilidad de sistemas integrados es alcanzado con la incorporación de leguminosas al sistema (Boddey *et al.*, 2009), la utilización de leguminosas arbustivas como el guandul, tanto para la producción del ensilaje en el consorcio con cultivos anuales como maíz o sorgo, como en la asociación con gramíneas para pastoreo directo, son una opción que visa mejorar el contenido proteico de la dieta de los animales. La utilización de esta asociación ha sido estudiada, tanto en la respuesta animal como en la viabilidad económica, con propósito de reducir los costos de producción (Villafuerte, 2016).

En el estudio Villafuerte (2016) finalizó corderos en estabulación, utilizando el ensilaje de maíz y maíz+guandul cultivar Mandarin y en semiestabulación con pasto piatã consorciado con guandul cultivar Mandarin, sembrado en sistema ICG y con pasto piatã diferido, siendo utilizado un concentrado energético-proteico equivalente al 2% del peso vivo. Los ensilajes producidos tuvieron fermentación normal, mismo el ensilaje maíz+guandul, cuando utilizado guandul en 20% del ensilado, teniendo efecto positivo en el contenido de la proteína bruta para el ensilado (9.1 versus 8.0% en el ensilaje maíz puro), por ello ambos a bajos del contenido reportado por Quintino *et al.* (2013) con el 13%, esto debido a la baja respuesta a la fertilización nitrogenada aplicada al maíz causado por la falta de lluvias. Las productividades de 44 ton/ha para maíz y 40 ton/ha para maíz+guandul fueron buenas. La mayor ganancia de peso total promedio, 11.9 kg pv y ganancia diaria de peso en promedio de 0.17 kg fueron obtenidos en los sistemas estabulados basados en ensilaje de maíz, maíz+guandul y ICG en relación al pasto diferido.

El sistema ICG de producción del ensilaje y rebrote del pasto consorciado piatã+guandul para su uso en pastoreo, ha demostrado ser operacional y económicamente viable, siendo alternativa en la finalización para corderos en las condiciones edafoclimáticas de la región Central de Brasil.

AMBIENTE Y CONFORT EN LA PRODUCCION ANIMAL, UNA EXIGENCIA DEL MERCADO QUE DEBE AUMENTAR

Además de la producción sustentable, hay un progresivo interés en la adquisición de productos de origen animal producidos en ambientes que proporcionen bienestar animal. Según Porfirio-da-Silva (2009) sistemas silvopastoriles son de gran aplicación debido a las

dimensiones ocupadas por pastos y las posibilidades en término de servicio de protección de los rebaños y de los pastos, frente a extremos climáticos.

En las condiciones del noroeste paranaense (microregión del Paraná, estado brasileño) fueron registrados, en la posición debajo de las copas de las hileras arbóreas en noche de invierno, temperaturas en el aire de hasta 2°C más elevadas, así como hasta en 8°C de diferencia en la temperatura del aire entre las posiciones sombreadas y en soladas, respectivamente, lo que indica que los árboles aumentan el confort térmico para el rebaño (Porfirio-da-Silva *et al.*, 1998).

Los bovinos alteran el comportamiento bajo estrés de calor, cambian la posición para aprovechar la disipación del calor por el viento, quedan más quietos y con movilización reducida, con el objetivo de disminuir el calor generado por los movimientos. También modifican el patrón de ingestión de alimentos incluyendo reducción en el tiempo de ingesta y tiempo dedicado a la rumia que afectan la productividad del animal. Pasan las horas más calorosas del día descansando y rumiando y por vuelta del medio día la mayoría de las actividades es interrumpida, alteran el pastoreo para el periodo nocturno. En lo trópicos y subtropicos, en pastos con pocas o ausencia total de árboles, los bovinos, principalmente los de origen europeos y sus mestizos sufren en las horas más calientes del día, disminuyendo el tiempo de pastoreo diurno, una respuesta característica del estrés calórico (Franke; Furtado, 2001). El pastoreo nocturno puede representar hasta 60% del tiempo total dedicado a la alimentación (Ferreira, 2005). Según el mismo autor, los sistemas silvopastoriles son una forma de proveer confort térmico a los animales debido a la sombra natural proporcionada por los árboles lo que promueve reducción en la frecuencia respiratoria y aumento en la producción de la leche.

Estudios evaluando las ganancias de peso de novillas lecheras mestizas en sistema silvopastoril comparados a los obtenidos en pasto de *brachiaria* fueron conducidos por Paciullo *et al.* (2009). Las mayores ganancias fueron observados en el sistema silvopastoril, probablemente debido a diferencias nutricionales del forraje a favor del pasto arborizado y el confort térmico. En condiciones de sombra, fue observado en la tarde, se atenúa la temperatura del aire (1°C) y de la carga térmica radiante en relación al sol pleno, evidenciando que promoviendo sombra en el pasto es un método eficiente para reducir la radiación incidente sobre el animal, mejorando su confort térmico.

CONSIDERACIONES FINALES

El aumento de la sustentabilidad de sistemas integrados cuando comparado a los sistemas convencionales de producción es evidente por el aumento de la productividad y del ingreso, y por la adopción de los sistemas de integración en inúmeros ranchos esparcidos en las regiones brasileñas. El acumulo de carbono en los sistemas integrados, que por último representan la mitigación de GEIs

producidos en la actividad agropecuaria de la propia unidad de producción y mismo por emisiones atmosféricas decurrentes de otros sectores productivos también corroboran la necesidad de una mayor sustentabilidad motivando a ello el uso de sistemas integrados de producción agropecuaria.

La agricultura conservacionista como la siembra directa, la rotación y la sucesión con leguminosas, fueron incorporadas a los sistemas integrados de producción, dando una importante contribución en la conservación del suelo y del agua, lo que también aumenta la sustentabilidad al apoyar en el desarrollo de la agricultura tropical brasileña. Con todo eso, los sistemas integrados de ICGF, aumentan la productividad donde antes se encontraban praderas degradadas, propician la producción de componentes maderables y no maderables en suelos muy arenosos o con pendiente, donde se verificaba baja producción animal, aumentarían el ingreso del productor rural por la diversificación de productos y/o sub-productos (carne, leche, lana, fibras, madera, energía, etc.) o por economía en la compra de insumos.

Otras consecuencias positivas aun decurrentes de la adopción de estos sistemas de producción a través de un serie de efectos deseables ya observados, como el sacrificio de animales jóvenes, que disminuyen la gran cantidad de emisiones entéricas, el efecto “ahorra-tierra”, que posibilita doblar la productividad haciendo “dos ranchos en uno”, la valorización de las unidades de producción que aumenta el patrimonio de los productores, la seguridad productiva en relación a las adversidades climáticas, la posibilidad de atender a un mercado de servicios ambientales y la eliminación de la deforestación para aumentar la producción agropecuaria.

Todas estas ventajas decurrente directamente o indirectamente de la implantación de los sistemas integrados y componen los motivos, más que justificados, de la adopción del estos sistemas de producción, principalmente en condiciones de producción agropecuaria en clima tropical y subtropical, garantizando la producción para un mundo que aumenta continuamente la demanda por alimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, R.G., Costa, J. A. A., Kichel, A.N., Zimmer, A.H. 2009. **Taxas e métodos de semeadura para *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em safrinha**. Comunicado Técnico Embrapa Gado de Corte No. 113: 12.

Almeida, R.G., Macedo, M.C.M., Zimmer, A.H., Kichel, A.N., Araújo, A.R. 2015. Simpósio sobre manejo da pastagem, 27. **Anais...** Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Almeida2/publication/308929330_Sistemas_mistos_como_alternativa_para_a_intensificacao_da_producao_animal_em_pastagens_integracao_la_voura-pecuaria_e_lavoura-pecuaria-floresta/links/57f8027908ae886b898364ad/Sistemas-mistos-

como-alternativa-para-a-intensificacao-da-producao-animal-em-pastagens-integracao-lavoura-pecuaria-e-lavoura-pecuaria-floresta.pdf. Acesso em: 28.jun.2017.

Almeida, R.G., Medeiros, S.R. 2015. Emissão de gases de efeito estufa em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. In: **Alves, F.V.; Laura, V.A.; Almeida, R.G. (eds.)** Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável. Brasília: Embrapa, pp208.

Alves, F.V., Almeida, R.G., Laura, V.A. 2015. Carne Carbono Neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. In: **Alves, F.V.; Almeida, R.G.; Laura, V.A. (eds.)**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, Documentos Embrapa Gado de Corte No. 210). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158193/1/Carne-carbono-neutro.pdf>. Acesso em: 13.jun.2017.

Anghinoni, I., Assmann, J.M., Martins, A.P., Costa, S.E., Carvalho, P.C.F. 2011. Ciclagem de nutrientes em integração lavoura-pecuária. In III Encontro de Integração Lavoura-Pecuária no Sul do Brasil, **Revista Synergismus Scientifica UTFPR** Pato Branco: UTFPR, v. 6, n. 2, p. 8.

Anghinoni, I., Moraes, A., Carvalho, P.C.F.; *et al.* 2012. Benefícios da integração lavoura-pecuária sobre a fertilidade do solo em sistema plantio direto. In: Fonseca, A., F.; Caires, E., F.; Barth, G. **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. Ponta Grossa, PR: AEACG/Inpag.

Araújo Filho, J.A., Crispim, S.M.A. 2002. Pastoreio combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no Nordeste do Brasil. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 2002, Concordia: SC. **Anais...** Corumbá, MS: Embrapa pantanal. p.1-7. Disponível em: http://www.caprilvirtual.com.br/Artigos/pastoreio_combinado_ov_cap_bov.pdf. Acesso em: 29.jun.2017.

Balbino, L. C., Barcellos, A. O., Stone, L. F. (eds.). 2011a. **Marco referencial: integração lavoura pecuária floresta**. Brasília, DF: Embrapa. 132p.

Balbino, L. C., Porfirio-da-Silva, V., Kichel, A.N. *et al.* 2011b. Manual orientador para implantação de unidades de referência tecnológica de integração lavoura-pecuária-floresta .– URT iLPF. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados. 48 p.

Barioni, L. G., Lima, M. A., Zen, S. *et al.* 2007. A baseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, **Proceedings...** Christchurch, New Zealand p. xxxii-xxxiii.

Bastos, D.F. 2014. Emissão de gases de efeito estufa em solo sob integração lavoura-pecuária com ovinos no Sul do Brasil. Porto Alegre: UFRGS. (Dissertação de mestrado). 68 p. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/106448/000943375.pdf?sequence=1>.

Acesso em: 29.jun.2017.

Bayer, C., Amado, T.J.C., Tornquist, C. G., Cerri, C. E. C., Dieckow, J., Zanatta, J. A., Nicoloso, R. S. 2011 Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. **Tópicos Ci. Solo.**, n11, v. 7, p. 55-118.

Berndt, A. 2010. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. **IN: Simpósio de produção de gado de corte**, V, 7. P. 121-147.

Bertol, I., Albuquerque, J. A., Leite, D., Amaral, A. J., Zoldan Junior, W. A. 2004. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.155-163.

Boddey, R.M., Jantalia, C.P., Conceição, P.C. *et al.* 2009. Carbon accumulation at depth in Ferralsols under zero-till subtropical agriculture. *Global Change Biology*, v. 16, n. 2, p.784-795.

BRASIL. 2012. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC** (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. – Brasília: MAPA/ACS, 173 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>. Acessado em: 15.mai. 2017

BRASIL. 2014. **Estimativas anuais de gases de efeito estufa no Brasil** / Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em:

http://sirene.mcti.gov.br/documents/1686653/1706227/LIVRO_MCTIC_EstimativaDeGases_Publica%C3%A7%C3%A3o_210x297mm_FINAL_WEB.pdf/61e78a4d-5ebe-49cd-bd16-4ebca30ad6cd. Acessado em: 13.mai. 2017.

Brevilieri, R.C., Mendes, P.B., Macedo, E. *et al.* 2012. Resposta da soja à adubação fosfatada em latossolo sob diferentes manejos. In: **Congresso Latino americano de la ciência del suelo**, 19. Congreso argentino da la ciência del suelo, 23, 2012. Latinoamerica unida protegendo sus suelos. Mar del Plata: [s.n.], CD-ROM.

Broch, D.L., Barros, R., Ranno, S.K. 2008. Consórcio milho safrinha/pastagem. In: **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno**, 2008. Maracaju: FUNDAÇÃO MS; COOAGRI, 2007. p. 15-29.

Carvalho, T.B., Bacchi, M. R.P. 2007. Estudo da elasticidade –renda da demanda de carne bovina, suína e de frango no Brasil. **Anais.. Londrina**: 18. Disponível em:

<http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A160.pdf>. Acesso em: 29.jun.2017.

Carvalho, P.C.F., Rodrigues, L.R.A. 1997. Potencial de exploração integrada de bovinos e

outras espécies para utilização intensiva de pastagens. In: **Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (eds.)**. Simpósio sobre manejo de pastagens: produção animal a pasto, 13, Piracicaba: SP. p.275-301.

Carvalho, P. C. F., Pontes, L. S., Barbosa, C. M. P. *et al.* 2002. Pastejo misto: alternativa para a utilização eficiente das pastagens. In: **Silva, J. L. S.; Gottschall, C. S.; Rodrigues, N. C. (eds.)**. Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovino, VII. Porto Alegre, 2002, v. VII, p. 61-94.

Carvalho, P. C. F., Santos, D. T., Barbosa, C. M. P. *et al.* 2005. Otimizando o uso da pastagem pela integração de ovinos e bovinos **Anais da ZOOTEC 2005**. Campo Grande: MS, 30 p. Disponível em:<http://www.ufrgs.br/gpep/documents/capitulos/Otimizando%20o%20uso%20da%20pastagem%20pela%20integra%C3%A7%C3%A3o%20de%20ovinos%20e%20bovinos.pdf>. Acesso em 12. Mai. 2017.

Cavalcante, M.A.B. 2001. **Reciclagem de excreções na pastagem**. 11 p. 2001. Disponível em: <http://forragicultura.com.br/arquivos/reciclagemexcrecoesanimaisnaspastagem.pdf>. Acesso em: 09.jul.2017.

Celaya, R., Benavides, R., Garcia, U., Ferreira, L. M. M., Ferre, I., Martinez, A., Ortega-Mora, L. M., Osoro K. 2008. Grazing behaviour and performance of lactating suckler cows, ewes and goats on partially improved heathlands. **Animal & The Animal Consortium**, vol. 2, n.12, p. 1818–1831.

Celaya, R., Oliván, M., Ferreira, L.M.M., Martínez, A., García, U. Osoro, K. 2007. Comparison of grazing behaviour, dietary overlap and performance in non-lactating domestic ruminants grazing on marginal heathland áreas. **Livestock Science**, v.106, p. 271–281.

Cogo, N. P., Moldenhauer, W. C., Foster, G. R. 1984. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science Society American Journal**, v.48, p.368-373.

Concenção, G., Salton, J.C., Brevilieri, R.C. *et al.* 2011. Soil seed bank of plant species as a function of long-term soil management and sampled depth. **Planta Daninha**, v. 29, n.4, p. 275-736. Disponível

em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582011000400002. Acesso em: 10.jul.2017.

Costa, F. P., Almeida, R. G., Pereira, M. A., Kichel, A. N., Macedo, M. C. M. 2012. Avaliação econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta voltados para a recuperação de áreas degradadas em Mato Grosso do Sul. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7, 2012, Belém, PA. **Anais: CATIE; CIPAV**. p. 1-5. 1 CD-ROM. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Almeida2/publication/263376882_Avaliacao_economica_de_sistemas_de_integracao_lavoura-pecuaria-

floresta_voltados_para_a_recuperacao_de_areas_degradadas_em_Mato_Grosso_do_Sul/links/00b7d53ab026615ca9000000/Avaliacao-economica-de-sistemas-de-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-voltados-para-a-recuperacao-de-areas-degradadas-em-Mato-Grosso-do-Sul.pdf. Acesso em: 10.jul.2017.

Costa, F.P., Cezar, I.M., Melo Filho, G.A., Bungenstab, D.J. 2011. Custo-benefício dos sistemas de produção em integração In: **Bungenstab, D.J.** (ed.). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte. P. 209-216.

Costa, J.A.A., Gonzalez, C.I.M. 2014. Sheep farming for mutton production under integrated systems. In: **Bungenstab, D. J.; Almeida, R. G. (eds.)**. Integrated crop-livestock-forestry systems: a brazilian experience for sustainable farming. Brasília: Embrapa. p.197-204.

Costa, J. A. A., Gonzalez, I. M. 2011. Produção de ovinos de corte em sistemas de integração. In: **Bungenstab, D.J.** (ed.). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte. p. 189-198.

Costa, J. A. A., Kichel, A. N., Almeida, R. G. 2009a. Produtividade e valor nutritivo de forrageiras tropicais em cultivo simultâneo com milho safrinha. In: Seminário Nacional Milho Safrinha, 10. **Anais...** Goiás: Rio Verde. p. 540-547.

Costa, J. A. A., Kichel, A. N., Almeida, R. G. 2009b. Produtividade de grãos e de forragem em sistema de cultivo simultâneo de capins com milho na safra. In: WORKSHOP INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA EMBRAPA, 2009, Brasília, DF. **Resumos e palestras apresentados**. Brasília, DF: Embrapa, 4 p, CD-ROM.

Davis, J., Sonesson, U., Baumgartner, D.U., Nemecek, T. 2010. Environmental impact of four meals with different protein sources: Case studies in Spain and Sweden. **Food Research International**, v. 43,p. 1874-1884.

Deconto (coord.). 2008. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. Embrapa, Unicamp, 2008. (produzida a partir do estudo “aquecimento global e Cenários Futuros da agricultura Brasileira”). 84 p. Disponível em:

http://www.agritempo.gov.br/climaagricultura/CLIMA_E_AGRICULTURA_BRASIL_300908_FINAL.pdf. Acesso em: 17.mai.2017.

Denardin, J.E., Kochhann, R.A., Faganello, A., Sattler, A., Manhago, D.D. 2008. “Vertical mulching” como prática conservacionista para manejo de enxurrada em sistema plantio direto. **Rev. Bras. Ci. Solo**, v.32, p.2847-52.

EMBRAPA. Código florestal- contribuições para a adequação ambiental da paisagem rural. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal>. Acesso em : 15.mai.2017.

Ferreira, R.A. 2005. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**.

Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 371p.

Ferreira, A.D., Almeida, R.G., Araújo, A.R., Macedo, M.C.M., Bungenstab, D. J. 2015. Yield and environmental services potential of eucalyptus under ICLF systems. In: World Congress on Integrated Crop-Livestock-Forest Systems. Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. 1 p.

Ferreira, A.D., Almeida, R.G., Macedo, M.C.M., Laura, V.A., Bungenstab, D.J., Melotto, A.M. 2012. Arranjos espaciais sobre a produtividade e o potencial de prestação de serviços ambientais do eucalipto em sistemas integrados. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUÇÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, Belém, PA. **Anais...** Belém, PA: CATIE; CIPAV, 2012. p. 1-5.

Franke, I.L.X., Furtado, S.C. 2001. **Sistemas silvipastoris: fundamentos e aplicabilidade.** Rio Branco: Embrapa Acre. Série Documentos No. 74

Gomes, R.C., Berndt, A., Macedo, M.C.M., Almeida, R.G. 2015. Enteric methane emission of Nelore cattle in extensive grazing or integrated systems. In: World Congress on Integrated Crop-Livestock-Forest Systems, 2015, Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 1 p.

González, A.D., Frostell, B., Carlsson-Kanyama. 2011. A. Protein efficiency per unit energy and per unit greenhouse gas emissions: Potential contribution of diet choices to climate change mitigation. *Food Policy*, v. 36, n. 5, p 562–70.

IPCC. 1996. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Revised IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: reference manual.** Cambridge:University Press, 297p.

IPCC. 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change. Revised 2006 IPCC **Guidelines for national greenhouse gas inventories** , chapter 11. N₂O emissions from managed soil, and CO₂ emissions from lime and urea application. Reference Manual. (IPCC/OECD/IEA: Paris).

IPCC. 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories: Chapter 4** Cambridge: University Press.

Jantalia, C.P., Santos, H.P. dos., Urquiaga, S., Boddey, R. M., Alves, B.J.R. 2008. Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. **Nutrient Cycling in Agro-ecosystems**, v. 81, p. 161-173.

Kichel, A.N., Almeida, R.G., Costa, J.A.A. 2011. Pecuária sustentável com base na produção e manejo de forragem. In: CONGRESSO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 10, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: CBNA, p. 40-51.

Kichel, A.N., Almeida, R.G., Costa, J.A.A. 2012. Integração lavoura-pecuária-floresta e sustentabilidade na produção de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6, 2012, Cuiabá,

MT. **Anais...** Cuiabá, MT: Embrapa; Aprosoja, p. 1-3. 1 CD-ROM

Kichel, A.N., Costa, J.A.A., Almeida, R.G. *et al.* 2014. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) – experiências no Brasil. *Boletim Indústr. Anim.*, Nova Odessa, v.71, n.1, p.94-105.

Kido-Cruz, A., Kido-Cruz, M.T. 2013. Incorporación de un índice de salud para estudiar el comportamiento del consumo en el mercado de carnes en México mediante el uso de un modelo de demanda casi ideal (1980 a 2008). *Universidadeyciencia*, v. 29, n.1. p. 11-18.

Lal, R. 2013. Principles of Soil Management. In: **Lal, R.; Stewart, B. A.** (Ed.). Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems. Boca Raton: CRC Press. p. 1-18.

Landers, J.N. 1999. How and why the Brazilian Zero Tillage explosion occurred. In: **D.E. Stott, R.H. Mohtar and G.C. Steinhardt (eds.)**. 2001. Sustaining the Global Farm. p 029-039. (Selecte papers from the Proceedings 10th International Soil Conservation Organization Conference).

Lima, A.M.N., Silva, I.R., N.J.C.L. *et al.* 2008. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce-MG. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p.1053-1063. Disponível

em:https://www.researchgate.net/profile/Eduardo_Mendonca2/publication/250033966_Fracoes_da_materia_organica_do_solo_apos_tres_decadas_de_cultivo_de_eucalipto_no_Vale_do_Rio_Doce-MG/links/0a85e536850daee2e4000000/Fracoes-da-materia-organica-do-solo-apos-tres-decadas-de-cultivo-de-eucalipto-no-Vale-do-Rio-Doce-MG.pdf. Acesso em: 21.maio.2016.

Macedo, M.C.M. 2009. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **R. Bras. Zootec.**, v.38, p.133-146, 2009 (supl. especial).

Machado, P.L.O.A., Freitas, P.L. 2004. No till farming in Brazil and its impact on food security and environmental quality. In: **Lal, R.; Hobbs, P.; Uphoff, N.; Hansen, D.** (eds.) Sustainable Agriculture and the Rice-Wheat System. Marcel Dekker, Inc. p. 291-310.

Marengo, J.A. 2001. Impactos das Condições Climáticas e da Variabilidade e Mudanças do Clima sobre a Produção e os Preços Agrícolas: Ondas de Frio e seu Impacto sobre a Cafeicultura nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. In: **Lima, M. A. de, Cabral, O. M. R., Miguez, J. D. G. (eds.)**. Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP, pp. 97-123.

Marengo, J.A. 2006. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2006. 212 p.: il.; 21 cm. (Série Biodiversidade, v. 26).

Martha Junior, G.B., Vilela, L. 2009. **Efeito poupa-terra de sistemas de integração lavoura-pecuária**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados (Comunicado Técnico, 164). 4 p.

Martinez, A. S., Franzener, G., Stangarlin, J.R. 2010. Dano causado por *Bipolaris maydis* em *Panicum maximum* cv. Tanzânia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 863-870.

Martins-Costa, T.V., Tourrand, J.F., Piketty, M.G. 2009. Custos de produção e emissões de gases de efeito estufa na pecuária de corte do Rio Grande do Sul/Brasil: uma aplicação do modelo Apripec. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. **Anais...** Porto Alegre, 20 p. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/13/460.pdf>. Acesso em: 29.jun.2017.

Neves, A.P., Costa, J.A.A., Villafuerte, S.G.E., Feijó, G.LD., Reis, F.A., Catto, J.B. 2015. Forage availability and nutritional value of paiaguás-grass and piatã-grass for lamb finishing systems. In: World Congress on Integrated Crop-Livestock-Forest Systems; International Symposium on Integrated Crop Systems, 3rd. 2015. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa. (Resumo). Disponível em: <http://wccif2015.com.br/home/?lang=en>. Acessado em: 14 de julho de 2015. Acessado em: 14 de julho de 2015.

Nobre C.A., Oyama, M.D., Oliveira, G. S., Marengo, J.A. et al. 2004. **Impact of climate change scenarios for 2100 on the biomes of South America**. *First International CLIVAR Conference*, Baltimore, USA.

Observatório do Clima. 2016. **Análise das emissões de GEE Brasil (1970-2014) e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o acordo de Paris** (Documento síntese). 44p. Observatório do clima: sistema de estimativa de gases de efeito estufa-SEEG. Disponível em: <http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2016/09/WIP-16-09-02-RelatoriosSEEG-Sintese.pdf>. Acesso em: 13.mai.2017.

Ofugi, C., Magalhães, L.L., Melido, R.C.N. et al. 2008. Integração lavoura-pecuária (ILPF), sistemas agroflorestais (SAFs). In: TRECENI, R. et al. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-silvicultura**: boletim técnico. Brasília: MAPA/SDC, p.20-25.

O'Hara, P., Freney, J., Uliatt, M. 2010. **Abatement of agricultural non-carbon dioxide greenhouse gas emissions: a study of research requirements**. (MAFF: Wellington, NZ) Disponível em: <http://www.maf.govt.nz/mafnet/rural-nz/sustainable-resource-use/climate/abatement-of-agricultural-greenhouse-gas-emissions/greenhouse-gas-emissions.pdf> . Acesso em: 5.jun.2010.

Matos, J.F., Faria, C.M., Salton, J.C. et al. 2013. Caracterização do banco de sementes de áreas sob sistemas de preparo de solo, Dourados, MS. In: Seminário Nacional de Milho Safrinha, 12, 2013. Dourados. Estabilidade e produtividade. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa.

Paciullo, D.S.C., Carvalho, C.A.B., Aroeira, L.J.M. et al. 2007. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.04.

Paciullo D.S.C., Castro, C.R.T., Gomide, C.A.M. et al. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, p.166-172.

Pellegrino, G.Q., Assad, E.D., Marin, F.R. 2007. Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura no Brasil. **Rev. Multiciência**, n. 8, p 139-162.

Pires, M.F.A., Paciullo, D.S. 2015. Bem-estar animal em sistemas integrados. In: **Alves, F.V.; Laura, V.A.; Almeida, R.G. (eds.)**. p. 117-136. Brasília : Embrapa, 2015. 208 p. : il. color.

Porfírio-da-Silva, V., Vieira, A.R.R., Caramori, P.H., Baggio, A.J. 1998. Sombras e ventos em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná. In: Congresso Brasileiro em sistemas agroflorestais, 2, 1998, Belém. **Anais...** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, p. 215-218.

Porfírio-da-Silva, V., Medrado, M.J.S., Nicodemo, M.L.F., Dereti, R.M. 2009. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 48p. il.

Portilho, I.I., Crepaldi, R.A., Borges, C.D. et al. 2011. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.46, n.10, p.1310-1320.

Portilho, I.I., Salton, J.C., Mercante, F.M. 2013. Fauna invertebrada do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 34, 2013. **Anais...**Viçosa: MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Quintino A.C., Zimmer, A. H., Costa, J.A.A., Almeida, R.G., Bungenstab, D.J. 2013. silagem de milho safrinha com níveis crescentes de forragem de guandu. In: **Simpósio de Produção Animal a Pasto**, 2. Londrina: 3f.

Reis, F. A., Fernandes, L. H., Feijó, G.L.D., Jacinto, M.A.C. 2009. Pastejo associado de ovinos e bovinos em pastagens tropicais. **Anais...** EZOOMS. 9 p. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26976/1/AAC-PASTEJO-ASSOCIADO-DE-BOVINOS-E-OVINOS-EM-PASTAGENS-TROPICAIS.pdf>. Acesso em: 2.jun.2017.

Reis, F.A., Gomes, R.C., Costa, J.A.A., Ítavo, L.C.V., Ítavo, C.C.B.F. 2015. Sistemas integrados e a produção de ovinos de corte. In: **Ribeiro, E. L. A. et al. (eds.)**. Simpósio de Ovinocultura (1, 2 e 3): 2015 Londrina : UEL. Livro digital. : Il. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/137946/1/CNPC-Sistemas-integrados.pdf>. Acesso em: 2.jun.2017.

Rocha, A.T., Duda, G. P., Nascimento, C.W.A., Ribeiro, M.R. 2005. Fracionamento de fósforo e avaliação de extratores de P-disponível em solos da ilha de Fernando de Noronha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 178-184.

Salton, J.C. (ed. tec.). 2015. **20 anos de experimentação em Integração Lavoura-Pecuária na Embrapa Agropecuária Oeste - Relatório 1995–2015**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste (Comunicado Técnico, 134). 172 p il.

Salton, J.C., Kichel, A.N.; Arantes, M. *et al.* 2013. **Sistema São Mateus- sistema de integração lavoura-pecuária para a região do Bolsão Sul-matogrossense**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste (Comunicado Técnico, 186). 6 p.

Schick, J., Bertol, I., Batistela, O., Balbinot J.R., A. A. 2000. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.427-436.

Sereia, A.F.R., Asmus, G.L., Fabricio, A.C. 2007. Influência de diferentes sistemas de produção sobre a população de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940) no solo. **Nematologia Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 42-45. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126816/1/42-45-co.pdf>. Acesso em: 10.julho.2017.

Silva, R.L., De Maria, I. C. 2011. Erosão em sistema plantio direto: Influência do comprimento de rampa e da direção de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.6, p.554–561.

Silva, L.T. 2015. **Viabilidade econômico-financeira de terminação de cordeiros**. Dissertação de mestrado. 2015. Programa de mestrado profissional em produção e gestão industrial. Campo Grande, MS: Universidade Anhanguera-Uniderp. 81 p.

Silva, M.V., Lampert, V.N., Leite, R.C. *et al.* 2012. Viabilidade econômica sob condição de risco da implantação de um sistema agrossilvipastoril no Bolsão Sul-mato-grossense. **Anais UEMS**. 2012. Disponível em: <https://anaisonline.uems.br/index.php/enic/article/view/1901/1782>. Acesso em: 15.mai.2017.

Smedman, A., Månsson-Lindmark, H., Drewnowski, A., Edman, A. M. 2010. Nutrient density of beverages in relation to climate impact. **Food & Nutrition Research**, v. 54, p. 5170-5177.

Sousa, D.M.G., Vilela, L., Rein, T.A., Lobato, E. 1997. Eficiência da adubação fosfatada em dois sistemas de cultivo em um latossolo de Cerrado. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBCS. CD-ROM.

Spasiani, P.P. 2016. **Metano entérico e consumo de ovinos em sistema silvipastoril com diferentes espaçamento arbóreos**. 52 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista: Jaboticabal.

Squires, V.R. 1982. Dietary overlap between sheep, cattle, and goats when grazing in common. **Journal of Range Management**, v. 35, 116–119.

Urquiaga, S., Alves, B.J.R., Jantalia, C.P., Boddey, R.M. 2010. Variações nos estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa em solos das regiões tropicais e subtropicais do Brasil: uma análise crítica. **Informações Agronômicas**, n. 130, p. 17 –21. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880398/1/BRUNOARTIGODEDIVULGACAOVARIACOESNOESTOQUEDECINFORM.AGRONOMICAS.pdf>. Acesso em: 19.maio.2017.

Villafuerte. S.G.E. 2016. Sistemas de terminação de cordeiros do grupo genético pantaneiros (dissertação do mestrado). Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia. p. 82

Zamberlan, L., Sparenberger, A., Büttgenbender, P.L. *et al.* 2008. As atitudes do consumidor de carne: um estudo exploratório das percepções e o papel da cultura no consumo. In: **Encontro ANPAD**, 32. Rio de Janeiro, 16 p. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/GCT-D2718.pdf>. Acesso em: 19.mai.2017.