Los sistemas integrados de ovinos y frutales perennes en Cuba y sus impactos en un contexto de cambio climático

Colectivo de Autores

EdUNICA
Editorial

Los sistemas integrados de ovinos y frutales perennes en Cuba y sus impactos en un contexto de cambio climático

Colectivo de Autores

Compiladora: Ángela Borroto Pérez

Autores:

Ángela Borroto Pérez

Carlos Armando Mazorra Calero

Dayami Fontes Marrero

Rafael Pérez Carmenate

María Borroto Pérez

Iván Gutiérrez Rojas

Lucas Alberto Pérez Rodríguez

Ioan Rodríguez Santana

Nieves Cubillas Iáñez

Jorge Orlay Serrano Torres

Yanier Acosta Fernández

Jorge Martínez Melo

EdUNICA

Editorial Universitaria Ciego de Ávila

El Instituto Cubano del Libro (ICL) en calidad de Agencia de ISBN, declara que bajo el siguiente número de ISBN quedará registrado el siguiente título, identificando como editor responsable a: Sello Editorial EdUNICA.

Título: Los sistemas integrados de ovinos y frutales perennes en Cuba y sus impactos en un contexto de cambio climático.

Centro Universitario Municipal de Morón Benito Llanes Recino y Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez (UNICA) y el Centro de Ingeniería Ambiental y Biodiversidad de Ciego de Ávila (CIBA-CA).

ISBN: 978-959-85016-3-2

EdUNICA, 2024

Corrección y Edición: Lic. Daneisy del Castillo Gómez

Diseño Gráfico y Diagramación: M. Sc. Felipe A. Alfonso Pomares

Directora del Equipo Editorial: Dr. C. Anisia Ruiz Gutiérrez

Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez

Sede Manuel Ascunce Domenech

Editorial Universitaria Ciego de Ávila

Carretera a Ceballos, km 2 $^{1}/_{2}$, Ciego de Ávila, Cuba

Resumen

Una alternativa para aumentar la producción animal, sin nuevas tierras, es integrar el ganado con cultivos perennes, por lo que así se aprovecharía la biomasa vegetal existente sin competir con la alimentación humana; sin embargo, en la práctica, al aumentar la complejidad del sistema, se precisa conjugar los factores que intervienen para lograr una productividad verdaderamente sostenible. Con ese objetivo, se estudió la preferencia hacia las ramas de seis frutales en las condiciones cubanas, cuatro especies principales de cítricos (*Citrus sinensis,* var. Valencia*, Citrus paradisi* var. Marsh *y Citrus limón* var. Lima Persa) así como, *Psidium guajava* y *Cocus nucífera*. Se evaluaron la potencialidad alimentaria que para ovinos tienen las coberturas naturales, los sistemas de máquinas posibles para el corte y acarreo del forraje fresco (de las coberturas naturales y podas en seto), la elaboración de heno en las calles del frutal, los tamaños de los cebaderos ovinos y sus distancias óptimas para la distribución mecanizada de forrajes. Además se estudiaron las coberturas mejoradas por leguminosas (nativas o naturalizadas, así como también: dos sistemas de alimentación basados en corte-acarreo y seis como pastoreo, cuatro de estos con métodos para disuadir el ramoneo al frutal; se determinaron además los impactos en el suelo y la plantación al mejorar con leguminosas las coberturas naturales y se demostró que pueden usarse varias alternativas de sistemas, en dependencia de las preferencias y recursos disponibles; de todos los métodos, la integración al ecosistema de ovinos no adaptados al consumo de ramas de cítrico, conjuntamente con la presencia de la leguminosa *Teramnus labialis* cv. Semilla oscura en la cobertura, resultó ser integralmente el mejor, ecológica y económicamente ya que la presencia de leguminosas en la cobertura citrícola mejoró discretamente la producción de frutas, al igual que las características químicas, físicas y biológicas del suelo, lo que pudiera posibilitar también la producción de cítrico agroecológico. Se demostró que para garantizar un rápido establecimiento de estos sistemas agropecuarios con coberturas de leguminosas es necesario emplear un tratamiento de escarificación a las semillas para romper la dormancia física y se estableció el nitrógeno líquido (NL) durante 30 min como el más eficaz para superar la dormancia. Con este tratamiento se obtuvo un porcentaje de germinación del 91 % como consecuencia del agrietamiento de la testa y la apertura de la fisura hilar. En los cocoteros (*Cocus nucífera)*, fue demostrado que resultó positiva la influencia que ejercen las coberturas con leguminosas, comparadas con las coberturas naturales (propiedades físicas y químicas del suelo, con énfasis en densidad, estado estructural, humedad y contenido de materia orgánica), incrementándose la frecuencia de la macrofauna bajo la cobertura de leguminosa (superiores en la hojarasca). Fue posible manejar rebaños integrales en sistemas de pastoreo con estas coberturas naturales mejoradas por la leguminosa *Neonotonia wightii* cv. *Tinaroo*, con cargas globales entre 5 y 9 $a^{-1}ha^{-1}$, en dependencia de la disponibilidad y las especies de pastos presentes, unido a tiempos de reposo entre 30 - 40 y 60 - 70 días para periodos lluvioso y poco lluvioso respectivamente, con incrementos de pesos de 100 g $a^{-1}d^{-1}$; aporte anual de 50 a 60 kg^{-1},ha^{-1} fundamentalmente nitrógeno y potasio (como retorno potencial de nutrientes a

través de la hojarasca); con un efecto positivo en el fitoclima de los cocoteros (menores temperaturas en el follaje de la plantación, aire y suelo), lo que implicó mejor abastecimiento de agua de las plantas. El sistema logró una producción de carne de 300 $kg^{-1}ha^{-1}$, con utilidades anuales de 10.8 MP. Por su parte, los sistemas de policultivo guayabo (*Psidium guajava*) var. Enana Roja Cubana con la leguminosa de cobertura *Teramnus labialis* y el integrado con ovinos en ceba, amortizaron los costos de inversión y obtuvieron utilidades desde el primer año, por lo que se demostró que ambos sistemas, son viables para incrementar la sostenibilidad de la producción del frutal, lo cual permite potenciar en la práctica la producción ovina cubana integrada a esos tres frutales. Se tipificaron los sistemas de producción de ovinos (SPO) actuales de la provincia Ciego de Ávila, Cuba. Se determinó el efecto de la radiación solar (RS) en los parámetros fisiológicos y hematológicos y el efecto de la sombra en la conducta de ovejas Pelibuey, además se elaboraron e interpretaron escenarios bioclimáticos para los años futuros. Los SPO actuales se clasificaron en cinco grupos; los principales elementos que diferenciaron las tipologías fueron: tamaño del rebaño, tenencia de tierra, sector productivo y presencia de árboles. A partir de la intensidad de radiación solar de 13,3 Lux se incrementan los valores de frecuencia respiratoria, temperatura rectal, temperaturas superficiales, el ITH (Índice de temperatura y humedad relativa) y se afectaron los parámetros fisiológicos, hematológicos y productivos de los ovinos, además, se obtuvieron coeficientes de tolerancia al calor indicativos de estrés. Se encontraron efectos de la sesión del día, época del año y presencia de árboles en la conducta de ovejas en pastoreo con y sin árboles. Los animales con acceso a la sombra de los árboles prefirieron las actividades de descanso y rumia a la sombra y dedicaron más tiempo a pastar. La presencia de árboles contribuyó a mejorar los patrones de conducta en pastoreo. Los escenarios bioclimáticos elaborados pronostican condiciones ambientales futuras desfavorables para los sistemas en pastoreo sin árboles, desencadenantes de estrés por calor en ovinos.

Palabras clave: ovinos, cítricos, cocoteros, guayabos, integración, diversificación, pastoreo, estabulación, leguminosa, estrés por calor, sombra de árboles, agricultura climáticamente inteligente, escenarios bioclimáticos.

Índice

Introducción.....1

I. Basamentos teóricos para el desarrollo de sistemas de producción de ovinos integrados a cultivos perennes, en un contexto de cambio climático.....3

I.1 Tipificación de los sistemas de producción de ovinos en Cuba. Perspectivas para mitigar los efectos del cambio climático.....3

Escenarios bioclimáticos para los sistemas de producción de ovinos en Ciego de Ávila, Cuba.....27

II-La integración de ovinos a las plantaciones de cítricos.....38

II.1 Subproductos generados en las plantaciones citrícolas de coberturas naturales en la década del 80 y su potencial en la alimentación de ovinos.....39

II.3 Sistemas de alimentación basados en el corte y acarreo de los subproductos citrícolas.....62

II.4 Sistemas de alimentación basados en el pastoreo de las coberturas citrícolas63

II.5 Consideraciones sobre los sistemas de manejo para integrar ovinos a plantaciones de cítricos.....71

III. Integración de ovinos a otros frutales de importancia en Cuba.....73

III.1 Integración de ovinos en pastoreo a plantaciones de Cocus nucífera (cocoteros) en policultivo con leguminosas.....74

Coberturas promisorias para este sistema.....75

Establecimiento rápido de las leguminosas promisorias en plantaciones de Cocus nucífera75

III.2 Integración de ovinos a plantaciones de Psidium guajava.....83

IV. Perspectivas para la introducción de las tecnologías de la integración de ovinos a frutales en los sectores productivos de Cuba, en un contexto de cambio climático88

Generalidades sobre la integración de animales a cultivos perennes.....88

Algunos elementos a considerar para integrar animales a los cultivos perennes.88

Consideraciones finales.....97

Bibliografía

Sobre los Autores

Introducción

La producción mundial de alimentos tiene destinada cada vez mayores superficies, paradójicamente disminuyen las potencialmente productivas, por lo que se hace necesario, la reducción de los costos y de los daños crecientes al ambiente (Russó, 1994). En adición, los impactos ecológicos de la agricultura industrial incluyen significativas emisiones de gases de efecto invernadero, pérdidas de biodiversidad, polución extendida a partir de fertilizantes y pesticidas, declinación de la polinización e incremento de riesgos a la salud humana, entre otros (DeLonge, Miles & Carlisle, 2016).

También se ha demostrado que los sistemas intensivos de crianza del ganado, aunque es cierto que usan menos tierra por unidad de producto, usualmente requieren de mayores insumos externos, adicionalmente, la alta concentración de animales llevar a una alta polución de nutrientes con la consecuente afectación al medio ambiente (LEAP, 2015a).

Sin embargo, una alternativa para aumentar la producción animal sin necesidad de nuevas tierras es la integración del ganado a cultivos perennes (Sánchez, 1995), de esta forma se aprovecha para la alimentación animal entre el 60 y el 70 % de la biomasa vegetal del cultivo, sin causar competencia con la alimentación humana (Russó, 1994)

Preston, (2007) señaló que los sistemas de producción serán diferentes de los actuales, indicando además que no debe haber especialización ni intensificación, sino sistemas agropecuarios integrados, indicando además que entre los cultivos privilegiados están varios árboles forrajeros, maderables, frutales (café, cítricos, cacao) y las plantas acuáticas; en cuanto a las especies animales privilegiadas enumeró a los cerdos (tipo asiáticos), cabras y ovejas, bovinos y búfalos (doble propósito), los conejos, caballos y mulos.

La integración es considerada la llave para el diseño de sistemas de producción agropecuarios con base agroecológica, proporcionando también otros beneficios (Sánchez, 1995; Simón, Hernández & Ojeda; 2005; Devendra e Ibrahim; 2004; LEAP, 2014), entre los cuales se pueden destacar:

- Mayor fertilidad de la tierra por el excremento y la orina.
- Control del crecimiento de la hierba bajo los árboles.
- Mayores ganancias económicas para el granjero de ambos componentes (animal y agrícola).
- Disminución de los riesgos de incendio.
- Facilitar la cosecha.

La práctica de integrar animales a cultivos también contribuye a los siguientes principios agroecológicos (Nicholls, Altieri & Vázquez, 2016); refuerza el reciclado de biomasa, optimizando la descomposición de la materia orgánica y el reciclaje de nutrientes en el tiempo; Provee al suelo de mejores condiciones para el crecimiento de las plantas, a partir del manejo de la materia orgánica y el reforzamiento de la

actividad biológica del suelo; Minimiza las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos mediante la conservación y regeneración de los recursos suelo y agua y la biodiversidad; Diversifica especies y recursos genéticos en el agroecosistema en tiempo y espacio, a nivel de campo y paisaje y refuerza las interacciones biológicas benéficas y la sinergia entre los componentes, promoviendo los procesos y servicios ecológicos.

LEAP (2015_b) destacó entre los sistemas de producción de las especies de rumiantes mayores en el mundo a aquellos que logran integrar animales a plantaciones forestales o cultivos. El sistema acaece mediante un uso secuencial del suelo, donde las plantaciones forestales interactúan en la misma unidad de tierra con el ganado o con cultivos anuales. Estos tipos de sistemas logran interacciones económicas y ecológicas, significativas y positivas y están en línea con los principios de intensificación ecológicos y sustentables, al permitir un reciclaje eficiente de nutrientes. El estiércol acumulado provee directamente de nutrientes a las plantas, proporcionando importantes cantidades de materia orgánica al suelo, que mantiene su estructura, incrementa la retención de agua y mejora su capacidad de drenaje.

Específicamente la integración de ovinos a cultivos perennes ha sido un tema tratado o referenciado por numerosos autores en todo el mundo (Otero, 1977; Gohl, 1978; Bocdonovic & Hodge, 1978; Mujica & Silva, 1978; Asiedu, Opongo & Opuku, 1978; Devendra, 1979; Owen, 1981; Anon, 1983; Valencia, 1985; Perón, 1985; León, 1986; Rueda, 1990; Sánchez & Ojeda, 2004; Devendra & Ibrahim, 2004; Ørskov, 2005) y González, Ricardo & Beltrán, (2016). En Cuba, desde 1979 se indicó en las normativas del Ministerio de la Agricultura (NRAG, 142) la necesidad de ubicar las crianzas ovinas en áreas no utilizadas por la agricultura y la ganadería mayor, o bien en áreas de cítricos, otros frutales y forestales.

Por esta razón, desde inicios de la década de los ochenta, el entonces Instituto Superior Agrícola de Ciego de Ávila (ISACA), hoy Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez" (UNICA), con la Empresa Cítricos Ciego, la Cooperativa de Producción Agropecuaria "José Martí" y el Centro de Investigaciones en Bioalimentos (CIBA), hoy Centro de Ingeniería Ambiental y Biodiversidad de Ciego de Ávila (CIBA-CA), apoyados por organismos e instituciones nacionales e internacionales, iniciaron un conjunto de investigaciones con el propósito de diseñar tecnologías que permitieran la integración armónica de ovinos a tres de los frutales importantes del país (cítricos, cocoteros y guayabos); en este material se resumen los principales resultados alcanzados.

Dr.C. Ángela Borroto Pérez

I. Basamentos teóricos para el desarrollo de sistemas de producción de ovinos integrados a cultivos perennes, en un contexto de cambio climático

Dr.C. Jorge Orlay Serrano Torres & Dr.C. Jorge Martínez Melo

Los estudios realizados sobre la tipificación de los sistemas actuales de producción ovina, así como los efectos principales de la radiación solar sobre esos rebaños y los posibles escenarios bioclimáticos para los años 2030, 2050 y 2100 en la provincia de Ciego de Ávila, siguieron el esquema que muestra seguidamente (Fig. I.1).

Contribución a una producción agropecuaria ovina climáticamente inteligente para Ciego de Ávila, Cuba 2016 - 2023		
Tipificación de los sistemas actuales de producción de ovinos en la provincia de Ciego de Ávila y perspectivas para mitigar los efectos del cambio climático	**Efecto de la radiación solar sobre la conducta y salud de los ovinos.**	**Escenarios bioclimáticos para los años 2030, 2050 y 2100 en la provincia de Ciego de Ávila**

Fig. I.1 Secuencia experimental seguida en las investigaciones

I.1 Tipificación de los sistemas de producción de ovinos en Cuba. Perspectivas para mitigar los efectos del cambio climático

El manejo y la producción son términos que con frecuencia se utilizan de modo indistinto y sin claridad sobre todo al definir la naturaleza de la empresa en los ovinos tropicales. El manejo se refiere al cuidado del hato, incluyendo operaciones de rutina, planeación básica y todos los aspectos y procedimientos del negocio. Por su parte, un sistema de producción se caracteriza por la intensidad, el modo de acción, campo y escala de proporcionar los insumos de reproducción, alimentación, control de enfermedades, mercado y manejo (Devendra & Mc Leroy, 1986; Ordoñez, *et al.,* 1990).

Torres, Caja & Gallego (1994) establecieron que en la ganadería los sistemas de crianzas se clasifican por el grado de dependencia y conexión del animal con el medio ambiente. Así se puede instaurar una escala de intensificación con un amplio número de sistemas, desde los extensivos, imbricados en su medio natural y

afectado por los problemas y características del entorno ecológico: clima, suelo y recursos alimentarios, hasta los intensivos, prácticamente independientes de *las* condiciones físicas del medio y de los recursos naturales. Entre ambos extremos coexisten múltiples sistemas intermedios cuyas diferencias son en muchos casos difusas.

Según De Combellas (1997), la clasificación más utilizada para agrupar los sistemas de producción de ovinos en el mundo es aquella que incluye, entre otros, la intensificación y los aspectos sociales. En tal sentido los principales son:

- Sistemas trashumantes.
- Sistemas nómadas.
- Sistemas extensivos en zonas marginales.
- Sistemas intensivos.
- Sistemas estratificados.
- Sistemas mixtos.

Basada en la anterior clasificación, Mazorra, *et al.* (2001_a) definieron para las condiciones de Cuba varios sistemas de producción de ovinos enmarcados en los grupos extensivos, intensivos y mixtos. Estos autores recomendaron que el estaqueado y la semitrashumancia pueden ser excelentes sistemas para las familias campesinas; el confinamiento pudiera emplearse en empresas especializadas de rebaños genéticos élites, que proporcionen sementales y reproductoras a los rebaños productivos del país.

La estabulación y semiestabulación constituirían la vía idónea para aprovechar, en la alimentación animal, los diferentes subproductos generados en la agroindustria, reduciendo, de esta forma, la contaminación ambiental y los riesgos de mortalidad ocasionados por la escasez y baja calidad de los alimentos (pastos y forrajes) en el periodo poco lluvioso del año, también constituiría un medio apropiado para la producción de fertilizantes orgánicos nitrogenados, a partir de la recolección de las excretas de los animales en el establo.

Los sistemas, en los cuales se integran al ovino con otras especies animales, específicamente con el bovino, son de aplicación en las empresas ganaderas del país, realizándose, de hecho, un mejor uso equivalente de la tierra. La agricultura integrada y los sistemas silvopastoriles de los ovinos con cultivos temporales y perennes, pudieran desarrollarse en empresas de cultivos varios, así como en entidades dedicadas a la producción de frutales, forestales, caña de azúcar, etc., en las cuales los animales pudieran alimentarse de los subproductos agrícolas de las cosechas o de la vegetación acompañante del cultivo principal siempre y cuando los daños a la plantación no sean significativos o la factibilidad económica del sistema en su conjunto lo permita.

Tipificación actual de los sistemas de producción de ovinos en la provincia Ciego de Ávila

El análisis de conglomerados jerárquicos obtenido a partir de la aplicación del modelo de medición de impacto (MEMI) (Torres, *et al.,* 2013) permitió obtener cinco grupos de sistemas de producción de ovinos (SPO) de la provincia, a partir de los patrones que describen semejanzas y diferencias entre ellos (Tabla I.1), se tomó en cuenta el tamaño del rebaño, la dimensión del sistema, la tenencia de tierras y el sector productivo para nombrar las tipologías

Tabla I.1. Tipologías de sistemas de producción de ovinos (SPO) y porciento de casos.

Grupos	Nombres	Casos	%
I	Medianos productores con tierras del sector privado	58	19.6
II	Pequeños productores sin tenencia de tierra del sector privado	74	25.0
III	Pequeños productores con tierras de ambos sectores, con predominio del privado	77	26.0
IV	Grandes productores con tierras de ambos sectores	39	13.2
V	Pequeños productores con tierras de ambos sectores con predominio del estatal	48	16.2
Total		296	100

En el análisis de los Componentes principales, variables y varianza del SPO se obtuvieron seis componentes principales (CP), que explicaron el 71.83 % de la variabilidad de los datos. En la CP uno, saturan las variables relacionadas con el tamaño del rebaño y explican 27.21 % de la varianza (Tabla I.2).

La CP dos explicó el 14.45 % de la varianza y relaciona la tenencia de tierras y la variable cualitativa 1, que estuvo representada por el nivel escolar, pluriempleo, tipo de sector, tenencia de tierra, contratación con la Empresa de Ganado Menor, objetivo de la producción, castración, registros y clasificación, según el tipo de pastoreo, uso de forrajes y suplementación (Tabla I.2).

La CP tres dejó ver 9.78 % de la variabilidad y relaciona variables de manejo. La variable cualitativa dos estuvo representada por la capacitación e instalaciones. La CP cuatro se relaciona con el aspecto social: la edad de los productores. La CP cinco con el sexo del propietario. La variable cualitativa tres estuvo representada por el grado de importancia, la clasificación según las horas de pastoreo y el tipo de pasto. La CP seis, por la variable cualitativa cuatro, componente arbóreo asociado al SPO (Tabla I.2).

Tabla I.2. Componentes principales, variables y varianza del análisis de los sistemas de producción de ovinos (SPO)

Componentes Principales	Variables	Autovalores	Varianza explicada, %
1	Total de ovinos	5,17	27,20
	Total de crías machos		
	Total de machos jóvenes		
	Total de sementales		
	Total de crías hembras		
	Total de hembras jóvenes		
	Total de reproductoras		
2	Total de hectáreas	2,74	14,45
	Total de hectáreas para ovinos		
	Variable cualitativa 1		
3	Variable cualitativa 2	1,85	9,78
4	Edad	1,53	8,09
	Años de experiencia		
5	Total de hombres	1,32	6,99
	Variable cualitativa 3		
6	Variable cualitativa 4	1,00	5,29

Sistemas de producción de ovinos (SPO) según municipios y regiones

Las cinco tipologías de SPO se encuentran distribuidas homogéneamente en las tres regiones de la provincia y en los municipios (Tabla I.3). Solo hubo menos representación del grupo III ¨Pequeños productores con tierras de ambos sectores, con predominio del privado¨ en la zona norte y del grupo V ¨Pequeños productores con tierras de ambos sectores con predominio del estatal ¨ en la zona Sur. Se exceptúan el grupo II ¨Pequeños productores sin tenencia de tierra del sector privado¨ y el grupo III, que no están presentes en el municipio Bolivia. Por otra parte, el grupo IV ¨Grandes productores con tierras de ambos sectores¨ no se encuentra representado en el municipio Primero de Enero y el grupo V no está presente en los municipios Primero de Enero, Ciro Redondo, Majagua y Baraguá.

La presencia de árboles explica el 5,29 % de la variabilidad de los SPO de la provincia (Tabla I.2). Los productores centran sus esfuerzos en el mantenimiento del rebaño, a partir de la práctica del pastoreo extensivo y semitrashumante,

principalmente, sin aprovechar las bondades de los árboles como proveedores de forraje y sombra. No obstante, en el caso de las empresas estatales, los grandes productores y, en los que han recibido capacitación, se encontraron variantes de sistemas silvopastoriles: árboles en cercas vivas en un 1.4%, en el municipio de Chambas, de la zona norte, en el municipio de Ciego de Ávila en la zona centro y, en el municipio Baraguá, de la zona sur. El 3,4 %, con bancos de proteínas, en empresas estatales de la zona sur, en el municipio Venezuela y la zona centro en Ciego de Ávila y, el 2 %, con integración a forestales, se encontraron en la región centro, en el municipio de Ciego de Ávila y, en la región sur, en los municipios de Venezuela y Majagua.

Tabla I.3. Frecuencia de los sistemas de producción de ovinos (SPO) por municipios y regiones.

Variables	Categorías	Grupos de SPO, % de casos				
		I	**II**	**III**	**IV**	**V**
Municipio	Chambas	5,2	17,6	2,6	10,3	35,4
	Florencia	5,2	5,4	2,6	5,1	4,2
	Morón	6,9	4,1	5,2	7,7	10,4
	Bolivia	10,3	-	-	2,6	31,3
	1ro Enero	8,6	6,8	10,4	-	-
	Ciro Redondo	8,6	8,1	18,2	15,4	-
	Majagua	13,8	6,8	27,3	12,8	-
	Ciego de Ávila	22,4	36,5	2,6	10,3	16,7
	Venezuela	8,6	8,1	14,3	7,7	2,1
	Baraguá	10,3	6,8	16,9	28,2	-
Región	Norte	22,4	21,6	7,8	17,9	77,1
	Centro	44,8	56,8	33,8	33,3	20,8
	Sur	32,8	21,6	58,4	48,7	2,1

Indicadores cuantitativos por tipologías de sistemas de producción de ovinos (SPO)

Los SPO del grupo I presentaron una media de 83,36 de total de ovinos del rebaño. Los productores de este grupo en su totalidad pertenecen al sector privado, el 94,8 % tienen tierras, con una media de 5,2 ha y, de este total, dedicadas a los SPO, solo 1,76 ha. Todos los productores contratan sus ventas con la Empresa de Ganado Menor y el 86,2% declaró como objetivos de su producción la venta a esta empresa (Tabla I.4).

Los SPO del grupo II presentaron una media de 45,7 cabezas totales. El 94,6 % no tiene tierras, por lo que sus sistemas de pastoreo son continuos, pero en sistemas de tipo semitrashumante, en áreas de pastos naturales. Solo el 67,7 % contrata sus producciones con la Empresa de Ganado Menor, como objetivo de su producción declaran el auto consumo en un 20,3 % y venta a otros el 12,2 %.

El grupo III presentó una media de 60 ovinos por rebaño, en su totalidad poseen tierras, con una media de 6,33 ha y de ellas dedican a los ovinos 1,77 ha, ninguno posee contratación con la Empresa de Ganado Menor, y el objetivo de su producción es el auto consumo y otros destinos.

Por otra parte, el grupo IV presentó una media de 140 ovinos totales. El 94,9 % tienen tierras, con una media de 9,63 ha y de ellas dedican a los ovinos 2,27 ha, el 66,7 % pertenece al sector estatal, no contratan sus producciones con la Empresa de Ganado Menor y que tienen como objetivo productivo el autoconsumo.

El grupo V presentó una media de 45,3 cabezas totales de ovinos, lo que los sitúa como pequeños productores, el 68,8 % poseen tierras, con una media de 5,26 ha, y de ellas dedican a los ovinos sólo 1,4 ha. El 77,1 % no contratan sus producciones con la Empresa de Ganado Menor (Tabla I.4).

Tabla I.4. Indicadores cuantitativos en la tipificación de los sistemas de producción de ovinos (SPO) de la provincia Ciego de Ávila.

Variables	Grupos									
	I (58 casos)		II (74 casos)		III (77 casos)		IV (39 casos)		V (48 casos)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Edad (años)	54,03	12,23	51,89	8,38	49,91	7,64	47,23	7,56	46,6	5,18
Años (años)	19,72	8,82	14,73	5,65	12,97	6,69	8,64	4,43	8,56	3,96
Mujeres (n)	0,36	0,55	0,47	0,55	0,55	0,74	0,79	0,8	0,83	0,81
Hombres (n)	0,98	0,55	1,22	0,5	1,12	0,4	1,82	0,85	0,9	0,59
Área (ha)	5,24	5,83	0,28	0,97	6,33	4,95	9,63	7,53	5,26	5,69
ÁreaO (ha)	1,76	2,45	0,07	0,26	1,77	1,03	2,27	1,77	1,4	1,5
TO (n)	83,36	65,05	45,74	23,63	59,53	32,98	140,0	97,41	45,31	20,88
TCM (n)	7,74	6,91	3,62	3,49	5,57	4,27	13,77	12,11	3,88	3,33
TMJ (n)	8,67	7,51	5,3	3,96	7,14	8,57	13,31	13,41	4,96	5,09
TS (n)	1,93	1,23	1,3	0,68	1,33	0,77	2,87	1,94	1,44	0,82
TCH (n)	9,17	8,78	3,86	3,56	6,5	4,79	15,9	14,43	5,5	3,8
THJ (n)	9,79	8,05	5,69	4,6	8,18	6,99	18,9	24,33	6,42	7,17

TR (n)	46,05	37,21	26,15	13,86	31,12	17,65	75,15	52,84	23,44	12,07
FS (años)	0,43	1,16	0,18	0,69	0,29	0,91	1,49	1,65	3,04	1,13
Partos/Año	1,05	0,22	1,01	0,12	1	0	1	0	1,02	0,14
Crías/parto	1,38	0,56	1,28	0,56	1,11	0,31	1,18	0,39	1,63	0,67
EC (meses)	10,97	2,88	10,65	2,12	9,97	1,41	11,05	1,43	11,9	1,15

Leyenda:
Años: Años de experiencia, Área: Total de hectáreas, Área ovinos: Total de hectáreas para ovinos, TO: Total de ovinos, TCM: Total de crías machos, TMJ: Total de machos jóvenes, TS: Total de semental, TCH: Total de crías hembras, THJ: Total de hembras jóvenes, TR: Total de reproductoras, FS: Frecuencia de cambio del semental, EC: Edad de comercialización.

Indicadores relacionados con los árboles y la alimentación en las tipologías de los sistemas de producción de ovinos (SPO)

En el grupo I los sistemas desarrollan un pastoreo continuo en el 75,9 % y, el 89,7 % son sistemas de tipo extensivo, mientras que el 8,6 % son sistemas semitrashumante que realizan el pastoreo en áreas externas a la finca (Tabla I.5). El 50 % de los productores no integran árboles en su sistema y, el 50 % que sí lo integran, lo refieren en las áreas de pastoreo, donde en un 100% son pastos naturales. Por otra parte, el 100 % de los productores de este grupo no desarrollan áreas forrajeras y el 94, 8 % no suministra ningún tipo de suplementación. En el grupo II los sistemas no tienen árboles en un 95,9 % y no desarrollan áreas forrajeras ni suplementan en su mayoría con ningún producto. Se destaca el 94,6 % de productores que practica el pastoreo de semitrasumancia por no contar con tierras.

Tabla I.5. Frecuencia de sistemas de producción de ovinos (SPO) para las variables relacionadas con los árboles y la alimentación

Variables	Categorías	Grupos de SPO, % de casos				
		I	II	III	IV	V
Árboles	En áreas de pastoreo	50,0	4,1	3,9	17,9	47,9
	En cercas vivas	-	-	-	10,3	-
	Bancos de proteína	-	-	-	17,9	6,3
	Integración a forestales	-	-	3,9	2,6	4,2
	No tiene	50,0	95,9	92,2	51,3	41,7
Tipo de pastoreo	Extensivo	89,7	5,4	97,4	94,9	72,9
	Rotacional	-	-	-	2,6	-
	Semitrasumancia	8,6	94,6	-	2,6	27,1

	Integrados a cultivos	1,7	-	-	-	-
	Sistemas agroforestales	-	-	2,6	-	-
Forrajes	Si	-	1,4	1,3	64,1	22,9
	No	100,0	98,6	98,7	35,9	77,1
Suplementación	Vitaminas y minerales	-	10,8	18,2	-	10,4
	Proteica	-	-	6,5	30,8	4,2
	Subproductos	5,2	5,4	9,1	30,8	31,3
	No tiene	94,8	83,8	66,2	38,5	54,2

En el grupo III los sistemas desarrollan pastoreo continuo en sistemas de tipo extensivo, confinado a potreros en un 97,4 %, y el resto, integra el pastoreo a áreas forestales en un 2,6 % de los casos. Por otra parte, el 92,2 % de los casos no cuenta con árboles en los sistemas y solo el 3,9 % cuenta con árboles en áreas de pastoreo y 3,9 % en sistemas agroforestales. Todos los sistemas de este grupo utilizan el pastoreo en pastos naturales y el 98,7 % no presenta áreas forrajeras. El 33,8 % de los productores suplementan los rebaños con restos de cosecha, vitaminas y con proteína.

En el grupo IV, del total de productores, el 51,3 % no tiene árboles, mientras que el resto integran variantes de sistemas silvopastoriles como son, la integración a forestales con el 2,6 %, cercas vivas el 10,3 %, con bancos de proteínas el 17,9 % y 17,9% con árboles en las áreas de pastoreo. Como característica distintiva refieren pastos mejorados en un 43,6 % de los casos y establecen áreas forrajeras el 64,1 %, que se distinguen además por la suplementación con plantas proteicas y restos de cosechas.

En el grupo V predomina el pastoreo de tipo continuo, sistemas extensivos, confinados a potreros y el 27,1 % son sistemas semitrashumantes. La totalidad de los pastos son naturales y el 22,9 % presenta áreas forrajeras representadas por las empresas estatales. Estos sistemas integran los árboles en las áreas de pastoreos en un 47,9 % y, además, desarrollan otras variantes de sistemas silvopastoriles como son, integración a forestales el 4,2 % y, en bancos de proteínas 6,3 %, además, estos productores del sector estatal suministran suplementos proteicos en un 4,2 %, vitamínicos minerales un 10,4 % y una integración a la agricultura con subproductos y restos de cosechas de un 31,3 %, mientras que el 54,2 %, no suplementan a los rebaños (Tabla I.5).

En este sentido, en Etiopia, Mohammed, Alemayehu & Getachew, tipifican sistemas en cuatro grupos, según aspectos fenotípicos y genotípicos para las ovejas indígenas y, Hailu, *et al.,* (2020). utilizaron métodos similares para caracterizar fenotípicamente a las poblaciones de ovejas del distrito de Tahtay Maichew en Etiopía, basando su tipificación en la zona agroecológica, el sexo y los grupos de

edad, mientras que Mestra, *et al.,* obtuvieron dos grupos en la caracterización, teniendo en cuenta los sistemas de alimentación de ovinos en el departamento de Córdoba, Colombia.

Varios autores refieren resultados comparables a las tipologías obtenidas en el presente estudio, como Mujica, *et al.,* (2015), que obtienen cuatro grupos de sistemas de productores de ovinos en España, I: Sistemas mixtos con cereales y olivos, II: Sistemas de subsistencia, III: Sistemas comerciales extensivos con baja carga y áreas forestales y IV: Sistemas mixtos de ovejas-cerdos y poca área para cereales, donde los pastos permanentes y áreas forestales son los alimentos de ovinos. Por otra parte, difieren de los sistemas de ovinos que se desarrollan en el Estado de México Her*nández,* et al., (2019), que se tipifican en pequeños, medianos y productores capitalizados, y se diferencian por la cantidad de animales, con una media de 16,2; 24,6 y 71,7 respectivamente y la capitalización no se refleja en productividad, puesto que los tres grupos presentan similar cantidad de partos y mortalidad de crías.

Los resultados anteriores muestran las diferentes alternativas que se usan en la práctica productiva para la integración de crianzas ovinas a las plantaciones de árboles con diferentes propósitos, lo cual aun evidentemente, resulta limitado, a pesar del negativo progreso que experimenta el cambio climático y sus efectos nocivos sobre los rebaños.

Efecto de la radiación solar sobre la conducta de pastoreo en un sistema silvopastoril de baja densidad de arbóreas, con reproductoras ovino de raza Pelibuey Comercial

Se encontró un efecto de la presencia de la sombra de los árboles del sistema silvopastoril con un valor medio de arborización de 12-16 árboles/ha, con las especies *Casuarina equisetifolia* (casuarina) y *Samanea saman* (algarrobo del país) y 14.4 m^2 de sombra por animal, en las actividades de la conducta en pastoreo de las ovejas. Hubo interacción entre las actividades que realizaron los animales y el efecto de la presencia de sombra (Tabla I.6). Se destacó, con mayor por ciento, la actividad pastar-caminar en el cuartón con sombra, donde las ovejas dedicaron el 37,6 % del tiempo a dicha actividad. En el cuartón sin árboles, la conducta de caminar-pastar fue superior al resto de las actividades analizadas, con valores de 32,0 %.

Tabla I.6. Efecto de la presencia de sombra en las actividades para las ovejas.

Sombra / Actividades	Con sombra		Sin sombra		Total		EE Signif.
	Obs / act	%	Obs / act	%	Obs /act	%	
Pastar-caminar	6500	37,6[a]	5529	32,0[b]	12029	69,6	±0,21 P<0,001
Rumiar a la sombra	522	3,0[e]	0	0	522	3,0	
Rumiar al sol	0	0	482	2,7[e]	482	2,7	
Descansar sombra	1430	8,2[d]	0	0	1430	8,2	
Descansar al sol	0	0	2327	13,4[c]	2327	13,4	
Otras actividades	187	1,08[g]	302	1,7[f]	489	2,8	

Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0,05 (Duncan, 1955)

Estos resultados indican que los ovinos emplean más tiempo al consumo de pasto, aprovechando el tiempo de pastoreo para cubrir sus necesidades de ingestión de materia seca. Solórzano, *et al.,* (2018), reportaron comportamientos similares en ovejas mestizas West African, sin presencia de sombra y con sombra artificial.

En el caso del presente estudio influye el sistema de pastoreo restringido, lo que implicaba un mayor aprovechamiento del tiempo de pastoreo para poder cubrir sus necesidades de ingestión de materia seca.

La actividad descansar tanto al sol, como a la sombra, es la segunda actividad en importancia de los ovinos, el 13,4% de las reproductoras descansan al sol en el cuartón sin árboles (Tabla I.6), valores superiores a los del descanso a la sombra, en el cuartón con árboles. Los valores que tomaron valor cero estuvieron en correspondencia con el lugar en que se realizó el estudio, cuando los animales tuvieron acceso a la sombra, no prefirieron las actividades al sol.

En el caso del cuartón con árboles, descansar a la sombra fue la segunda actividad donde dedicaron mayor tiempo, seguida de rumiar a la sombra, mientras que estas actividades para el cuartón sin árboles adquieren valores de ceros. Sin embargo, en la rumia y el descanso, ambas al sol, el valor se hace cero para el cuartón con árboles, donde los animales tienen la posibilidad y preferencia de realizar estas actividades a la sombra. Canché, *et al.,* (2017) en investigaciones realizadas con ovinos en un sistema silvopastoril con *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus* registraron igual comportamiento.

Para el caso del cuartón con árboles los resultados indican que los animales tienen preferencia por el descanso y rumia a la sombra en relación con el descanso al sol. En el cuartón sin árboles los animales dedicaron más tiempo a las actividades de descanso y rumia al sol, pues no contaron con sombra. Estos resultados explican la importancia de la presencia de árboles en el sistema de pastoreo de las ovejas de este estudio. En este sentido, plantean que la sombra natural o artificial promueve mecanismos de enfriamiento de los animales.

Hubo interacción entre las actividades y el efecto de la presencia de sombra para cada sesión del día. Tanto en la sesión de la mañana como en la sesión de la tarde la presencia de sombra en el pastoreo tuvo un efecto positivo en incrementar el porciento de animales en la actividad de pastar-caminar. De igual forma las actividades de descanso y rumia a la sombra fueron preferidas por las ovejas que pastaron en el sistema silvopastoril, mientras que las ovejas que pastaron en el monocultivo de gramíneas naturales sin sombra no tuvieron la posibilidad de realizar actividades a la sombra, en ambas sesiones del día (Tablas I.7 y I.8).

El 71,4% del total de ovejas se dedicaron a pastar-caminar en la sesión de la mañana, valores descriptivamente mayores con respecto a la sesión de la tarde con, 63,6%. El resultado muestra, de manera más evidente, cómo el efecto de la presencia de árboles favorece el consumo en pastoreo, mientras que el tiempo dedicado a descansar al sol aumenta en el sistema sin árboles.

Tabla I.7. Efecto de la presencia de sombra en las actividades en la sesión mañana

Sombra	Con sombra		Sin sombra		Total		EE Signif,
Actividades	Obs /act	%	Obs /act	%	Obs /act	%	
Pastar-caminar	3209	36,9[a]	3001	34,5[b]	6210	71,4	±0,30 P<0,001
Rumiar a la sombra	287	3,3[ef]	0	0	287	3,3	
Rumiar al sol	0	0	322	3,7[e]	322	3,7	
Descansar sombra	548	6,3[d]	0	0	548	6,3	
Descansar al sol	0	0	965	11,1[c]	965	11,0	
Otras actividades	130	1,5[g]	235	2,7[f]	365	4,2	

Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0,05 (Duncan, 1955)

Tabla I.8. Efecto de la presencia de sombra en las actividades en la sesión tarde

Sombra	Con sombra		Sin sombra		Total		EE Signif,
Actividades	Obs / act	%	Obs /act	%	Obs /act	%	
Pastar-caminar	3072	34,7[a]	2558	28,9[b]	5630	63,60	±0,30 P<0,001
Rumiar a la sombra	363	4,1[e]	0	0	363	4,1	
Rumiar al sol	0	0	248	2,8[f]	248	2,8	
Descansar sombra	912	10,3[d]	0	0	912	10,3	
Descansar al sol	0	0	1487	16,8[c]	1487	16,8	
Otras actividades	77	0,9[h]	133	1,5[g]	210	2,4	

Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0,05 (Duncan, 1955)

Por otra parte, se observó que, el descanso al sol, para el total de animales, fue descriptivamente mayor en la sesión de la tarde con 16,8% con respecto a la mañana con 11,0%. En la sesión de la tarde, cuando los valores de temperatura son más altos, los animales disminuyen considerablemente el consumo y permanecen más tiempo en descanso y rumia Silva, *et al.,* (2015).

Se encontró interacción entre las actividades que realizaron los animales y el efecto de la presencia de sombra para cada época (Tabla I.9 y I.10). Se encontró un patrón similar en los resultados de la conducta en pastoreo de las ovejas, tanto en la época lluviosa, como en la poco lluviosa. Los mayores tiempos a la actividad de pastar-caminar y descansar al sol pueden asociarse, tanto a la presencia de árboles, que favorece el ambiente térmico del pastoreo, como a la falta de sombra, en la finca sin árboles, que obliga a los animales a incrementar el descanso al sol.

Tabla I.9. Efecto de la presencia de sombra en las actividades en periodo lluvioso.

Sombra	Con sombra	Sin sombra	Total	EE

	Obs / act	%	Obs /act	%	Obs /act	%	
Pastar-caminar	3275	37,9[a]	2755	31,8[b]	6030	69,7	±0,30 P<0,001
Rumiar a la sombra	252	2,9[e]	0	0	252	2,9	
Rumiar al sol	0	0	201	2,3[ef]	201	2,3	
Descansar sombra	698	8,0[d]	0	0	698	8,0	
Descansar al sol	0	0	1224	14,1[c]	1224	14,1	
Otras actividades	94	1,0[g]	140	1,6[fg]	234	2,7	

Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0,05 (Duncan, 1955)

Tabla I.10. Efecto de la presencia de sombra en las actividades en periodo poco lluvioso.

Sombra	Con sombra		Sin sombra		Total		EE Signif,
Actividades	Obs / act	%	Obs /act	%	Obs /act	%	
Pastar-caminar	3225	37,3[a]	2774	32,1[b]	5999	69,4	±0,30 P<0,001
Rumiar a la sombra	271	3,1[e]	0	0	271	3,1	
Rumiar al sol	0	0	281	3,2[e]	281	3,2	
Descansar sombra	732	8,4[d]	0	0	732	8,4	
Descansar al sol	0	0	1103	12,7[c]	1103	12,7	
Otras actividades	92	1,0[f]	162	1,8[f]	254	2,9	

[abcdefg]Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0,05 (Duncan, 1955)

Para ambas épocas (Tabla I.9 y I.10), la actividad de pastar-caminar en el sistema silvopastoril fue mayor comparado con el sistema sin árboles, mientras que el descanso al sol fue mayor en el sistema sin árboles y el descanso a la sombra fue mayor en el pastoreo con árboles. De igual forma, el tiempo a descansar al sol en el cuartón sin árboles fue mayor que el tiempo al descanso a la sombra en el cuartón con árboles, para ambas épocas, lo que pudiera estar explicado por los menores tiempos dedicados a la actividad pastar-caminar en el sistema sin sombra.

La conducta observada en ambas épocas, donde los animales dedicaron más tiempo a pastar-caminar en el sistema silvopastoril y prefirieron el descanso a la sombra y no al sol, puede deberse a los efectos del bienestar térmico de los árboles, lo que puede favorecer la termorregulación de los animales en el pastoreo. La presencia de los árboles influyó en que no se afectara el consumo por la incidencia de la radiación solar y las altas temperaturas, comportamientos similares describen Mahjoubi, *et al.,* (2014), Todaro, *et al.*, (2015) y Macías, *et al.,* (2016).

Efecto de diferentes intensidades de radiación solar en los parámetros fisiológicos y sanguíneos de ovinos

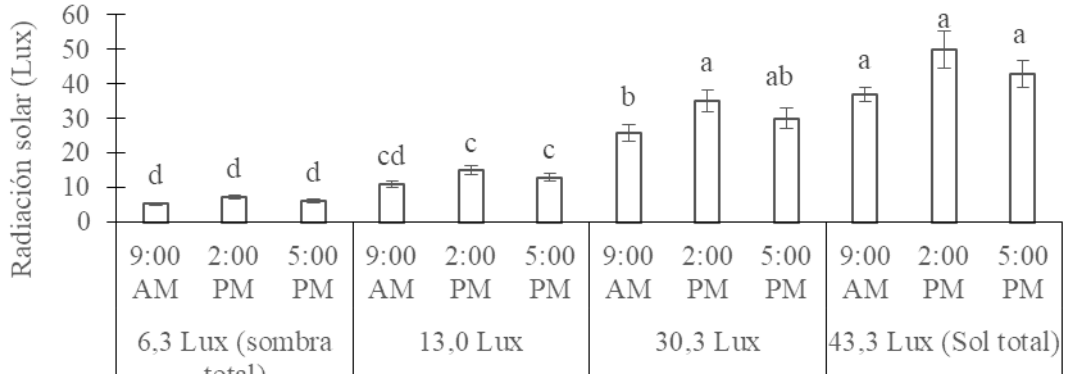
El estudio se tuvo una duración de 14 días, donde se enfrentaron los animales a estrés por calor asociado a diferentes niveles de intensidad de radiación solar (RS). Las mediciones de la intensidad de la radiación y los indicadores fisiológicos se

realizaron en tres momentos del día, 9:00am, 2:00pm y 5:00pm, la toma de muestra de sangre, y los parámetros productivos se realizó el día número 14.

Se compararon cuatro tratamientos en tres momentos de medición: 1) sombra permanente, con intensidad promedio de RS de 6,3Lux; 2) sombra proyectada, con intensidad promedio de 13Lux; 3) sombra proyectada, con intensidad promedio de 30,3Lux y 4) sol permanente, con intensidades promedio de 43,3Lux.

El tratamiento de sombra permanente se logró con techo de fibrocen de 2m de alto y, para el tratamiento de sol permanente, se dispuso de un corral alejado de toda incidencia de sombra. El tratamiento de 13 Lux se logró con árboles de leucaena (*Leucaena Leucocephala*) y, en el tratamiento de 30,3 Lux, con árboles de algarrobo (*Samanea saman*). Los árboles presentaron un ancho de copa y una altura de ramas inferiores de 3,0 y 1,7m para leucaena y de 4,1 y 1,7m para algarrobo, respectivamente. La distancia entre árboles fue de 2,9 a 3,5m para leucaena y de 4,2 a 5m para algarrobo, lo que equivale a un nivel bajo de arborización. Estos presentaron una edad aproximada entre tres y siete años.

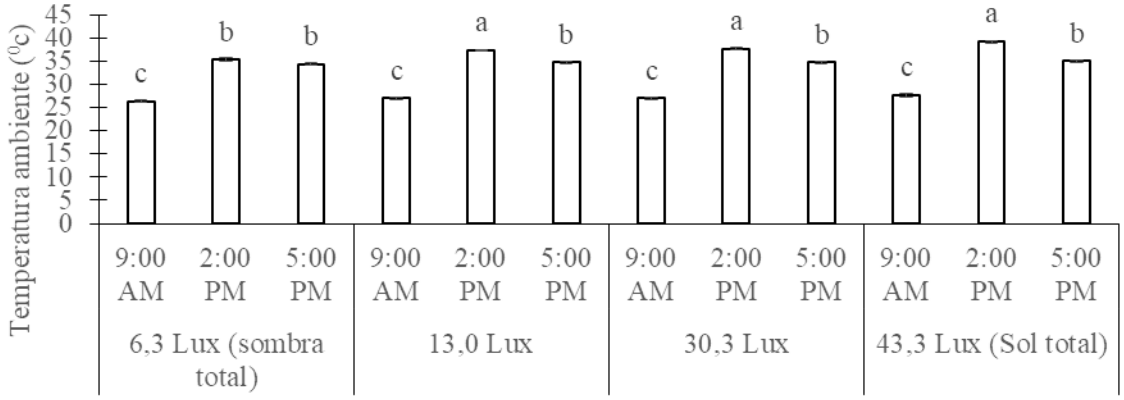
Se encontró interacción (P<0,05) entre el nivel de radiación solar y las horas de medición (Fig.I.2). Los valores de radiación solar más altos (37, 50 y 43 Lux para las 9:00 am, 2:00 pm y 5:00 pm respectivamente) se encontraron donde los animales estaban expuestos a la radiación solar directa. Las mediciones de las 2:00 pm y las 5:00, fueron las superiores.



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan, 1955)

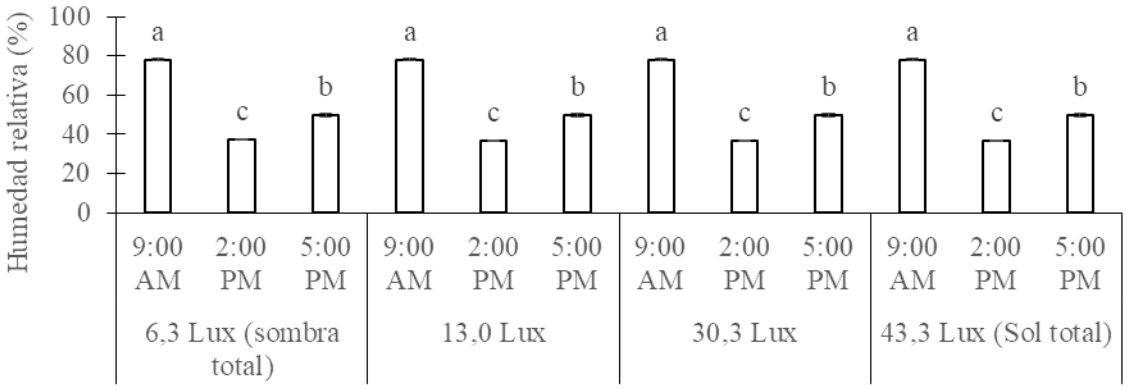
Fig.I.2. Comportamiento de la Radiación solar.

Para la temperatura ambiente (TA) hubo interacción (P<0,05) entre el nivel de radiación solar y los momentos de medición en el día. Durante el estudio, la TA se mantuvo con valores superiores a los 34ºC en todas las mediciones, con excepción de las efectuadas en el horario de las 9 am (Fig.I.3). Alcanzó valores de 37,6ºC en el tratamiento con 13,0 Lux y, 39,2ºC con 30,3 Lux y a la exposición directa al sol (43,3 Lux), en el horario de las 2 pm. También se encontró interacción (P<0,05) entre los niveles de radiación solar y las horas de medición para la humedad relativa (HR) ((Fig.I.3), los valores mantuvieron un comportamiento similar en los cuatro tratamientos, donde la HR mostró una diferencia entre los momentos del día, valores de 78 % a las 9 am, 36,6 % a las 2 pm y 50 % a las 5 pm.



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig.I.3. Comportamiento de la Temperatura ambiente



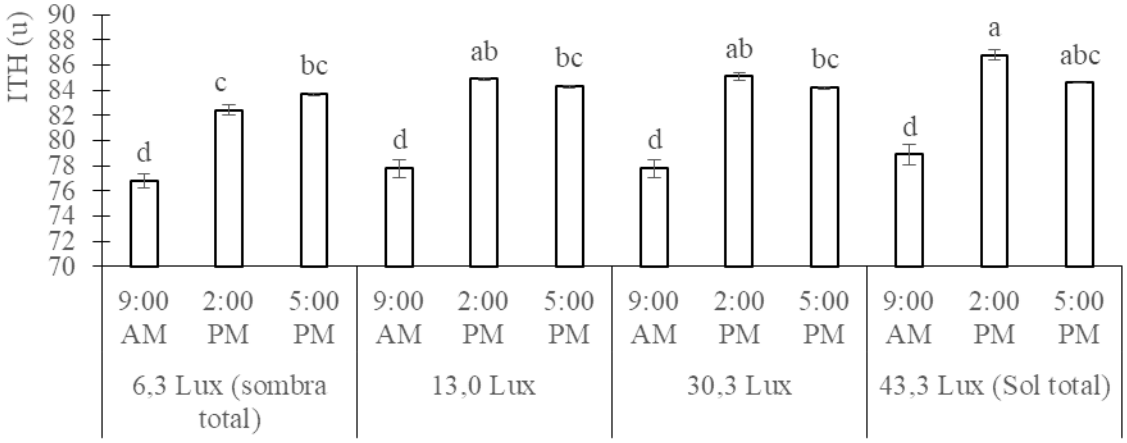
abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig.I.4. Comportamiento de la humedad relativa.

Los datos recopilados proporcionaron evidencia de que el nivel más alto de radiación (50 lux) resultó no solo en un aumento del estrés por radiación, sino también en un aumento significativo de la TA en comparación con los otros tres tratamientos. La TA osciló entre 26,4 y 39,2ºC (Fig.I.2.), en la hora 2:00 pm de los tratamientos de exposición al sol, se registran valores de 37,7ºC, superior al rango máximo de la zona de bienestar, considerando que la zona termoneutral indicada para el ovino de pelo está entre 15 y 30ºC et al., (2014).).

Para evaluar el estrés por calor, la temperatura por sí sola es un indicador insuficiente. Para estimaciones más precisas del estrés por calor, también se debe considerar la humedad relativa et al., (2013).). El modelo más utilizado para este propósito es el índice de temperatura-humedad (ITH). (Marai, *et al.,* (2007), proponen una escala indicativa del grado de estrés por calor que experimentan las ovejas. De acuerdo con esta categorización, un ITH entre 82 y 84u es indicativo de estrés por calor moderado, entre 84-86u representa estrés por calor severo y más alto de 86u representa estrés por calor extremo. Los valores inferiores a 82u indican que no hay estrés por calor. Según esta escala, los animales del presente estudio estuvieron expuestos a estrés por calor severo en los registros de 15 y 35 lux y, extremo, a 50 lux.

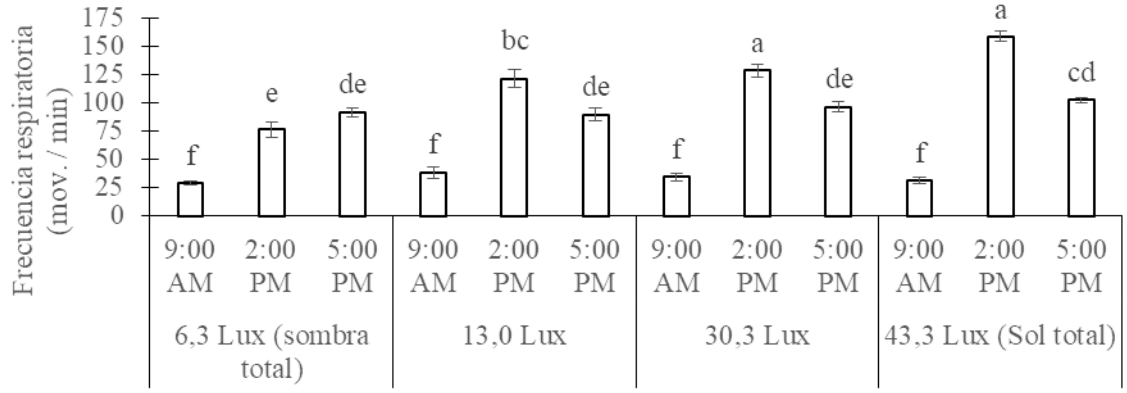
Hubo interacción para el ITH (P<0,05) entre los niveles de radiación solar y las horas de medición (Fig.I.4.), siendo los menores valores, sin diferencia entre tratamientos, en la medición realizada a las 9 am. (Neves *et al.,* (2009). destacaron que las ovejas de pelo comienzan a experimentar estrés por calor cuando el ITH está entre 78 y 79u. Asimismo, (López, *et al.,* 2015), encontraron que las ovejas de pelo comienzan a experimentar estrés por calor cuando el ITH es superior a 72u. El ITH (Fig.I.5) mostró medias mínimas de 76u en todos los tratamientos y llegó a alcanzar medias de 86u, a las 2:00 PM en el tratamiento al sol, superiores a los umbrales de alerta por estrés en la mayoría de las especies animales (≥ 72 unidades).



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig.I.5. Comportamiento del índice de temperatura-humedad (ITH).

Se encontró interacción (P<0,05) para la frecuencia respiratoria (FR) entre los niveles de radiación solar y los momentos de medición (Fig.I.6) el valor de la FR varió desde 28 hasta 158 mov/minutos, los valores más altos se alcanzaron en el tratamiento expuesto al sol directo 43,3 Lux y en el tratamiento de 30,3 Lux, en el horario de las 2 pm. Registros de FR en rangos normales solo se obtuvieron a las 9 am en todos los tratamientos. Así mismo, en todos los tratamientos, según aumentó la intensidad de radiación, se incrementó la FR.



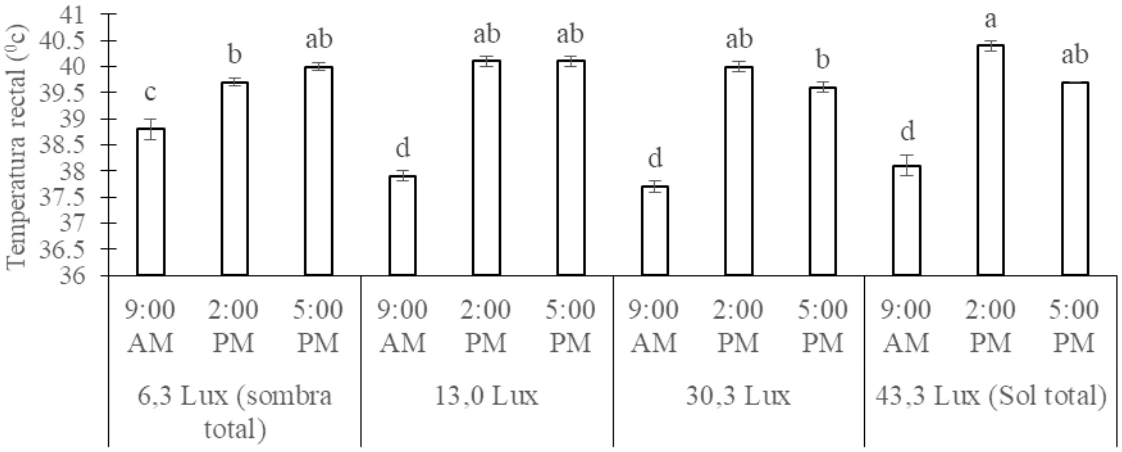
abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig.I.6. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de la frecuencia respiratoria.

La FR se puede utilizar para medir el estrés por calor en los animales. En este sentido, Silanikove & Koluman categorizaron la severidad del estrés por calor en ovejas en términos de movimientos respiratorios por minuto de la siguiente manera: 40-60 (estrés bajo), 60-80 (estrés medio a alto), 80-120 (estrés alto) y más de 200 (estrés severo). De acuerdo con esta clasificación, las ovejas en el estudio actual experimentaron altos niveles de estrés que se exacerbó con el nivel de radiación más alto.

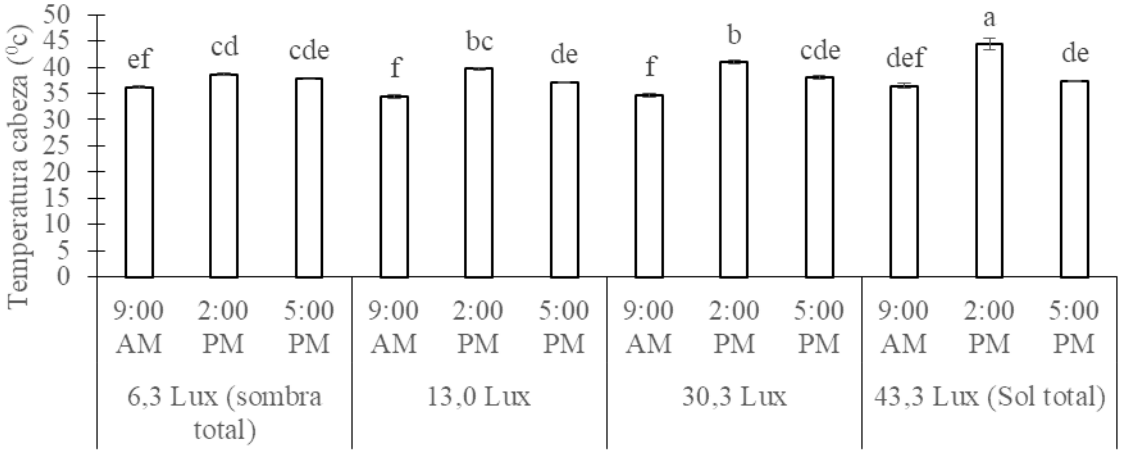
Esta observación debe interpretarse teniendo en cuenta la hora del día en que se tomaron las mediciones. Se sabe que las tasas de respiración se reducen temprano en la mañana (08:00 am) y alcanzan un pico en la tarde (alrededor de las 3:00 pm).

Para la temperatura rectal (TR) se encontró interacción (P<0,05) entre los niveles de radiación solar y los momentos de medición. La TR alcanzó valores superiores a 40ºC, (Fig.I.7), en cada tratamiento presentaron diferencias en cuanto al momento del día, con los mayores valores a las horas 2 y 5 pm. Similar comportamiento mostró la temperatura de la cabeza (TC) (Fig.I.8), con interacción (P<0,05) entre los niveles de radiación solar y los momentos de medición. La TC alcanzó valor máximo de 44,3 y 40,9ºC a las 2:00 PM, para la exposición al sol, seguido del tratamiento con 30,3 lux, y diferencias entre los horarios, con valores máximos a las 2 pm y 5 pm. Según Vicente, *et al.,* (2019). Las temperaturas de superficie del pelo tienen una relación moderada con la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria en ovejas de pelo, asimismo, la temperatura de la cabeza puede ser usada en el desarrollo de ecuaciones de predicción para ambas variables fisiológicas.



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig.I.7. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de la temperatura rectal



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig.I.8. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de la temperatura de la cabeza.

La temperatura del dorso (TDL) lomo mostró interacción (P<0,05) entre el nivel de radiación solar y las horas de medición. Alcanzó valores máximos de 49,3 y 47,5ºC (Fig.I.9), para los tratamientos de sol permanente, 43,3 Lux, y sombra de 30,3 Lux. Se obtuvieron valores superiores para las mediciones de las 2 pm, con respecto a las 9 am y las 5 pm.

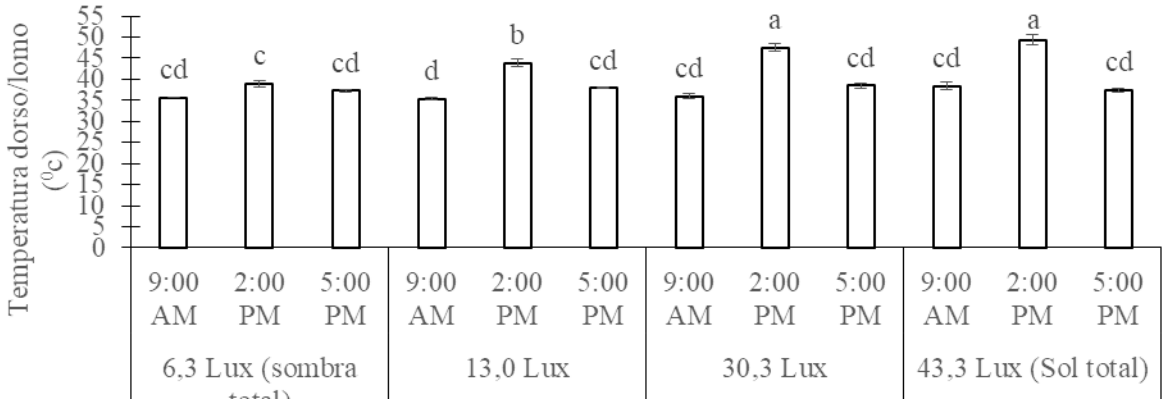
Para la temperatura del muslo (TM), hubo interacción (P<0,05) entre los tratamientos y los horarios de medición, el valor mayor alcanzado fue 47,6ºC (Fig.I.9) para el tratamiento de sol 43,3 Lux a las 2:00 PM. No se encontraron diferencias entre los tratamientos de 30,3 Lux y 13 lux, el valor más bajo fue para el tratamiento de sombra 6,3 Lux.

La temperatura rectal se mide comúnmente como un indicador de la temperatura corporal central. Las temperaturas rectales en estado estacionario, en condiciones termoneutrales, oscilan entre 38,3 y 39,9°C (Marai *et al*., 2007).

En el presente estudio, las temperaturas rectales de las ovejas se mantuvieron en un rango entre 37,7 a 40,4°C, independientemente del nivel de radiación a que fueron sometidas. El mantenimiento de una temperatura central termoneutral, con niveles crecientes de estrés sugiere que las ovejas Pelibuey pudieron movilizar mecanismos de adaptación para mitigar los efectos adversos del estrés *(Li,* et al., (2018).), ya que esta raza está acostumbrada a este tipo de estrés en ambientes tropicales y subtropicales.

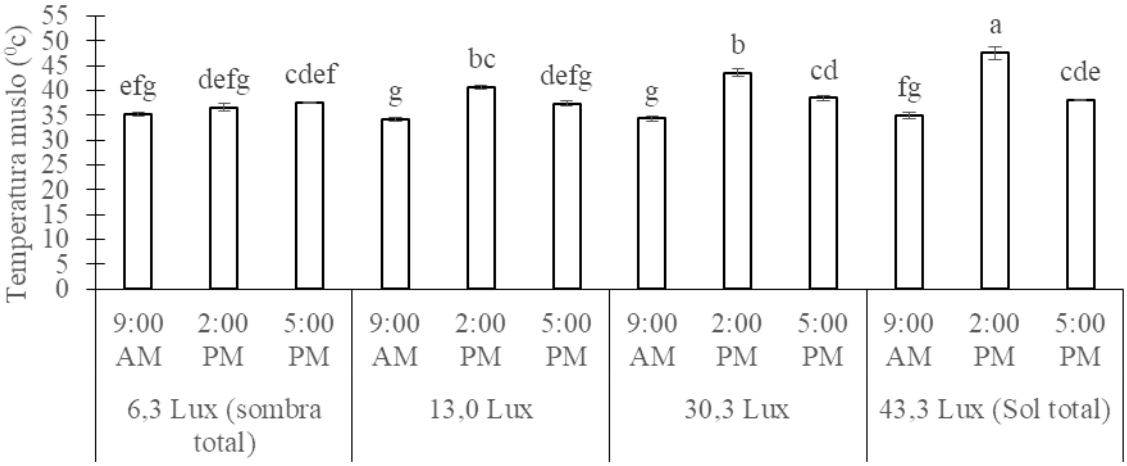
Macías, *et al.,* (2016), también informaron sobre temperaturas elevadas en la cabeza, hombros, flancos, rabadilla y muslos en los meses más cálidos de verano en ovejas Dorper x Pelibuey, además, Batista, *et al.,* (2020), observaron temperaturas superficiales de hasta 4 °C más altas en las ovejas expuestas al sol, en comparación con las que estaban a la sombra.

El pelaje representa la primera línea de defensa contra la radiación en los animales. La exposición directa de las ovejas a la radiación solar genera una ganancia de energía térmica debido a la absorción de ondas electromagnéticas (Go*nzález,* et al., (2021). (M*arcone,* et al., (2021). lo que explica que, en el presente estudio, la mayor temperatura superficial registrada corresponde a las ovejas expuestas a la mayor radiación solar (Fig.I.8, I.9 y I.10).



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig.I.9. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de la temperatura del dorso/lomo



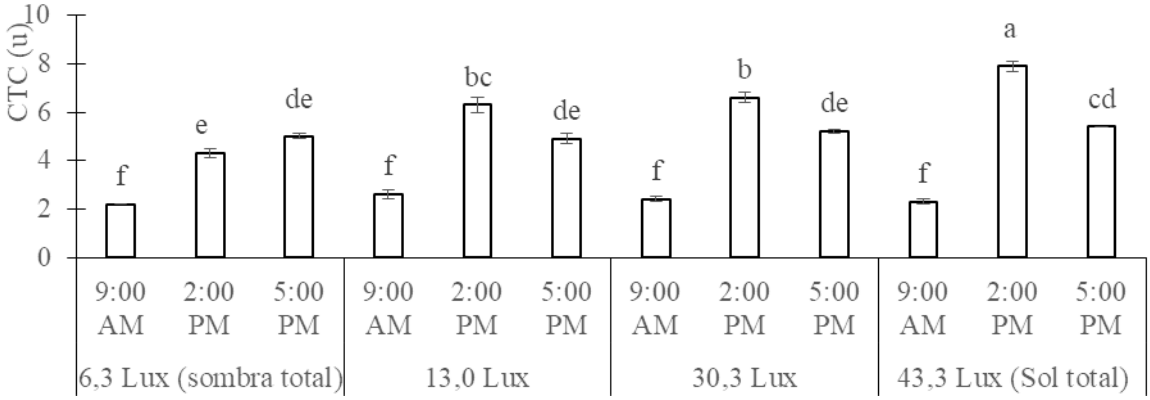
abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig.I.10. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de la temperatura del muslo.

Las observaciones anteriores podrían significar que en los animales estaban activos mecanismos compensatorios para termorregular. Por lo general, este proceso comienza con métodos de enfriamiento no evaporativos, donde el flujo de sangre desde el núcleo se redistribuye hacia la periferia del cuerpo, lo que genera temperaturas cutáneas elevadas y la posterior disipación de calor a través de la radiación y la convección. Esto puede complementarse con métodos de enfriamiento por evaporación, como el aumento de la frecuencia respiratoria. Ambos mecanismos anteriores fueron evidentes en animales expuestos a los

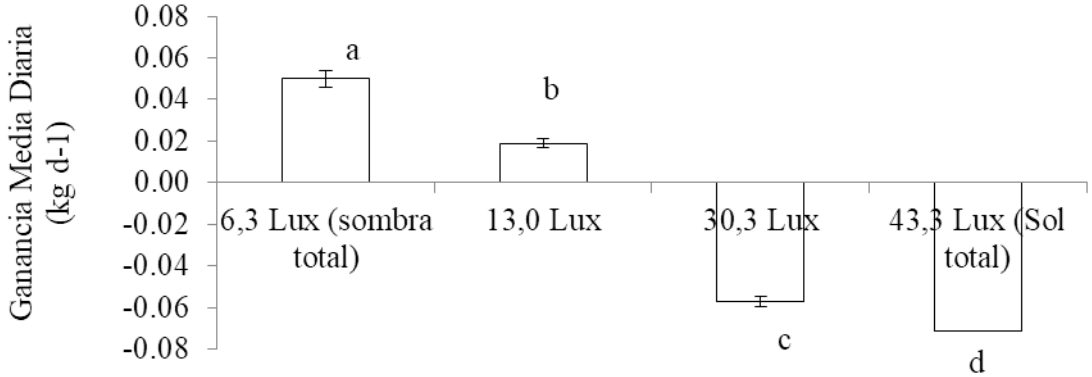
tratamientos desde 13 lux hasta los niveles de radiación más altos en el estudio actual.

Se encontró interacción (P<0,05) en el coeficiente de tolerancia al calor (CTC) entre los tratamientos y los momentos de medición (Fig.I.11). El valor del CTC fue más alto en animales expuestos a radiación de 43,3 Lux (Sol total), mostraron diferencias para las horas de medición. En todos los tratamientos, el CTC fue superior a dos, lo que indica que los animales fueron sometidos a estrés por calor, como lo encontraron de manera similar Reyes, *et al.,* (2018).Esto respalda las afirmaciones anteriores de que las ovejas Pelibuey, expuestas a estrés por calor extremo, mostraron altos niveles de tolerancia térmica al activar mecanismos de enfriamiento evaporativo y no evaporativo, lo que finalmente resultó en una pequeña disminución de las ganancias medias diarias y, por ende, en el peso corporal (Fig.I.12 y I.13).



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig. I.11. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento del coeficiente de tolerancia al calor (CTC).

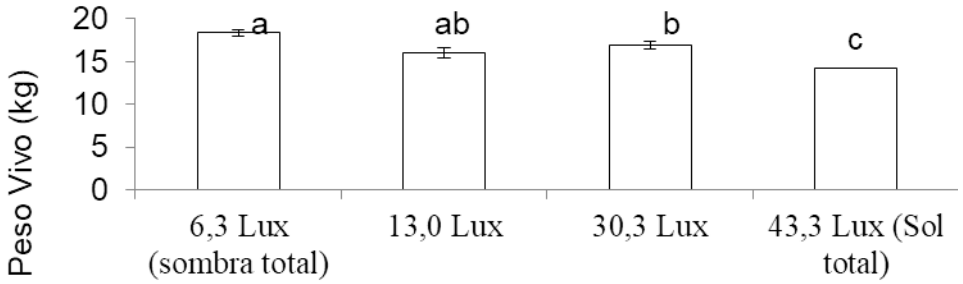


abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig. I.12. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de la ganancia media diaria (GMD).

Se encontró diferencias entre los tratamientos (P<0,05) para la GMD (Fig. I.12) y el peso vivo (Fig. I.13). Los resultados mostraron menor peso corporal a medida que

aumentó la exposición a la radiación solar, esto se encuentra relacionado con la ganancia media diaria, que se afectó en todos los tratamientos, con respecto al tratamiento de sombra 6,3 Lux y, para los tratamientos de 30,3 Lux y 43,3 Lux, tomaron valores negativos. Por lo tanto, incluso con la imposición de un estrés por calor a corto plazo (dos semanas), fueron evidentes los efectos adversos sobre las ganancias y el peso corporal.



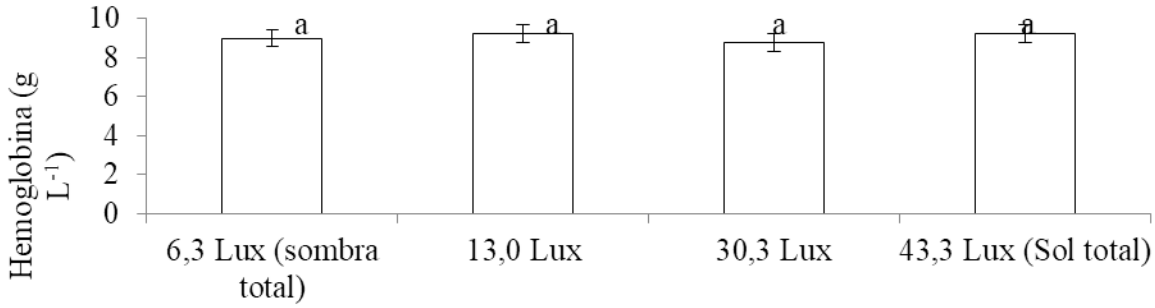
abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig. I.13. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento del peso vivo

En este sentido, Mahjoubi, *et al.,* (2014), observaron disminución del consumo, ganancia de peso y eficiencia alimenticia de corderos Afshari estresados por calor.

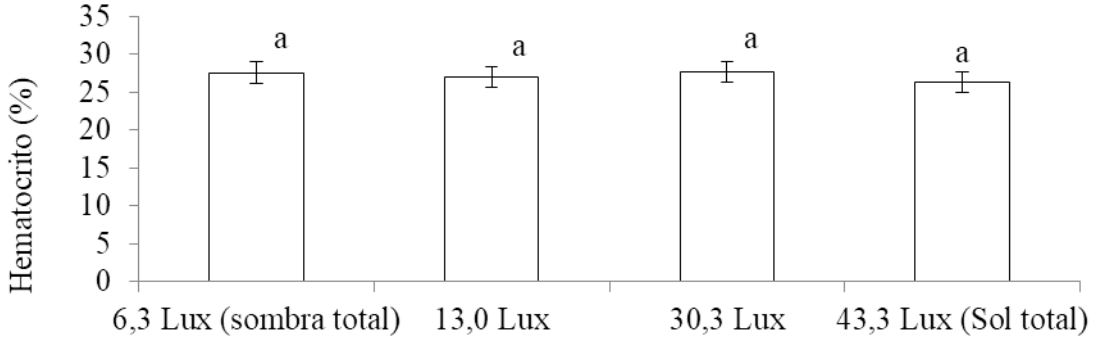
Por su parte, Macías, *et al.,* (2020), reportaron, en corderos Dorper × Katahdin, estresados por calor, una disminución en el peso final, ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia, lo cual condujo a obtener canales más ligeras. La disminución de ingesta de alimento y el catabolismo lipídico y muscular en animales estresados por calor contribuye a una reducción en la deposición de grasa en la canal y en la grasa intramuscular (Zhang, *et al.,* (2020).

El estrés por radiación solar no afectó las concentraciones de hemoglobina en los ovinos (aproximadamente 9 g /L en todos los tratamientos; (Fig. I.14), ni el resultado del hematocrito (aproximadamente 27% para los animales en todas las condiciones de prueba (Fig. I.15). Estos resultados pueden estar explicados por el corto tiempo de la prueba, 14 días, que no permitió un efecto en estos parámetros hematológicos. Resultados similares informaron (Rashid, *et al.,* (2013) en ovejas expuestas a estrés por calor a corto plazo.



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig. I.14. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de la hemoglobina.

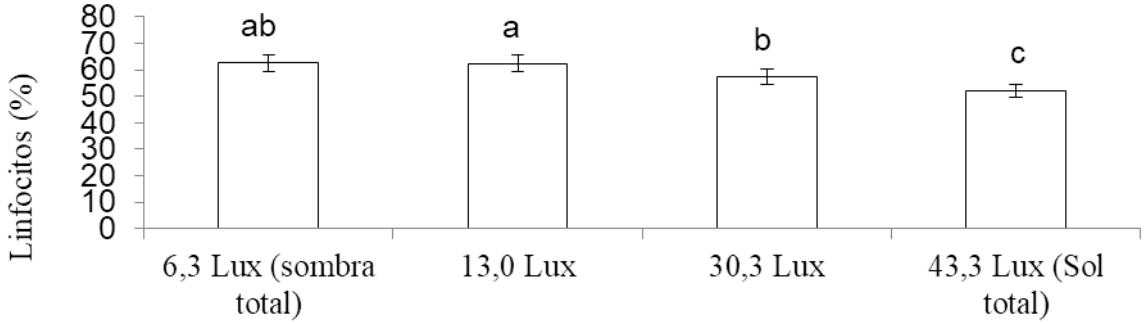


abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig. I.15. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento del hematocrito.

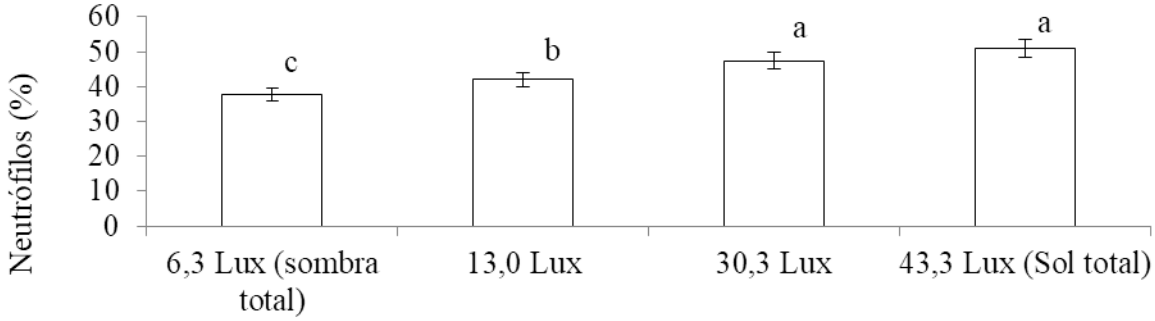
Se encontró un efecto del nivel de radiación solar en los linfocitos (Fig. I.16) y los neutrófilos (Fig. I.17). Hubo una disminución significativa en la concentración de linfocitos, en el tratamiento al sol total. Sin embargo, los neutrófilos mostraron una tendencia creciente, desde el 37% en los animales con el nivel de radiación más bajo, hasta un máximo del 51% en los animales expuestos al nivel de estrés más alto.

La relación neutrófilos/linfocitos es considerada un indicativo indirecto de niveles de estrés, puesto que el incremento en los niveles de cortisol estimula la producción de neutrófilos inmaduros de la médula ósea a la sangre periférica y la disminución de linfocitos (Ajakaiye, Ayo & Ojo, (2010).



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

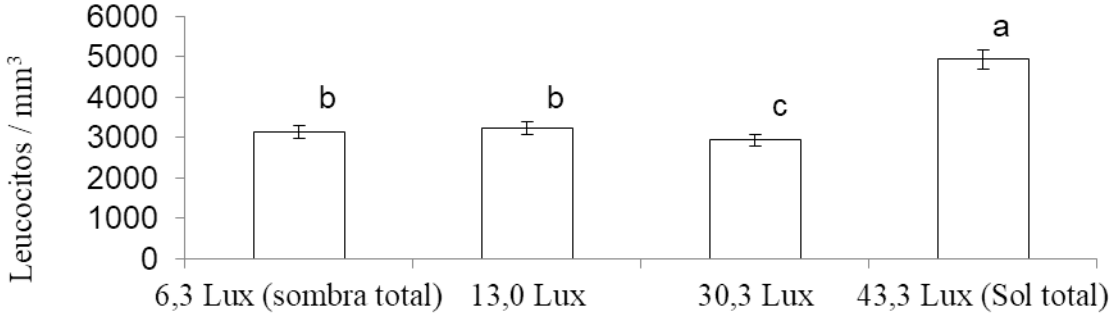
Fig. I.16. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de los linfocitos.



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig. I.17. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de los neutrófilos.

Las concentraciones de leucocitos totales (Fig. I.18) mostraron incrementos y fueron significativamente elevadas (P<0,05) en los animales expuestos al máximo de radiación (4933 leucocitos por mm^3). Singh, *et al.,* (2016), también informaron un aumento en las concentraciones de leucocitos de las ovejas Magras expuestas al estrés por calor, pero no hubo diferencias apreciables en las ovejas Chokla o Mawari.



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig. I.18. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de los leucocitos.

El aumento de las concentraciones de leucocitos en suero se ha utilizado para inferir condiciones de estrés (Ots, Murumägi & Hora (1998), estos resultados deben interpretarse con cautela y no deben extrapolarse ampliamente para sugerir una respuesta inmune. El aumento en la incidencia de neutrófilos, como se observó en el estudio actual, podría indicar un mayor nivel de estrés. Singh, *et al.,* (2017), encontraron que esto dependía de la raza de las ovejas, ya que las ovejas Chokla mostraban neutrofilia, pero las de raza Mawari no lo hacían bajo estrés por calor a corto plazo.

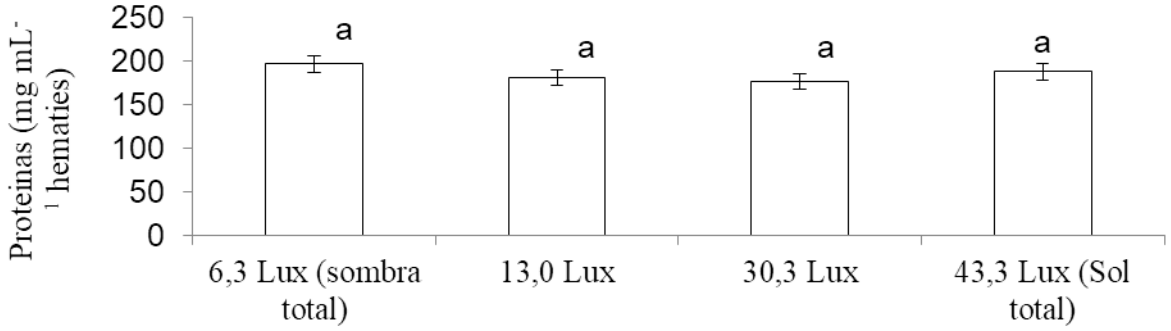
El nivel de radiación solar no afectó las proteínas séricas (aproximadamente 182 mg de proteína mL^{-1}) (Fig. I.19) y las concentraciones de catalasa (CAT) (12 U CAT mg^{-1} de proteína) (Fig. I.20). Sin embargo, se encontró diferencias (P<0,05) en la superóxido dismutasa (SOD) en los tratamientos, la actividad específica de la SOD disminuyó significativamente, de 11 a 8 U mg^{-1} de proteína en animales expuestos al estrés por radiación (Fig. I. 21).

El estrés por calor ocasiona una menor capacidad antioxidante celular y una acumulación excesiva de los principales productos de peroxidación lipídica Cunha, *et al.,* (2018). Por otra parte para la disipación de calor, los ovinos emplean vías no evaporativas y evaporativas que, si bien, disminuyen la carga de calor corporal, también contribuyen indirectamente a incrementar el estrés oxidativo (Slimen, *et al.,* (2019b), así lo constituye la redistribución del flujo sanguíneo hacia la periferia que ocasiona hipoxia en los órganos internos con la producción de radicales libres.

Chauhan, *et al.,* (2015) demostraron una mayor producción de radicales libres a causa de la evaporación respiratoria en corderos Merino × Poll Dorset cuando los

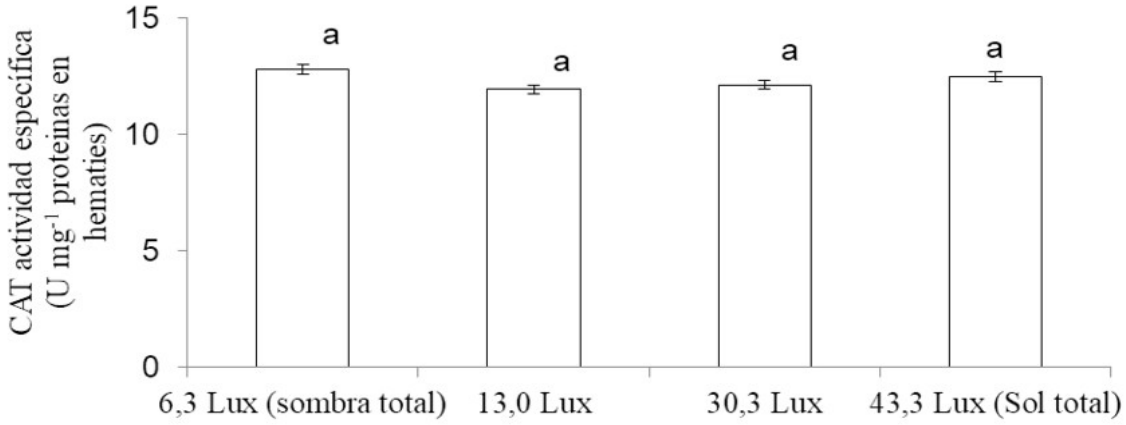
animales fueron expuestos a una temperatura ambiente de entre 28-40 °C. Por su parte, Kubik, *et al.,* (2018) y Slimen, *et al.,* (2019a), demostraron que existe una correlación positiva entre la frecuencia respiratoria, una mayor concentración de radicales libres y menor actividad enzimática antioxidante en las fibras musculares que intervienen en la respiración.

La acumulación de radicales libres, debido al estrés calórico, compromete el funcionamiento de los órganos y tejidos, y en última instancia, el bienestar animal y la productividad de los ovinos. La disminución de la enzima SOD refleja el estado de la actividad antioxidante (Slimen *et al.*, 2019a; Slimen *et al.*, 2019b; López, *et al.,* (2021), sin embargo, la información aún es limitada. De manera general, todos los resultados mencionados demuestran el efecto negativo del estrés oxidativo asociado a estrés calórico en el estado de salud y metabolismo.



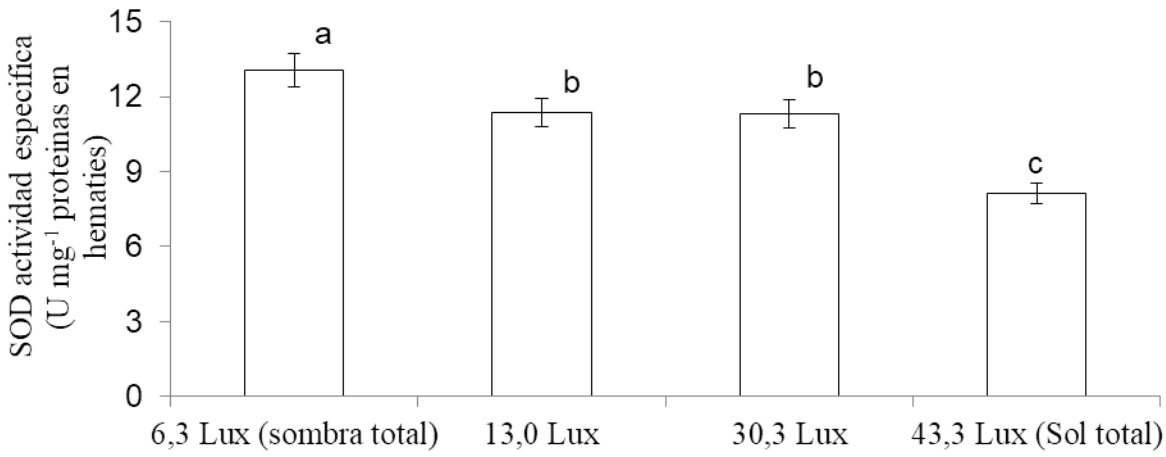
abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig. I.19. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de las proteínas.



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig. I.20. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de la CAT.



abcd Medias con letras diferentes difieren significativamente a P<0.05 (Duncan 1955)

Fig. I. 21. Efecto de la intensidad de radiación solar en el comportamiento de la enzima superóxido dismutasa (SOD).

En el estudio actual, no se encontraron diferencias en la actividad CAT específica de los animales, sin embargo, la actividad de la SOD disminuyó en los animales expuestos al nivel más alto de radiación. Similares resultados mostraron Serrano, *et al.,* (2021), con ovejas sometidas a estrés por salinización del agua de bebida, y Serrano, *et al.,* (2022) con ovejas sometidas a estrés por sed.

Escenarios bioclimáticos para los sistemas de producción de ovinos en Ciego de Ávila, Cuba

Generalidades sobre escenarios bioclimáticos

El sistema climático es sumamente complejo, por lo que no existe una manera única, ni determinante, de prever la manera en la que el clima del planeta cambiará (Montenegro, Zarabozo & Baca, 2015). Su respuesta depende del nivel de transformación de cada uno de sus componentes; y estos a su vez, dependen de múltiples actividades humanas presentes y futuras. Estas circunstancias impulsan a la comunidad científica internacional al desarrollo de modelos que permitan simular el sistema climático, que sean capaces de reproducir el cambio observado y sus impactos.

Estos modelos climáticos tienen como objetivo determinar los factores que contribuyen al cambio climático en los distintos escenarios socio-económicos de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que se utilizan como forzamiento del sistema ambiental. De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) (Pe*dersen,* et al., (2021), un escenario de cambio climático es una respuesta del clima bajo un supuesto de emisiones de GEI a la atmósfera; por lo tanto, se entiende que se produzca un cambio en los patrones meteorológicos, inducido por una mayor o menor emisión de gases en dependencia del escenario analizado (O*'Neill,* et al., 2014).

Los escenarios se consolidan a partir de la información histórica y la generación de modelos físicos, matemáticos, estadísticos y/o geográficos, que permiten una aproximación al posible comportamiento de las variables climáticas en el futuro, por lo que son de utilidad en el planeamiento estratégico de políticas de control de las emisiones y de adaptación. Estos escenarios se traducen a condiciones bioclimáticas para determinar su influencia sobre las formas productivas y de vida del planeta.

La modelación climática ha sido usada para estimar el futuro cambio climático para diferentes escenarios de emisión. La creación de los escenarios de cambio climático es una de las etapas más importantes de un estudio de impactos, pues de ella dependen la magnitud y dirección de los resultados de la evaluación (Limia, Pérez & Valencia, 2017).

Los modelos climáticos globales son las mejores herramientas con que cuenta la humanidad, hoy en día, para indicar como pueden ser los posibles futuros; En este contexto, se usan los modelos climáticos regionales (MCR), un ejemplo de modelo climático regional es el PRECIS (Providing Regional Climate Scenarios for Impacts Studies).

PRECIS ha sido utilizado para estimar futuros climas, a partir de diferentes escenarios posibles de emisiones para los años 2070 y 2100 (Llano & Castro, 2017). PRECIS es un sistema de modelación climática regional, está compuesto por: a) un modelo atmosférico y de la superficie terrestre, que puede ser aplicado a cualquier área del globo terrestre para generar proyecciones detalladas del cambio climático; b) una interface simple para fijar los parámetros y ejecutar el modelo y, c) un paquete de visualización y procesamiento de datos que permite mostrar y manipular los resultados del MCR *(Jones,* et al., 2016).

En el caso particular de Cuba, el sistema PRECIS ha sido usado extensivamente por especialistas del Centro de Física de la Atmósfera (*Vichot,* et al.,Centella. 2019). Se ha usado para generar salidas a futuro, usando diferentes resoluciones de 50 y 25 km y se ha alimentado con diferentes modelos globales, a saber ECHAM4 y ECHAM5, del Centro Max Plank en Alemania, así como el HadCM3 y el HagGEM2-ES, del Centro Meteorológico del Reino Unido *(Vicho,* et al., 2014).

En esta investigación se usó el modelo Global HadGEM2-ES para alimentar al Modelo Climático Regional PRECIS. HadGEM2-ES es uno de los modelos globales del Met Office Hadley Center, utilizados para proporcionar simulaciones climáticas a CMIP5. HadGEM2 son las siglas de Hadley Center Global Environment Model versión 2. El HadGEM2-ES presenta una configuración de sistema terrestre por lo que es más avanzada que las otras configuraciones en la familia del HadGEM2.

Los experimentos de HadGEM2-ES para CMIP5 implican realizar una simulación histórica (definida como 1860 a 2005) utilizando el registro histórico de factores climáticos forzados como, gases de efecto invernadero, aerosoles y forzamientos naturales, como cambios solares y volcánicos. El estado del modelo en 2005 se

utiliza luego como condición inicial para las 4 futuras simulaciones de rutas de concentración representativas (escenarios RCP). Tendremos entonces simulaciones distintas para el RCP 2.6 (Van *Vuuren,* et al., 2011), 4.5 (T*homson,* et al.,, 2011) y 8.5 *(Riahi,* et al., 2011).

Los RCP (8.5, 4.5 y 2.6) produjeron los datos de entrada necesarios para los modelos regionales y, por lo tanto, están disponibles dentro del sistema PRECIS. Los RCP describen una amplia gama de futuros potenciales para los principales impulsores del cambio climático: gases de efecto invernadero, emisiones de contaminantes atmosféricos y cambios en el uso de la tierra. Los escenarios de emisión de RCP 4.5, más bajos y, RCP 8.5, más altos, se definen en términos de forzamientos radiactivos de 4.5 y 8.5 watts por metro cuadrado para fines del siglo XXI.

RCP 8.5 representa el rango superior de concentraciones, mientras que RCP 4.5 está cerca del rango inferior de concentraciones. El escenario RCP 2.6 tiene niveles de forzamiento radiactivo que disminuyen a 2.6 watts por metro cuadrado para el año 2100.

Comportamiento de los escenarios bioclimáticos para los sistemas de producción de ovinos en Ciego de Ávila, Cuba

El estudio se llevó a cabo en la provincia Ciego de Ávila, ubicada en la región central de la República de Cuba, con una extensión superficial de 6971.64 km^2 y un área de tierra firme de 6194.90 km^2. Las principales actividades económicas son la agrícola, ganadera, forestal y turística et al., 2015). La provincia Ciego de Ávila se caracteriza por veranos muy calientes e inviernos cortos. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 18 °C a 33 °C y rara vez baja a menos de 14 °C o sube a más de 36 °C, con vientos del este al noreste desde Cayo Coco hasta Júcaro, la humedad relativa promedio fluctúa del 72 % al 85 % a lo largo del año *(Sorí,* et al., 2014).

Se utilizó la distribución de las condiciones bioclimáticas del consejo popular de Modesto Reyes (municipio Ciego de Ávila) para un periodo histórico de 45 años (1960-2004) y para un periodo futuro a partir de salidas del Modelo Climático Regional PRECIS, para tres escenarios RCP (rutas de concentración representativas) 2.6, RCP 4.5 y RCP 8.5 .Los datos utilizados, se obtuvieron a partir de la información disponible del proyecto Superclima.

El período de referencia (1960-2004) quedó definido a partir del RCP histórico. Para los escenarios futuros (RCP 2.6, RCP 4.5 y RCP 8.5), aunque contempla datos desde 2005 hasta 2019, fueron utilizados los datos a partir de 2021, se analizó el comportamiento de las variables que influyen en el cálculo del ITH (Índice de temperatura y humedad relativa), se realizó el análisis a diferentes escalas (meses y años), enfatizando en los comportamientos correspondientes a los años 2030, 2050 y 2100.

El dominio donde se ubica la zona objeto de estudio es un subdominio de la región centro para la cual se corrió el modelo climático regional, con las coordenadas (21 52´48.6´´ N, 78 41´32.6´´ W). Para la interpretación y análisis de los resultados se tuvo en cuenta los rangos fisiológicos de los indicadores vitales para los ovinos.

La predicción de la temperatura ambiente (TA) y la humedad relativa (HR) para la línea base (1960-2004) y para los escenarios hasta el 2100 se muestran en la Fig. I.22. El análisis visual permite comprobar que las tendencias de forma general; para la temperatura es a aumentar, mientras que para la humedad es disminuir, la línea base mostró valores que oscilan entre 20 y 21 ºC para la TA y de 75.5 a 72 % para la HR, lo que genera un ITH entre 66 y 68 u (Fig.I.23).

En el caso de los escenarios futuros para el RCP 2.6 la temperatura mantendrá un valor estable de 32ºC y la humedad oscilará entre 74 y 74.5 %, para el RCP 4.5 la temperatura aumentará progresivamente desde los 31.7 hasta los 33.5 ºC y la HR oscilará entre 72.7 y 74.2 %, generando ITH desde los 76.4 hasta78.5 u. El escenario 8.5 pronostica el mayor deterioro con valores de ITH superiores a los 78 u y superan los valores de 82 u cercanos al año 2100.

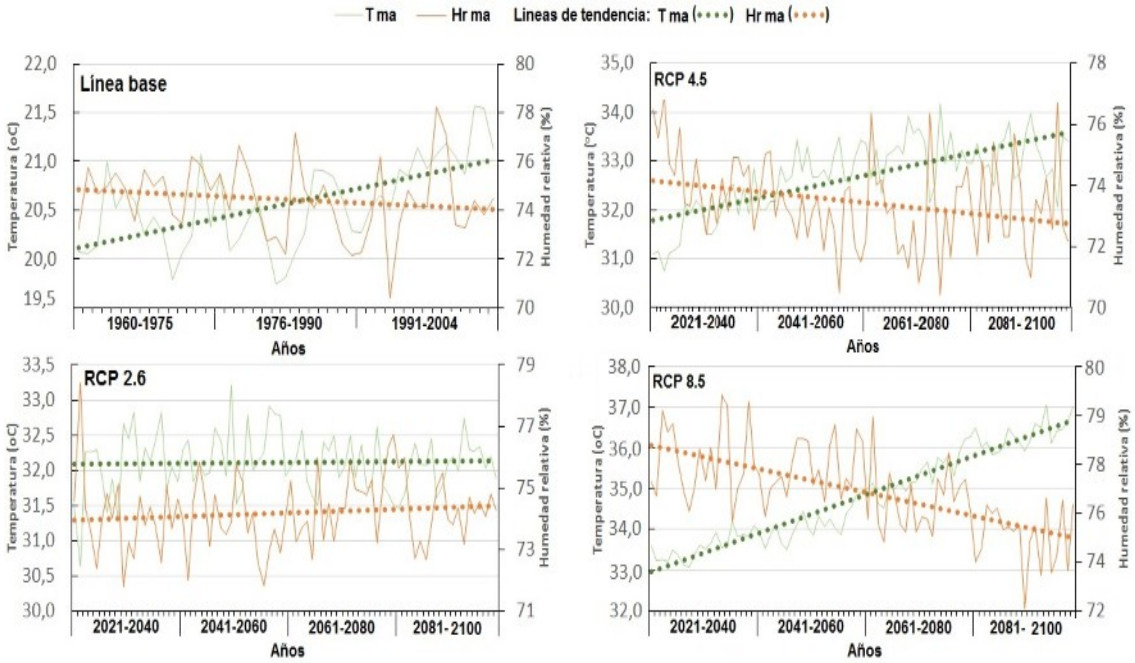


Fig. I.22. Tendencia de las variables temperatura y humedad relativa (Línea base y escenarios futuros).

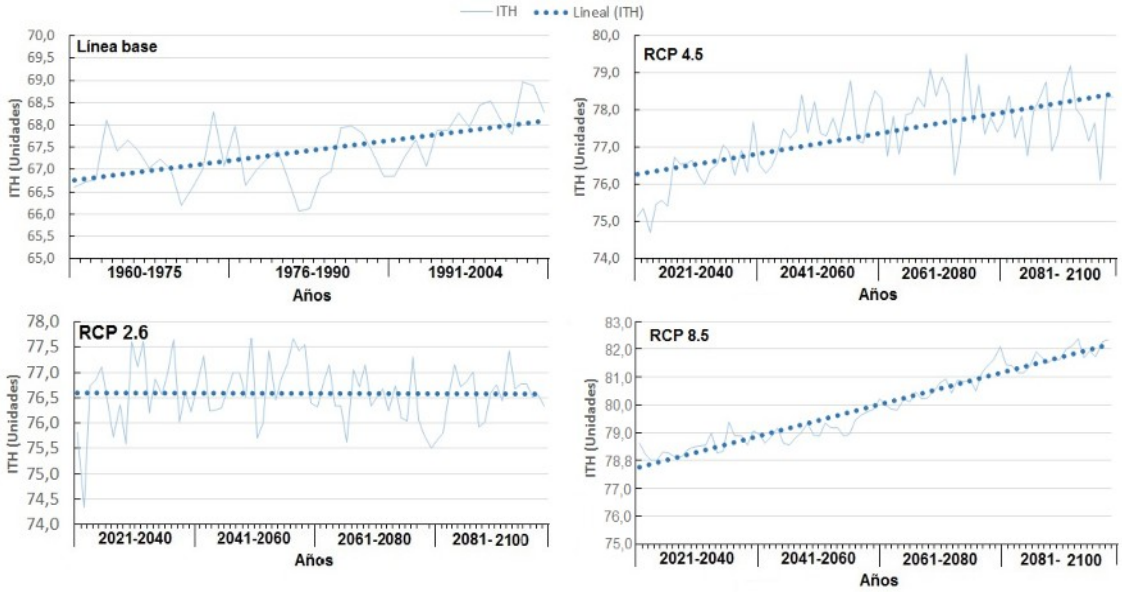


Fig.I.23. Tendencia del ITH (Línea base y escenarios futuros).

El análisis del comportamiento mensual de las variables TA y HR, para la línea base y los escenarios RCP 2.6, 4.5 y 8.5, se especificó en los años 2030 (Fig. I.2 4), 2050 (Fig. I.25) y 2100 (Fig.I.26), y las Fig. I.27, I.28 y I.29 muestran el comportamiento mensual del ITH, la línea base y los escenarios RCP 2.6, 4.5 y 8.5 para los años 2030, 2050 y 2100, respectivamente.

En el año 2030 (Fig. I.24) según un escenario RCP 2.6 la temperatura oscilará entre 28.5 y 35.5 ºC, siendo los meses de julio y agosto los de más altas temperaturas, la humedad oscilará entre los 60.5 y 80 %. Para un escenario RCP 4.5 la temperatura alcanzará picos de 34.9 ºC en los meses de julio y agosto manteniéndose en valores de 29 y 30.9 ºC y la humedad entre 64.5 a 75.5 %. Los RCP 8.5, pronostican temperaturas de 28 a 36.2 ºC y los picos sostenidos abarcarán los meses de julio, agosto y septiembre. Los valores de ITH en el año 2030 generados para el escenario RCP 2.6, 4.5 y 8.5 (Figura I.24) alcanzarán las 89.5, 89 y 92 u, respectivamente en los meses de julio y agosto.

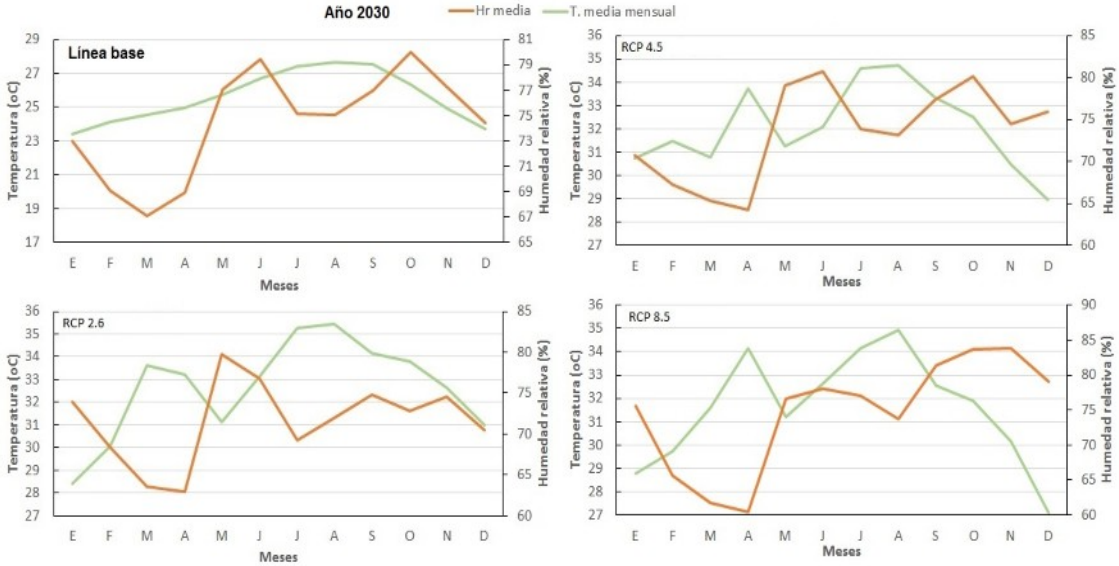


Fig. I.24. Comportamiento mensual de las variables temperatura y humedad relativa línea base y escenarios 2030.

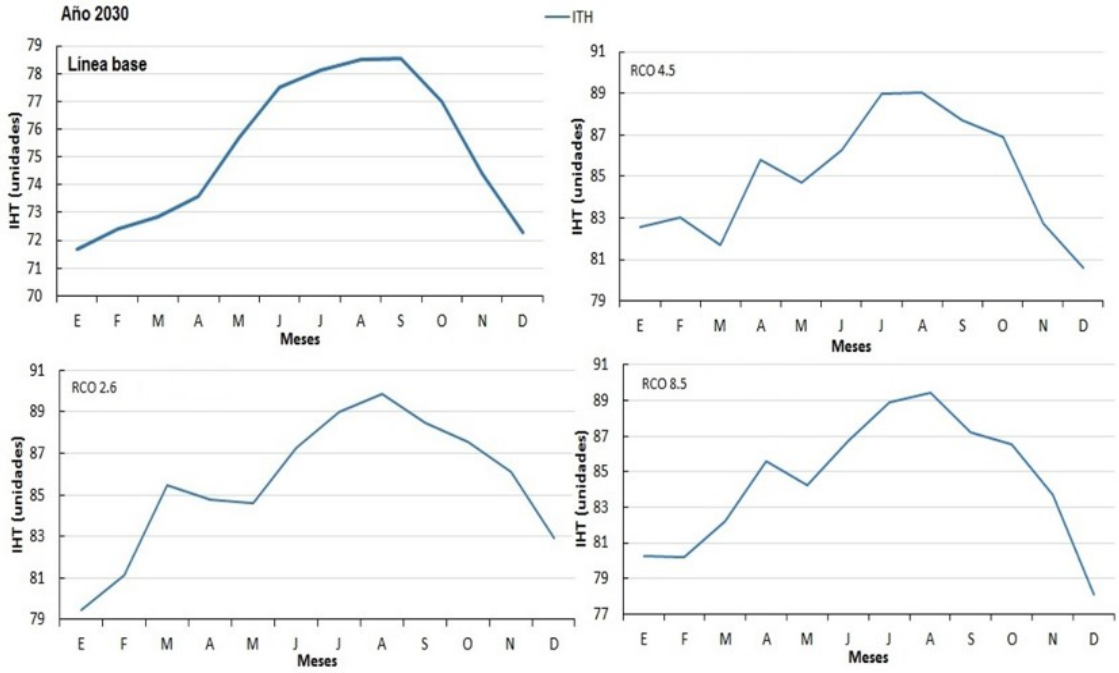


Fig. I.25. Comportamiento mensual del ITH línea base y escenarios 2030

El comportamiento de las variables TA y HR para el año 2050 (Fig. I.25) muestra para un RCP 2.6 que la temperatura tendrá valores sostenidos superiores a los 32ºC durante todos los meses y alcanzando en julio 35.5 ºC y la humedad relativa entre 63 y 83 %. Para un escenario RCP 4.5, la temperatura oscilará entre 31 y hasta 35.9 ºC, y se mantendrá con valores superiores a los 34ºC desde abril y hasta septiembre, la humedad estará entre 64 y 84 %. En el caso del escenario RCP 8.5, la temperatura oscilará entre 30 y 39ºC con valores superiores a los 37ºC desde mayo y hasta septiembre y la humedad entre 65 y 86 %. El comportamiento de las variables antes descritas para los meses entre julio y septiembre generará valores

de ITH, en el 2050 de 90, 90 y 91.2 u para los RCP 2.6, 4.5 y 8.5, respectivamente (Fig. I.26).

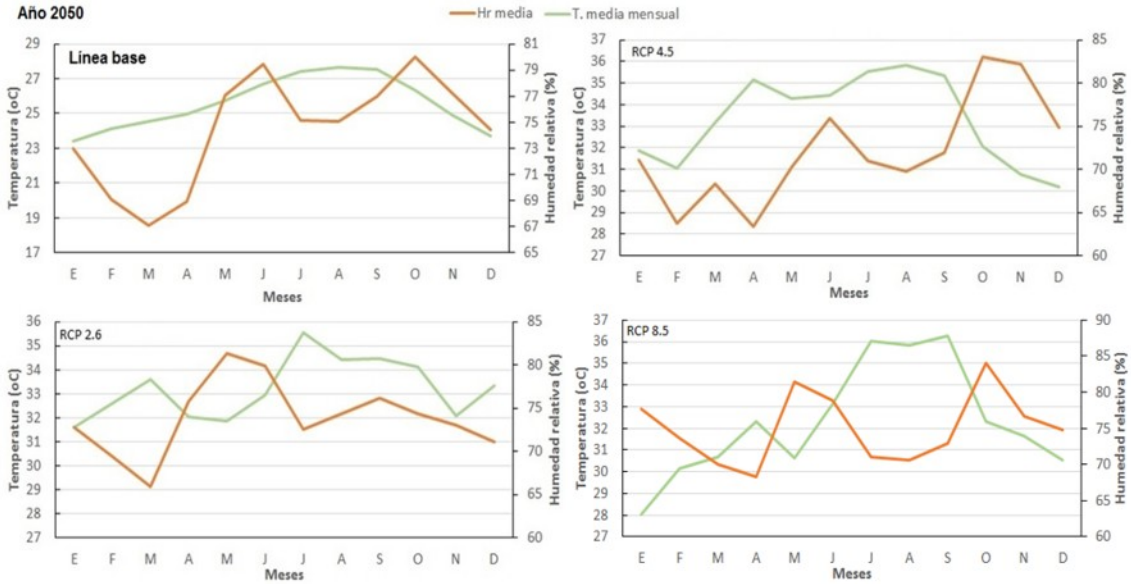


Fig. I.26. Comportamiento mensual de las variables temperatura y humedad relativa línea base y escenarios 2050

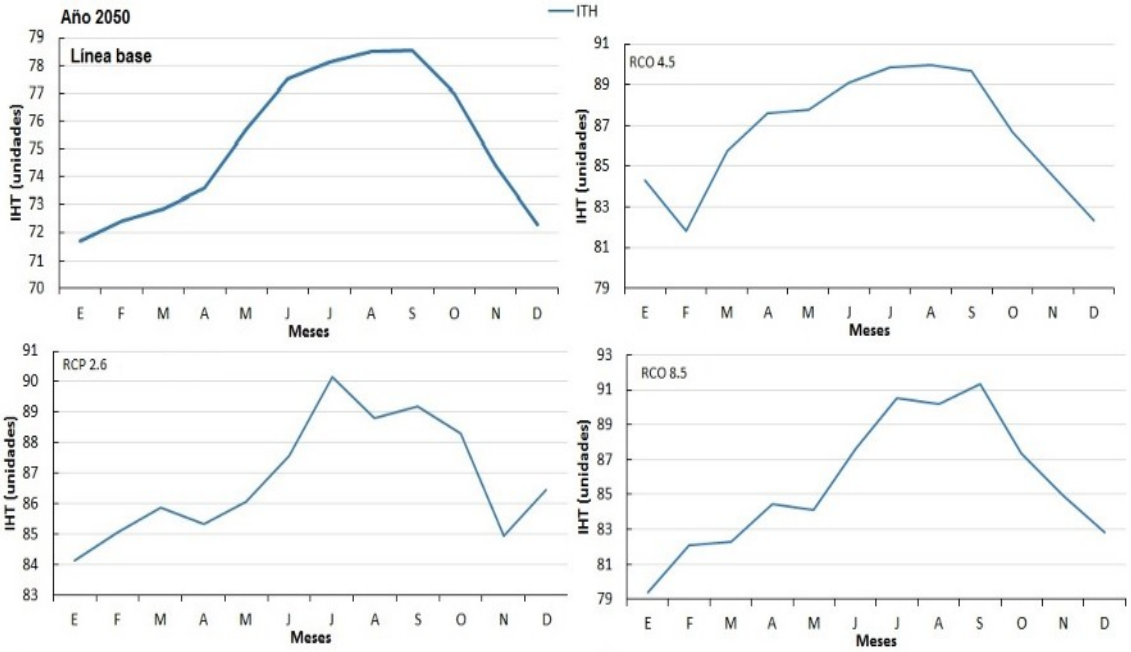


Fig. I.27. Comportamiento mensual del ITH línea base y escenarios 2050.

Para el año 2100 el comportamiento de las variables temperatura y humedad relativa se muestra en la Fig. I.27. Para el RCP 2.6, los valores de temperatura oscilarán entre 29 y 35 ºC, con valores sostenidos mayores de 34 ºC desde julio a octubre, la humedad entre 73 y 83 %. En el caso de los RCP 4.5 los valores de temperatura oscilarán de 30 a 36.8 ºC, con valores sostenidos superiores a 34 ºC desde junio a noviembre, y la humedad relativa entre 63 y 83 %. Para el RCP 8.5, los valores de temperatura oscilarán desde 32 a 39,6ºC, con valores inferiores a 34ºC solo en el mes de diciembre y la humedad entre 65,2 y 85%. El

comportamiento de las variables descritas para los meses entre mayo y octubre de 2100, generan valores de ITH de 89, 91 y 95,2 u para los RCP 2.6, 4.5 y 8.5, respectivamente (Fig. I.28).

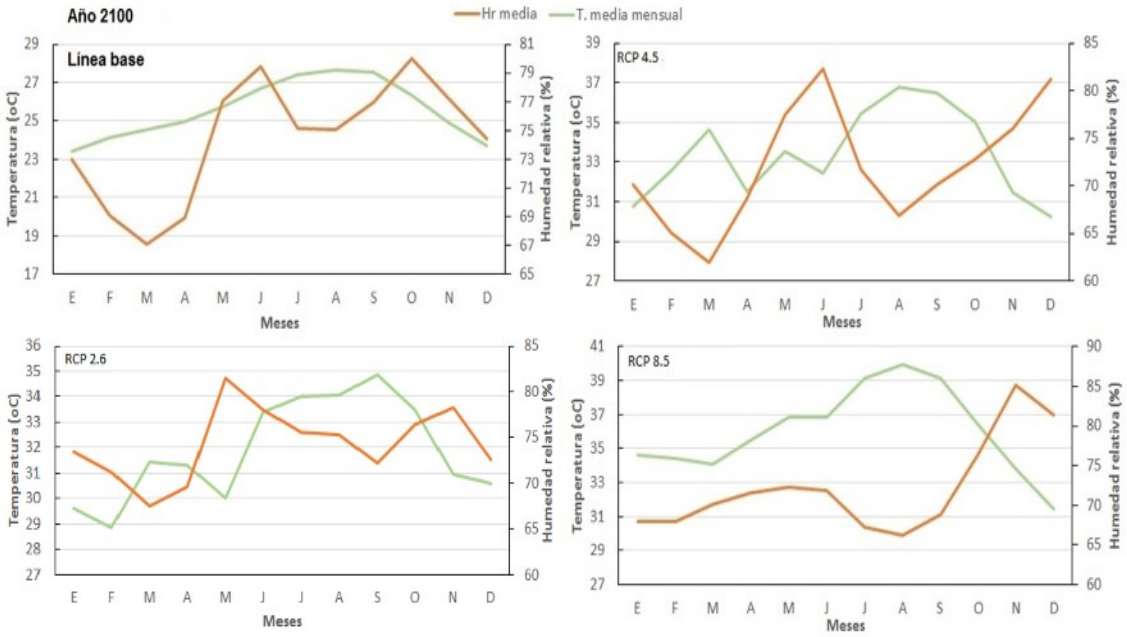


Fig. I.28. Comportamiento mensual de las variables temperatura y humedad relativa línea base y escenarios 2100.

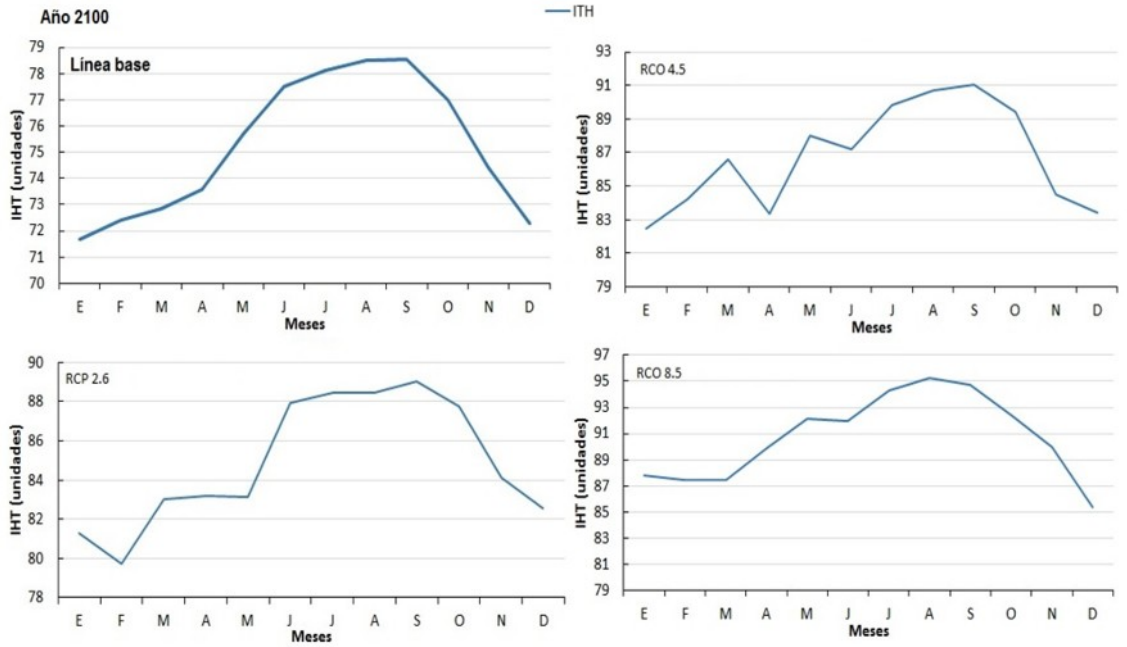


Fig. I.29. Comportamiento mensual del ITH línea base y escenarios 2100.

Los valores estimados para los escenarios elaborados coinciden con los resultados de Karmalkar, *et al.,* y Rodríguez, *et al.,* , en estudios sobre el cambio climático en el Caribe y CEPAL , particularmente en Cuba, estos sugieren que la temperatura del aire podría aumentar y las precipitaciones disminuir a finales del siglo XXI,

especialmente durante el periodo lluvioso. Según Schewe, *et al.,* la tendencia global es al aumento de la temperatura del aire y cambios en las precipitaciones.

Según Pérez, *et al.,* se estiman cambios a nivel global en el comportamiento de diferentes variables meteorológicas y mayor frecuencia de eventos extremos. En particular, el incremento probable de la temperatura entre 1.8 y 4.0 °C, podría llegar hasta 6.4 °C para el año 2100 (con respecto al período 1980-1999). Sin embargo, en el quinto informe del IPCC, (2014) utilizando escenarios RCP, los resultados indican la probabilidad de que la temperatura promedio global en la superficie se incremente entre 0,6 ºC y 4,5 ºC (con respecto al periodo 1986-2005) para finales de este siglo. En resumen, el calentamiento global y la magnitud del cambio climático proyectado dependen del escenario de emisiones considerado.

La interpretación de los escenarios bioclimáticos descritos anteriormente permite plantear que existirán condiciones favorables para el desarrollo de estrés por calor en ovinos en áreas de Ciego de Ávila, fundamentalmente por los aumentos de temperatura a causa de los cambios climáticos. Según Pereira, *et al.,* (2014), la zona de confort térmico para ovejas varía de 15 a 30 °C, y la temperatura crítica superior es a partir de 35 °C, aunque Reyes, *et al.,* (2018) consideran este estado a partir de 39.1 ºC.

En este sentido, Oliveira, *et al.,* (2013) observaron una mayor intensidad de pastoreo en ovejas Santa Inés, relacionado con las mejores condiciones atmosféricas. Estos autores platean que la primera manifestación que mostrarán los ovinos es en la conducta en pastoreo, con la reducción del consumo de pastos. López, *et al.,* (2015) refieren que en respuesta al estrés por calor en el ganado ovino se reduce la ingesta de alimentos. Estos resultados coinciden con De, Kumar, *et al.,* (2017) y Solórzano, *et al.,* (2018) quienes refieren que cuando los valores de temperatura son altos, los animales disminuyen considerablemente el consumo y permanecen más tiempo en descanso y rumia.

Otros aspectos del fisiologismo animal pueden sufrir afectaciones con las condiciones pronosticadas, como son los parámetros temperatura corporal y frecuencia respiratoria. Seixas, de Melo, *et al.,* (2017) plantean que las condiciones ambientales pueden comprometer el mantenimiento de la temperatura corporal. Las condiciones de estrés calórico provocarán en los ovinos la activación de mecanismos de defensa para el mantenimiento de la temperatura corporal.

Las mediciones de frecuencia respiratoria se utilizan ampliamente para evaluar el estrés por calor y el aumento de este parámetro es el primer mecanismo de control para las ovejas en entornos de estrés por calor. Habeeb, Gad & Atta, (2018) detectaron variaciones en la frecuencia respiratoria en respuesta a los cambios en la temperatura ambiente y el ITH observados a través del día. Por su parte, Seixas *et al*. refieren que las variables fisiológicas aumentaron con el incremento en la temperatura a través del día, tanto bajo condiciones de estrés calórico como de termoneutralidad. Otros autores también han informado del aumento de la frecuencia respiratoria en respuesta al incremento de la temperatura:

Srikandakumar, Johnson & Mahgoub, (2003), con ovejas Omaníes y Merinas, Romero, *et al.,* (2013) con ovejas Pelibuey y Macías, *et al.,* (2016) con ovejas Dorper x Pelibuey.

Las condiciones descritas en los escenarios elaborados pronostican incluso para los de bajas emisiones, valores de ITH desde los 76.4 hasta 78.5 u, y para escenarios de medias y altas emisiones se alcanzarán ITH desde 75 hasta superiores a los 80 u, condiciones de estrés para los animales, incluidos los ovinos. Marai, *et al.* (2007) propusieron una escala indicativa del grado de estrés por calor que experimentan las ovejas. De acuerdo con esta categorización, un ITH entre 82 y 84 u es indicativo de estrés por calor moderado, entre 84-86 u representa estrés por calor severo y más alto de 86 u representa estrés por calor extremo, los valores inferiores a 82 u indican que no hay estrés por calor.

El comportamiento mensual para los años estudiados, coinciden en presentar picos de ITH en los meses de junio, julio y agosto con valores que oscilan en el caso de escenarios de bajas emisiones entre 89 y 90 u y para escenarios de medias y altas desde 89 y hasta 95 u. Neves, *et al.* (2009) destacan que las ovejas de pelo comienzan a experimentar estrés por calor cuando el ITH está entre 78 y 79 u. Asimismo, López *et al*. encontraron que las ovejas de pelo comienzan a experimentar estrés por calor cuando el ITH es superior a 72 u. Los ovinos, según el pronóstico de los escenarios elaborados, enfrentarán condiciones de estrés severo.

A pesar de las valoraciones realizadas en atención a los escenarios bioclimáticos en sus diferentes escenarios de emisión RCP 2.6, 4.5 y 8.5 tanto para los años 2030, 2050 y 2100 en consideración a los parámetros del método empleado, es importante reflexionar sobre el efecto que puede ejercer el sistema de crianza, el tipo de pastoreo y la incorporación del componente arbóreo en algunas de las modalidades de sistemas silvopastoriles. La presencia de sombra puede llegar a generar un ambiente favorable a las condiciones de pastoreo (Aengwanich *et al*. 2011, Barragán, Mahecha & Cajas 2015, López *et al*. 2015 y Lins, *et al.* 2021).

Independientemente de las deducciones realizadas en las interpretaciones de los escenarios bioclimáticos de la no existencia futura de condiciones favorables para el desarrollo de sistemas de producción de ovinos para los años 2030, 2050 y 2100 bajo el efecto del cambio climático; se hace preciso referir numerosos estudios que coinciden en plantear la importancia de la sombra natural y los sistemas silvopastoriles como una de las alternativas para mitigar el efecto negativo de las condiciones ambientales adversas (*Vieira*, et al. 2021).

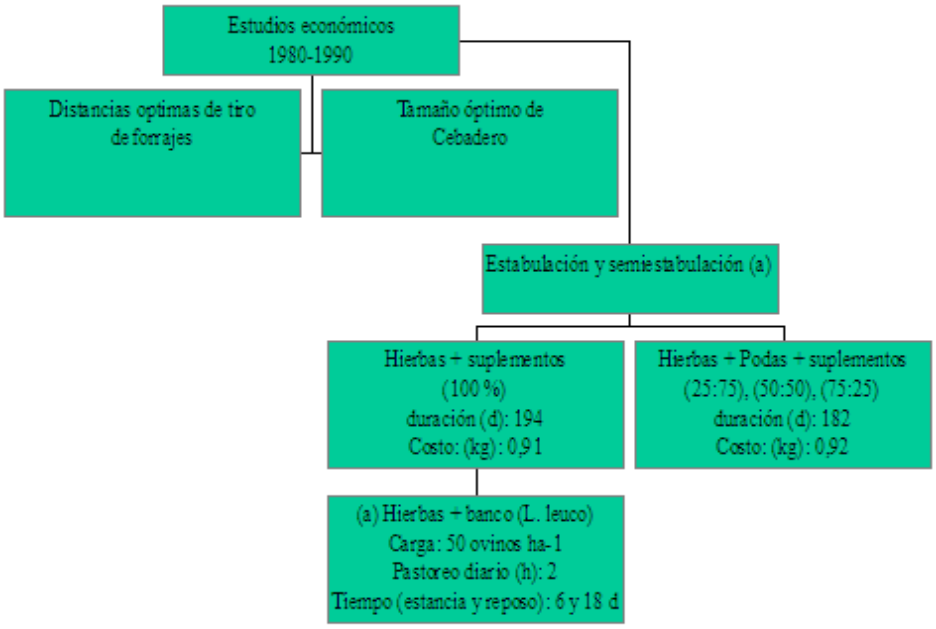
Una de las vías para transformar el microclima en la producción de rumiantes y garantizar el bienestar animal en un ambiente cada vez más afectado por condiciones desfavorables como las altas temperaturas y humedades relativas es la introducción de árboles *(López*, et al. 2017), que regulan la radiación solar que incide directamente en los animales en pastoreo y favorecen el bienestar térmico *(Sousa*, et al. 2015).

II-La integración de ovinos a las plantaciones de cítricos

Dra.C. Angela Borroto Pérez; MSc. Rafael Pérez Carmenates; Dr.C. Carlos Armando Mazorra Calero; MSc. Iván Gutierrez Rojas; Dra. C. María Borroto Pérez; Dra.C. Dayamí Fontes Marrero; Dr. C. Yanier Acosta Fernández &. Dra.C. Nieves Cubillas Iáñez.

Seguidamente se muestran los esquemas de trabajos de las investigaciones seguidas en el tiempo, para las posibles alternativas de integrar ovinos en plantaciones de cítricos en producción de la provincia de Ciego de Ávila (1980-2004) (Fig. II.1, II.2 y II.3).

Fig. II.1



Secuencia experimental seguida en los estudios económicos para proponer las mejores distancias de forraje y tamaño óptimos para los cebaderos ovinos, usando subproductos frescos de las plantaciones citrícolas. (1980-90).

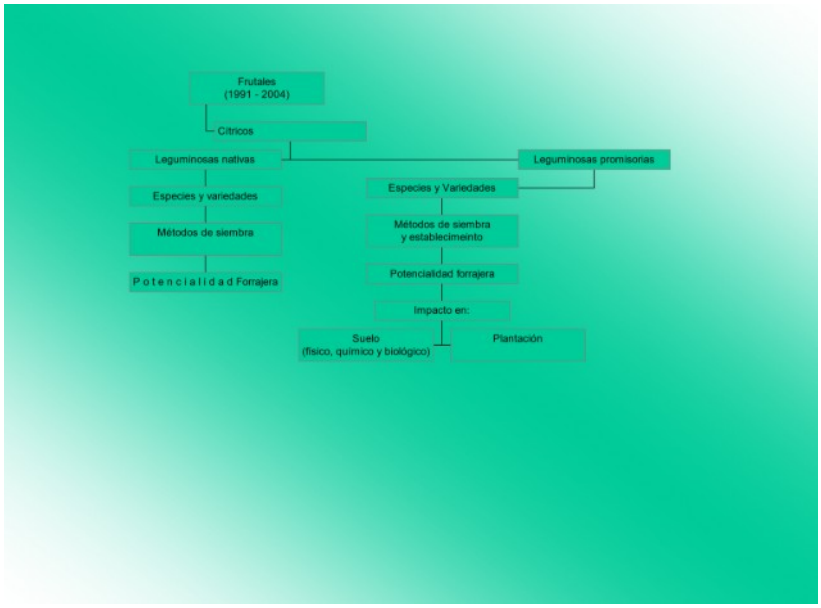


Fig. II.2 Secuencia experimental seguida para el manejo sobre las coberturas naturales y promisorias de leguminosas a establecerse en las plantaciones de cítricos (1991-2004) y sus impactos principales.

II.1 Subproductos generados en las plantaciones citrícolas de coberturas naturales en la década del 80 y su potencial en la alimentación de ovinos

Características generales de las plantaciones de cítricos en estudio

En la década de los 80, los cítricos ocuparon en Cuba unas 134 000 ha entre producción y fomento, considerándose entre los cinco principales frutales del país, con predominio en las regiones occidental y central (CEE, 1995). En 1985, se referían en el país unas 71.6, 30.5 y 10.6 ha de naranjas dulces, toronjas y limones, respectivamente, de las cuales el 79 % se encontraban en producción (Borroto, 1988).

La tecnología de producción de los cítricos incluía el mantenimiento de una cobertura vegetal con un césped natural entre las hileras de los árboles, mantenido generalmente mediante chapeas periódicas, que producía volúmenes considerables de material verde con potencialidades para la alimentación de rumiantes (De la Osa, 1986, *et al.* 1987), también se generaba anualmente un subproducto constituido por ramas de cítricos, proveniente de las podas en seto, que se realizan cíclicamente con una frecuencia aproximada entre 2- 4 años.

Los trabajos de investigación para integrar ovinos a los cítricos, se ejecutaron en campos de *Citrus sinensis*, var. Valencia, *Citrus paradisi* var. Marsh y *Citrus limón* var. Lima Persa, en plantaciones de 10 años, en correspondencia con la composición varietal de la Empresa Cítrico Ciego, donde la naranja Valencia ocupaba el 50.8 %, la toronja Marsh el 16.4 % y la Lima Persa el 14.6 %, acorde con la composición varietal nacional establecida en esos momentos (Borroto, 1988).

Las plantaciones se encontraban sustentadas sobre suelo Latosólico rojo típico sobre roca caliza muy profundo, con riego por aspersión y norma parcial neta e intervalos de riego fijos de 439 m^3 ha^{-1} cada 12 días aproximadamente, como se establecía en la carta tecnológica del cultivo, sembrados con marcos de plantación de 8 x 4 m para las naranja y lima, así como 10 x 5 m para la toronja (Borroto & Borroto (1996).

Podas de los cítricos

En la agrotecnia citrícola se establecía realizar cinco tipos de podas, sin embargo solamente poseen potencialidad alimentaria para rumiantes las denominadas “seto“ (forma de mantener la copa del frutal) y las de “rehabilitación” (eliminación periódica de las ramas más envejecidas de los árboles citrícolas), siendo cualitativamente superior la primera, por su mayor proporción de hojas y brotes verdes, con una

composición bromatológica similar a la de un forraje de clima templado (Borroto, 1988).

Coberturas naturales en los campos de cítrico

Los trabajos realizados por Borroto, *et al.* (1989) y Borroto, Pérez & Borroto (2001) demostraron que los marcos de plantación estudiados, de acuerdo a la especie y variedad de cítrico, permitían aprovechar entre el 57-64% del área total de la plantación para la cosecha de las hierbas, en cuya composición botánica predominaron las especies de *Paspalum notatum* y *Panicum maximum = Megathyrsus maximum* (Tablas II.1 y II.2) (Fotos II.1, II.2 y II.3).

Las alturas alcanzadas por este pasto natural hasta un grado de enyerbamiento medio, máximo admisible de acuerdo a la tecnología del cultivo, fue como promedio de 13,2 y 37,8 cm para las épocas poco lluviosa y lluviosa respectivamente, lo cual posibilitó obtener una cantidad de masa verde cosechada que no sobrepasó los 2,2 - 2,3 y 6,7 a 11,2 t ha^{-1} por corte, en los campos bajo el sistema de riego por aspersión para estas épocas del año respectivamente; lo anterior representó unas 8-10 siegas anuales, que potencialmente pudieran alimentar a 4 ovinos en crecimiento-ceba ha^{-1} al año, en periodo poco lluvioso y 16 ovinos durante el periodo lluvioso.

Tabla II. 1. Caracterización media de las plantaciones citrícolas
.

Cultivar/ Parámetros	**naranja Valencia**	**toronja Marsh**	**Lima Persa**
Altura de copa (cm)	25,6	38,7	33,0
Ancho de banda (m)	3,6	3,8	3,8
Área de pasto aprovechada (%)	60,0	64,0	57,0

Tabla II. 2. Composición botánica media en campos con sistema de riego por aspersión, según época (%).

Especies / Épocas	Poco lluvioso [a]	Lluvioso
Paspalum notatum	35	40
Panicum maximun	28	35
Sida acuta	13	6
Bothriochoa pertusa	11	5
Dichantium anulatum	-	7
Otras	13	7

(a): usando norma parcial neta de 439 m^3 ha^{-1} e intervalos de riego fijo cada 12 días.

Foto. II.1 Coberturas de pasto natural en campos de cítricos como posible forraje verde

Se demostró también, que tanto la composición botánica como el volumen de las hierbas potencialmente cosechables variaron cuando se utilizó el sistema de riego localizado, tipo microjet (Borroto, *et al.,* (1997). En este sistema se registró solamente el 23 y 77 % del volumen verde potencial alcanzado en el sistema de riego por aspersión para periodo poco lluvioso y lluvioso respectivamente; con predominio indiferente de la época, de las especies *Evelia tuberosa*, *Brachiaria subcuatriparia* y el *Cynodon dactylon*, las que poseen una aceptabilidad más limitada para los ovinos en comparación con las especies que colonizaron las plantaciones bajo riego por aspersión

En la tabla II.3 se resume la composición química de los subproductos generados en los campos de cítrico en ambos periodos del año.

Tabla II.3. Composición bromatológica media (PB, FB, Ca, P y DMO) de los alimentos generados en los campos de cítricos.

Parámetro	Podas de N. Valencia (Hojas)		Pastos naturales	
	PPLL	**PLL**	**PPLL**	**PLL**
PB (%)	14.4	12.5	13.2	11.1
FB (%)	15.4	14.1	23.6	21.9
Ca (%)	3.6	3.3	1.1	0.8
P (%)	0.2	0.2	0.2	0.2
DMO (%)	52.1	57.8	63.7	53.4

PPLL Periodo Poco Lluvioso; PLL Periodo Lluvioso; PB: proteína bruta o cruda; FB: fibra bruta o cruda; Ca: calcio; P: fósforo; DMO: digestibilidad de la materia orgánica. Fuente: Borroto (1988).

Por otro lado, en la etapa 1980-90, se estudiaron los sistemas de máquinas posibles a emplear dentro de los campos citrícolas en producción, para cosechar y acarrear mecánicamente como forraje verde, las coberturas naturales de las calles del cultivo principal, también la metodología a seguirse para elaborar pacas de heno del forraje proveniente de las calles del frutal, así como el procesamiento de las podas “en seto” de los cítricos y sus principales resultados (Fig. 3)

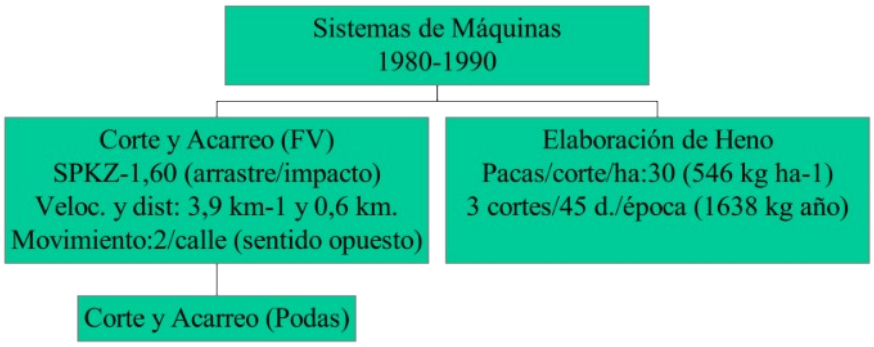


Fig. II.3. Secuencia experimental seguida en las investigaciones sobre sistemas de máquinas para el corte y acarreo del forraje verde (coberturas naturales y podas de ramas de cítricos), la conservación de las coberturas naturales (heno) en las plantaciones de cítricos y sus propuestas. (1980-90)

Cosecha mecanizada de forraje fresco y elaboración de heno procedente de las coberturas naturales de las calles de los cítricos

Los primeros resultados de estos estudios demostraron, que el control de la hierba para ser cosechada como forraje verde podía realizarse utilizando el sistema de siega-corte y acarreo recomendado por Pérez, Parra & Naranjo, *(*1984) con una frecuencia media de corte de 45 días, para mantener un enyerbamiento de ligero a medio, con alturas de las coberturas naturales entre 30-50 cm, facilitando también el riego de la plantación y otras labores fitotécnicas (Foto 2).

De igual manera, quedó demostrado también por García, Hernández & Fernández (1989), que esa masa verde podía henificarse *in situ*, con tiempo de secado entre 21 a 48 horas, sin realizarle volteos al material, obteniéndose 546 kg de heno ha^{-1} bruta, con pacas de peso medio de 18,2 kg y calidad evaluada de muy buena (masa seca, proteína cruda y fibra cruda de 94, 13 y 27,6% respectivamente), efectuándose 3 cortes de las coberturas naturales dentro del período poco lluvioso, con un intervalo entre ellos de unos 45 días, posibilitando obtener en un año unos 1 638 kg de heno ha^{-1}, a un costo de producción de unos 8,72 pesos $tonelada^{-1}$ y ganancias de 28,57 pesos $tonelada^{-1}$, con afectaciones mecánicas a la plantación de cítricos (ramas, flores y frutos) inferiores o similares a las producidas por la tecnología tradicional de siega mecánica de la hierba, dentro de las atenciones culturales que necesariamente se realizan para controlar el enyerbamiento del cultivo.

Los resultados económicos obtenidos permitieron indicar la construcción de las instalaciones ovinas con tamaños de 1 400 cabezas, organizando una distancia de acarreo para este alimento voluminoso no superior a 0,6 km (Naranjo & Mesa, 1990).

Foto. II.2 Coberturas de pasto natural en campos de cítricos para elaborar heno.

Diversidad de especies de plantas presentes en las coberturas de los cítricos durante la década de los 90

A principios de los años 90 Cuba sufrió los efectos adversos de la ruptura económica del Campo Socialista de Europa del Este en 1989. La producción de alimentos en un inicio colapsó a partir de la incapacidad de importar fertilizantes, pesticidas, tractores, piezas de repuesto y petróleo. En esta etapa, se produjo la caída de más del 40% del producto agropecuario y la Isla se quedó sin reposición de medios mecánicos. La situación fue tan drástica, que el país anunció el peor crecimiento en la producción de alimentos per cápita de toda América Latina y el Caribe. A causa de este fenómeno, rápidamente se reorientó su agricultura a una menor dependencia de productos químicos sintéticos importados y se convirtió en un ejemplo de agricultura ecológica para el mundo (Altieri & Funes Monzote, 2012; González, Ricardo & Beltrán, 2016).

La producción de cítricos también resistió los embates de tal periodo de penuria y la falta de recursos afectó las atenciones culturales de las plantaciones, lo que al decursar de varios años, varió la composición florística de las áreas del frutal. Estudios publicados (Mazorra, *et al.* 2013) demostraron que la composición florística de este cultivo en Ciego de Ávila en la década del 2000 resultó ser más variada que la referida por Casamayor (1996), Casamayor & Prieto (1997) y Guedes (1997), registrándose 19 familias, 49 géneros y 61 especies de las clases *Magnoliatae* y *Liliatae* (tabla II.4).

Tabla II.4. Composición numérica por taxones de las arvenses en plantaciones citrícolas de Ciego de Ávila.

CLASE	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES
Magnoliatae	17	37	45

Liliatae	2	11	16
Total	19	48	61

Tomado de Mazorra *et al.* (2013)

Las leguminosas encontradas, que agrupan las familias *Fabacea, Caelsalpinaceae y Mimosaceae,* estuvieron representadas en estas áreas por 17 especies nativas, todas, en mayor o menor medida fijadoras de nitrógeno, lo que posibilita el enriquecimiento del suelo con ese elemento (Agamathu & Broughton, 1985). También Fontes (2007) prospectó en las áreas de cítricos de esta provincia, un gran número de especies de leguminosas.

Mejoramiento de las coberturas de cítricos mediante leguminosas herbáceas

Leguminosas nativas presentes en las coberturas de cítricos, con potencialidad forrajera

En las áreas de cítricos (*Citrus sinensis*, var. Valencia, *Citrus paradisi* var. Marsh, *Citrus limon* var. Lima Persa), con una edad media de 20 años en producción, sobre un suelo Ferralítico rojo (Ferrasol), se reportaron alrededor de 11 géneros y 18 especies de leguminosas (Fontes, *et al.* 2000), lo cual demostró la gran diversidad y persistencia de la familia en estas áreas, a pesar de las labores culturales aplicadas entonces en las plantaciones, entre las que sobresalían los controles químicos totales, con aplicaciones de herbicidas (Glyphosate [Round up] y Gramoxone) y los cortes a alturas bajas con frecuencias entre 10 a 12 veces al año.

Durante la prospección, las especies más importantes fueron localizadas y colectadas predominantemente en las áreas de las calles o bandas (zona rectangular entre la hilera de árboles de cítricos), aunque hubo especies que se encontraron también en el área debajo de la copa de los árboles (área en circunferencia o rectangular, bajo los árboles de cítrico).

Entre las especies prospectadas se destacaron por su persistencia e importancia los siguientes: *Alysicarpus vaginalis, Centrosema pubescens, Desmodium canum y Teramnus labialis,* las cuales se encontraron generalmente en asociación con gramíneas tanto cespitosas como macollosas, entre las que sobresalieron *Dichantium annulatum, Paspalum notatum y Megathyrsus máximum*

En la fase de evaluación agronómica, donde se incluyeron las leguminosas más promisorias, sobresalió el *T. labialis (*Foto II.3.) como la de mayores perspectivas para formar coberturas en las áreas citrícolas (Fontes, *et al*., 2004).

Foto. II.3 Leguminosa *T. Labialis* cv. Semilla oscura como mejoradora de las coberturas en las plantaciones de cítricos.

Se introdujeron así las coberturas de leguminosas evaluándose en Cuba preliminarmente con el propósito de utilizarlas en la reconversión a orgánico de ecosistemas citrícolas de Ciego de Ávila (Pérez, 1998) y en la Habana (Clavel, 2004), estudiándose para este propósito fundamentalmente las especies *Clitoria ternatea*, *Stylosanthes guianensis* CIAT 184, *Arachis pintoi* y *Teramnus labialis* cv semilla oscura.

Otras leguminosas promisorias mejoradoras de las coberturas

A partir de características agroproductivas evaluadas (porte y altura de la planta, hábito de crecimiento y métodos de establecimiento) en las especies de leguminosas forrajeras, promisorias para introducir en las áreas citrícolas, se recomendaron las especies *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo (Foto II.4) y el *Arachis pintoi* cv. CIAT 17 434 (Foto II.5). Sin embargo, no se indicaron para este propósito a *Clitoria ternatea* SN - 139 y Stylosanthes *guianensis* cv CIAT 184, porque no lograron adaptarse a las exigencias agrotécnicas del cultivo (Perez, 1998).

En adición, este propio autor (Pérez, 1998) consideró que a partir del conocimiento que se posee de la adaptabilidad a agroecosistemas sombreados, no se descarta la introducción de *Desmodiumi intortum, Desmodium canum, Centrosema pubescens y Macroptilium atropurpureum.*

Foto. II. 4 Leguminosa *Neonotonia wightii* cv. tinaroo como mejoradora de las coberturas en las plantaciones de cítricos.

Foto.II.5 Coberturas naturales en campos de cítricos mejoradas por leguminosas *Arachis pintoi* cv. CIAT 17 434

Cuando se comparó la producción de forraje estacional (Borroto *el al.* 1997) según el tipo de cobertura (Tabla II.5) se notó la influencia favorable de las leguminosas para ambas estaciones del año.

Tabla II.5 Producción de forraje estacional (t de MS ha^{-1})

Cobertura / Época	**Lluviosa**			**Poco Lluviosa**			**Total año^{-1}**
	Legum.	Pasto Nat.	TOTAL	Legum.	Pasto Nat.	TOTAL	TOTAL
Neonotonia Wightii	0,78	0,5	1,28	0,5	0,34	0,84	2,12
Arachis Pintoi	0,58	0,95	1,53	0,6	0,27	0,87	2,40
	-	1,5	1,50	-	0,6	0,6	2,10

Los índices de calidad de las frutas entre otros indicadores, mejoraron con la introducción de las leguminosas en ambos agroecosistemas estudiados. Ese último autor (Borroto *el al.* 1997) concluyó que es posible producir frutas cítricas orgánicas, a partir de la reconversión de plantaciones con producción convencional, en un período de 2 a 3 años, con beneficios económicos (medibles en el corto plazo) y ecológicos (apreciables en la tendencia del sistema).

Al diversificar el agroecosistema citrícola con leguminosas volubles perennes como mejoradoras de las coberturas y evaluar su efecto sobre ese agroecosistema, (Borroto, Pérez & Borroto, (2001), Gutiérrez, *et al*., (2002), Gutiérrez (2003) y Fontes (2007) indicaron que su presencia no tuvo influencias negativas sobre el frutal, por el contrario, fue favorecido de forma directa e indirectamente.

Los niveles de nitrógeno y potasio en sus hojas mejoraron, existiendo evidencias estadísticas en cuanto al aporte de nitrógeno, fosforo y potasio (NPK) por las leguminosas, especialmente durante los dos primeros años y con efectos sobresalientes en la cobertura de *N.wightii.*

En el rendimiento de los frutos (tabla II.6), se evidenciaron diferencias que apuntan hacia los efectos que provocan las leguminosas utilizadas, especialmente *N.wigthii* y *A.pintoi* que con el tiempo permanecieron en el sistema, alcanzando los valores superiores en las coberturas mejoradas con ambas especies, lo que originó una respuesta económica favorable a su uso en plantaciones de *Naranja Valencia Late.*

Tabla II.6. Rendimientos citrícolas bajo el efecto de las coberturas de leguminosas.

Tratamientos	**1er año**		**2do año**		**3er año**	
	Kg planta^{-1}	t. ha^{-1}	Kg planta^{-1}	t. ha^{-1}	Kg planta^{-1}	t. ha^{-1}
Pasto natural	36.2^{b}	11.31^{b}	76.0^{c}	23.8^{b}	77.2^{b}	24.0^{b}
A. pintoi	36.1^{b}	11.28^{b}	101.0^{a}	31.7^{a}	80.5^{b}	25.0^{b}
N. wigthii (A)	35.6^{cb}	11.12^{cb}	98.8^{a}	31.1^{a}	87.5^{a}	27.5^{a}
S. guianensis (B)	41.8^{a}	13.06^{a}	92.3^{b}	28.9^{a}	-	-
C. ternatea (C)	39.2^{a}	12.25^{a}	90.5^{b}	28.4^{a}	-	-
Mezcla (A,B,C)	38.4^{b}	12.00^{b}	68.0^{c}	21.3^{c}	-	-
ES (±)	1.1	0.33	9.0	1.9	5.38	8.38

Medias con letras iguales no difieren significativamente según Duncan ($P < 0,05$).

La calidad del jugo de esas naranjas (Foto II.6), mostró también niveles de los sólidos totales adecuados (sin diferencias entre coberturas), sobrepasándose los índices establecidos y con tendencia a ser superiores en las coberturas de leguminosas. Comportamiento similar se observó para la Vitamina C, con resultados concordantes con las normas definidas para esa especificación.

Foto. II.6. Naranjas producidas en plantaciones citrícolas con coberturas mejoradas por leguminosas

En el suelo las propiedades químicas, físicas y biológicas evidenciaron una tendencia favorable (Borroto, *et al*., 2001); se apreció además una ligera tendencia a la elevación de la materia orgánica a través del tiempo, manteniendo tenores en los rangos adecuados (tabla II.7). Los niveles del pH fueron apropiados para el desarrollo de la macro y microvida del suelo y del cultivo principal. Los valores de calcio, se ajustaron a los tenores medios de los índices señalados para estos suelos y se avienen con la acidez encontrada.

El magnesio mostró también niveles que pueden ser considerados de medios a altos. El fósforo, desde el inicio, exhibió muy bajos niveles, aunque superiores en las coberturas mejoradas por leguminosas comparadas con las naturales, El potasio denotó siempre tenores sistemáticamente altos, con tendencia a valores superiores en las coberturas mejoradas, especialmente con *N. wightii.*

Tabla II.7. Principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo bajo diferentes coberturas.

Propiedades del suelo / coberturas	D	PN	S	M	A	C	G
Densidad (g cm^{-3})	1,22	1,36	1,29	1,07	1,19	1,19	1,19
Materia Org. (% MO)	3,08	3,59	3,13	3,33	3,39	3,18	3,45
Número de Microorganismos totales	175	143	369	205	531	278	374
Número de Macroorganismos totales	0	398	645	521	413	260	1199

Coberturas en el Sistemas: D: suelo desnudo; PN: pasto natural; S: *Stylosantes*; M: Mezcla de leguminosas (*Stylosantes*, *Clitoria*; *Neonotonia* y pasto natural al 33% de cada); A: *Arachis*; C: *Clitoria* y G: *Neonotonia*.

Todas las propiedades físicas estudiadas para los suelos tuvieron valores más favorables para las coberturas mejoradas, las cuales disminuyeron la densidad del suelo y de la fase sólida, elevaron el porcentaje de porosidad, así como el coeficiente estructural (Ke) (Tabla II.8).

Tabla II.8. Influencia de la presencia de cobertura de leguminosa (*N. wightii)* en las propiedades físicas del suelo.

Propiedades físicas	Tipo de Cobertura	
	N. wightii	Pasto Natural
densidad del suelo ($g.cm^{-3}$)	1,19	2,54 - 2,56
densidad de la fase sólida del suelo ($g.cm^{-3}$)	1,36	2,55
Porosidad (%)	53,1 - 53,5	46,7
Coeficiente estructural (Ke)	1,96 -2,01	1,92

En cuanto a la vida del suelo, medida a través de la micro y macrofauna esta exhibió sus mejores niveles en las coberturas donde las leguminosas estuvieron presentes, lo que pudiera permitir inferir un mejor estado en la “salud de ese suelo” que, unido a una evidente disminución de especies de buenanzas o malezas en las "calles o bandas" del frutal con coberturas mejoradas por *N wightii*, hablan a favor de los efectos beneficiosos integrales si se potenciase este sistema de manejo integrado y diversificado de los cítricos en producción bajo esas condiciones edafoclimáticas.

Al evaluar la composición bromatológica de las leguminosas (Tabla II.9) utilizadas en la nutrición de los ovinos Fontes *et al.* (2000) y Mazorra (2006) demostraron su alta calidad para la nutrición de los ovinos (tabla II.9) lo que influye positivamente en la aceptabilidad de varias de sus especies por los animales, lo que, unido a los rendimientos o disponibilidades que se pueden obtener, según el sistema de alimentación utilizado (estabulado o pastoreo), pueden indicar sus inmensas potencialidades para aportar proteína a la dieta de esta especie animal y de esta forma obtener mayores ganancias de peso y mejores resultados productivos.

Tabla II.9. Composición bromatológica de leguminosas cosechadas en campos de cítricos.

indicador	Leguminosas Promisorias	
	N. wightii[1]	*T. labialis*[2]
PB (%)	16.9	14.6
FB (%)	35.4	33.3
Ca (%)	1.47	1.26
P (%)	0.25	0.35
DMO (%)	52.9	-

A los resultados anteriores se adicionan los rendimientos del pasto natural asociado a estas leguminosas, representado fundamentalmente por *Paspalum notatum,*

Megathyrsus máximum y *Sorgum halepense*. Los estudios demostraron gran diversidad y persistencia de la familia leguminosa en estas áreas, a pesar de las labores culturales que recibía la plantación, destacándose los controles químicos con herbicidas (Glyphosate [Round up] y Gramoxone) que entonces se aplicaban y los cortes a alturas bajas con frecuencias de 10 – 12 veces año^{-1}.

Impacto de las leguminosas sobre la composición florística de las coberturas, el suelo, la plantación y los animales

En estudios desarrollados por Fontes (2007) al comparar el efecto de la cobertura de la especie introducida *Teramnus labialis* con respecto a la cobertura natural sobre la composición florística en áreas de naranja Valencia durante cuatro años de evaluaciones (Tabla II.10), se encontraron 15 especies para el área con cobertura natural. De ellas, doce pertenecientes a la clase *Magnoliatae* y tres a la clase *Liliatae,* mientras que donde se estableció *T. labialis* sólo se localizaron siete especies: (cinco de la clase *Magnoliatae* y dos de *Liliatae)*. Lo anterior permite reafirmar que existió una alta diversidad de especies de plantas en estos agroecosistemas.

Con el decursar del tiempo, el comportamiento, presencia y tipo de especie arvense varió. La disminución del número de especies en el segundo (2002) y tercer año (2003) de evaluación respectivamente, con el uso de la cobertura de *T. labialis,* es atribuible al incremento del área cubierta por esta especie y la altura alcanzada por el follaje, propiciado por las condiciones climatológicas favorables en la zona para este período, lo que permitió a la leguminosa manifestar sus potencialidades de desarrollo, ello se logró presumiblemente, a través de una mejor conjugación de los factores climatológicos tales como: radiación solar, precipitaciones y la temperatura, los cuales se manifestaron con valores en rangos adecuados para el crecimiento y desarrollo de esta especie.

Tabla II.10: Especies y número de individuos.m^{-2} detectados durante los años experimentales, bajo cobertura natural (CN) y de *Teramnus labialis* (CT).

Especies	Número de individuos.m^{-2} por años experimentales							
	2001		2002		2003		2004	
Clase Magnoliatae	CN	CT	CN	CT	CN	CT	CN	CT
Sida acuta	10.2	0.10	13.8	27.0	42.5	28.5	68.0	45.0
Momordica charantia	1.50	0.13	1.50	0.13	18.5	25.0	84.0	42.0
Chamaesyce hirta	7.00	0.00	7.50	0.00	11.0	0.00	34.0	0.75
Acalypha avanensis	0.00	3.50	0.00	0.50	4.80	0.25	32.0	12.0
Kallstroemia maxima	0.50	0.00	4.50	0.00	0.00	0.00	22.0	11.0
Merremia umbellata	4.50	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	19.0	7.00
Paternium hysterophorus	3.20	0.00	5.50	0.00	7.50	0.00	18.0	3.00
Euphorbia heterophylla	9.20	0.00	12.5	0.00	8.00	0.00	6.0	0.50
Oxalis corniculata	24.0	0.00	13.5	0.00	3.50	0.00	39.0	2.00
Amaranthus viridis	3.10	0.00	3.50	0.00	1.50	0.00	10.0	0.00
Commelina erecta	10.2	1.50	13.2	0.00	8.60	0.00	44.0	0.00
Sida rhombifolia	2.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	33.0	0.00
Portulaca oleracea	0.13	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00	34.0	0.00

Malachra capitata	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.0	8.00
Boerhavia erecta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.0	9.00
Aeschynomene americana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.0	5.00
Chamaesyce hyssopifolia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00
Clase Liliatae								
Eleusine indica	5.00	2.00	6.00	2.13	18.0	9.60	26.0	0.83
Brachiaria fasciculata	0.00	0.00	0.00	0.00	13.0	0.00	34.0	8.00
Echinochloa colona	0.00	1.00	9.00	0.75	4.75	2.5	4.00	0.00
Rottboellia cochinchinensis	4.80	0.00	0.00	0.00	7.25	0.00	0.00	0.00
Paspalum notatum	10.2	0.00	9.00	0.00	8.00	0.00	25.0	0.00
Panicum maximum	0.00	0.00	8.50	0.00	4.80	0.00	12.0	0.00

El análisis particular de las arvenses presentes mostradas en la tabla anterior corroboran que *Sida acuta* y *Momordica charantia* fueron las especies que mayor resistencia presentaron a la competencia de la cobertura de *T. labialis,* al incrementar *Sida acuta* su población de 0.10 a 45,0 individuos.m^{-2}*,* comportamiento atribuido al alto potencial de semilla que produce esa especie, lo que le posibilita una mayor dispersión y colonización del área. A tal comportamiento se une su hábito de crecimiento (erecto), el cual le confiere la posibilidad de sobresalir por entre "el follaje" creado por *T. Labialis*.

Por su parte *Momordica charantia* varió su presencia de 0.13 hasta 42,0 individuos.m^{-2} al compararse desde el primer año hasta el cuarto año, comportamiento atribuible a su precoz crecimiento y adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas prevalecientes, coincidiendo con lo informado por Navia (2005) en plantaciones de guayaba.

El predominio de *Sida acuta* y *Momordica charantia*, así como el incremento en el número de individuos en la medida que transcurren los años experimentales y más marcadamente en la cobertura natural evidencia, que estas especies manifestaron un alto potencial de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas y de luminosidad presentes en las plantaciones citrícolas, así como la habilidad para asociarse a la población de este entorno.

El predominio de estas dos especies, así como la existencia de otras que en algún momento desaparecieron o presentaron niveles bajos de ocurrencia, lo que evidenció una tendencia hacia los cambios que pueden acontecer en el desarrollo de la cubierta vegetal, expresando la existencia, entre todas estas especies, de una "sinecia o fitocenosis" que forman una comunidad biótica, condicionada mutuamente, apoyadas en sus potenciales reproductivos y las condiciones ambientales prevalecientes en el área, atribuido a lo referido por Jones, Jones, y McDonald, (1995), quienes señalan a la colonización de estas especies en los agroecosistemas y las características morfológicas y estructurales de las mismas, como factores determinantes en el predominio o persistencia de la arvense específica en una condición definida. Otra posible causa pudiese estar relacionada a los efectos alelopáticos que ocurren, tal como refieren Gutiérrez, Felipe, Pérez, Fontes, y Vernon, (2006).

En ambas coberturas evaluadas, de las seis especies de la clase *Liliatae, Eleusine indica* mostró la mayor permanencia durante la etapa experimental; no obstante,

Brachiaria fasciculata (a pesar de no encontrarse en los dos primeros años) se distinguió por ser la especie que mostró mayor número de individuos.m^{-2} en el último año, al parecer a partir de la alta producción de semilla producida por la misma (Rodríguez, Rodríguez y Pérez, 1988).

Otras especies de la clase *Liliatae*, tales como *Rottboellia cochinchinensis, Paspalum notatum y Panicum máximum=Megathyrsus maximum,* sólo se manifestaron en el área con cobertura natural, manteniendo como promedio presencial entre 4.8 y 25.0 individuos.m^{-2}. En la cobertura de *Teramnus labialis* nunca se encontraron presentes las mismas, lo que permitió inferir que dicha cobertura no posibilitó la emergencia, crecimiento y desarrollo de éstas, debido quizás a la existencia de efectos alelopáticos no estudiados en la presente investigación.

La disminución o variaciones en la composición florísticas de arvenses en la plantación citrícola estudiada, coincide con lo planteado por Casamayor (1996) y Gutiérrez *et. al.* (2006), al afirmar estos autores que la plantación citrícola puede regular el desarrollo de especies de hierbas menos tolerantes a la sombra. A lo anterior podría añadírsele que la acción cobertora del suelo que realiza *T. labialis* crea "un colchón" que evita la proliferación de arvenses con limitado poder competitivo por la luz, así como por sus demandas y preferencias para adaptarse a los diferentes ambientes (Machado, 2002).

Las modificaciones propiciadas sobre algunas propiedades biológicas, químicas y físicas con el empleo de tres alternativas de protección del suelo: cobertura con la leguminosa *T. labialis (CT);* bajo cobertura natural (CN) y suelo desnudo (SD), en plantaciones de naranja *Valencia late*, se presentan seguida y así mismo entre ellos.

La comparación entre las tres variantes experimentales en cuanto al número de individuos.m^{-2} y la biomasa (g.m^{-2}) de la macrofauna del suelo, en cada sitio muestreado, en un agroecosistema de naranja *Valencia late,* obtuvo que la cobertura de *T. labialis* superó estadísticamente a los dos restantes tratamientos en cuanto al número de individuos por unidad de área (246.3 CT, 192.6 CN y 15 SD, respectivamente) para los primeros sitios de muestreo. Este resultado se atribuye a la composición que tuvo dicha cobertura, pues al caracterizar a ambas variantes protectoras, la de la leguminosa presentaba valores de proteína bruta de 18.1 % y de fibra bruta de 27.3 %, mientras que la de la cobertura natural presentó valores de 10.03 % y 35.8 %, para cada indicador respectivamente. Las diferencias en la composición de ambas coberturas determinan la abundancia y representatividad de la biota del suelo, lo que coincide con lo afirmado por Ilieva-Makulev, Olejnizack & Szanse, (2004).

Lógicamente no sólo la calidad de la cobertura influye sobre esta diversidad biológica, sino también la cantidad, razón por la cual, en el tratamiento desprovisto de protección el número de individuos fue muy bajo.

El comportamiento de la biomasa de los individuos colectados por tratamientos, mostró un patrón similar al del número de individuos. En este indicador existieron diferencias significativas a favor de *T. labialis*, encontrándose individuos de mayor

peso favorecido por las condiciones de aireación y alimentación que encuentran bajo este tratamiento, ya que las leguminosas presentan en general un contenido de proteína alto, la que se convierte en el suelo en fuente para la alimentación de los organismos edáficos existentes.

Los resultados del comportamiento de algunas propiedades químicas del suelo en los diferentes tratamientos se presentan (Tabla II.11). El mayor porcentaje de materia orgánica se obtuvo al final del período de evaluación en el tratamiento de *T. labialis*.

Los contenidos alcanzados, en todos los tratamientos son clasificados de medios, según los criterios de MINAG, (1984) quienes así lo consideran cuando éstos se encuentran entre 2.0 y 4.0 %. Sin embargo, desde el punto de vista estadístico, los valores encontrados, en ambas coberturas, son superiores a aquellos donde el suelo estaba sin protección, alcanzando la cobertura de leguminosa los mayores incrementos. Los contenidos logrados bajo ambas formas de protección están asociados no sólo al resguardo que hacen estas especies y sus aportes de materia orgánica en sí, sino también al efecto asociado a la macrofauna diversa que allí se encuentra, la que favorece la descomposición de la misma, trayendo consigo su ulterior acumulación en los primeros 0.20 m de profundidad.

Los resultados mostraron incrementos de la materia orgánica del suelo a través del tiempo (0,66 %, tomando en consideración la diferencia entre el contenido final del tratamiento con *Teramnus* e inicial del suelo donde se desarrolló el experimento), lo cual es bajo, pero típico para que se produzca para este tipo de agroecosistema debido al relativamente corto período de tiempo de establecida esta leguminosa como cobertura (cuatro años). En este sentido Fassbender, *et al.*, (1991) indicaron incrementos significativos en sistemas agroforestales después de períodos prolongados (más de 10 años).

Según Pérez (1998), Gutiérrez (2001) y Clavel (2004), en condiciones similares a las referidas en la presente investigación, el comportamiento de la materia orgánica está supeditado al aumento de la producción de biomasa producida por las coberturas.

La importancia de la materia orgánica fue destacada por Sikora & Stott (1996), al afirmar que todas aquellas prácticas de manejo que promuevan el incremento del contenido de materia orgánica contribuyen a la ¨salud¨ del sistema suelo en su conjunto. Similar argumento esgrime Weber (2002), Ferrotti & Luciano (2005) quienes consideran que la materia orgánica desempeña cuatro importantes funciones, agrupándolas en químicas, físicas, biológicas y nutricionales.

Tabla II.11. Comportamiento de algunas propiedades químicas del suelo, al finalizar el primer y cuarto año de la fase experimental, en los primeros 0.20 m.

Tratamientos	pH H_2O	M.O (%)	P (mg de P_2O_5 .100 g^{-1} de suelo)

	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Cob. *T. labialis*	5.66 b	6.30 a	2.98 c	3.46 a	0.74 b	0.80 a
Cob. Natural	5.71 b	6.21 a	2.85 cd	3.18 b	0.64 c	0.66 c
Suelo desnudo	5.7 b	5.65 b	2.81 cd	2.82 cd	0.58 c	0.50 d
Es $\overline{X}$	0.04		0.04		0.01	

Cob. *T. labialis:* cobertura de *Teramnus labialis*; Cob. Natural: cobertura natural; Suelo desnudo: suelo sin protección; Inicio: al finalizar el primer año experimental; Final: al finalizar el cuarto año experimental. Medias con letras no comunes, para un mismo indicador, difieren según Tukey ($p < 0,05$). ES X: error estándar de la media.

El pH del suelo, al finalizar el primer año de la etapa experimental, no mostró diferencias estadísticas bajo el efecto de las variantes estudiadas. Resulta significativo que cuando se toma en consideración el valor inicial que poseía el suelo, antes de establecer la cobertura de *teramnus* (valor de 5.70, según caracterización del área en que se compararon las tres formas de protección del suelo), se manifiesta una disminución de dicho valor, comportamiento que pudo estar determinado por el desempeño de las leguminosas al inducir la acidificación del suelo, proceso en el cual, el exceso de cationes adsorbidos en el proceso de fijación de nitrógeno con relación a los aniones, desempeña un papel de primer orden. Esto condiciona un flujo neto de iones H_3O^+ desde la raíz de la planta hasta la rizosfera, lo que contribuye a la acidificación del medio, según plantean Marx & Nelson (2003). Esta respuesta varió en el tiempo, atribuible al incremento de la materia orgánica en el suelo a través de la mineralización de la hojarasca producida por la leguminosa.

Al finalizar la etapa experimental (cuatro años después) el pH no difirió al comparar los tratamientos donde el suelo estaba protegido, superiores al suelo desprovisto de cobertor, lo que demuestra el efecto protector que sobre el lavado de las bases alcalinas y alcalinotérreas ejercen estas formas de protección del suelo. El resultado obtenido pudo estar relacionado con el aumento en el contenido de calcio, debido a la descomposición de la hojarasca producida (75 kg.ha.año^{-1}, sólo por *Teramnus labialis*), las que aportan calcio al sistema así como a la existencia de una mayor cantidad de organismos vivos, en el suelo protegido, capaces de aportar calcio, dada la presencia de glándulas calciferas en muchos de ellos, aspectos referidos por Borroto *et. al.* (2001), con lo que se logran niveles que no entorpecen el desarrollo de las especies presentes.

La disponibilidad de fósforo (P) (mg de P_2O_5.100g^{-1} de suelo) para las plantas (estimada por el método de Oniani) se incrementó significativamente en el tratamiento donde se encontraba *T. labialis,* con 0.80, mientras que la cobertura natural obtuvo 0.66 y el suelo desnudo alcanzó el 0.50. No obstante, los valores obtenidos fueron bajos lo que pudo estar supeditado a las transformaciones que normalmente ocurren con este elemento en esos tipos de suelos, en los que los óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio existentes, unido a la presencia de las arcillas del tipo 1:1 se comportan como geles anfóteros amorfos que originan cargas inducidas o dependientes del pH y las formas de l P presentes o los aportes realizados son fijados por los coloides, formándose fosfatos de hierro y aluminio, que son formas insolubles e inasimilables por las plantas. A lo anterior puede agregársele que este comportamiento pudiera estar relacionado a los ácidos

orgánicos que libera la materia orgánica, la que impide que los óxidos amorfos de hierro y aluminio cristalicen, siendo estos los que más fijan P.

El mayor contenido de calcio (Ca) en los tratamientos con cobertura pudo estar determinado por el incremento de la materia orgánica que se obtiene a partir de la biomasa proporcionada por las especies que conforman dicha cubierta, así como por la mayor actividad microbiana que se produce en estas alternativas, la que favorece la descomposición de los residuos orgánicos. A lo anterior puede añadirse el posible aporte que pudieran realizar las glándulas calcíferas de los organismos que allí habitan.

Si bien es cierto que los incrementos de Ca fueron bajos, no deben ser menospreciados. Según Borroto & Borroto (1996), se afirma que los cítricos no reciben, tradicionalmente aplicaciones de este elemento y puede disponer de él a partir de los aportes de enmiendas orgánicas. Otra razón para qué los valores de los incrementos de Ca fueron bajos, puede ser explicado a partir de que este elemento es utilizado en el proceso de infección de las plantas leguminosas por el *Rhizobium* y actúa sobre el posterior desarrollo del nódulo, siendo un componente estructural de la membrana celular.

El magnesio (Mg), como un ión que se caracteriza por una movilidad relativamente alta en el perfil del suelo, puede perderse por acción de las precipitaciones, lo que se favorece por las buenas condiciones de drenaje, propios de estos suelos. De ahí que donde se dispuso de una alternativa que minimizara estas condiciones, la presencia del elemento fue mayor, así se obtuco 3.80 $cmol^{+}.kg^{-1}$ de suelo para cobertura de teramnus, 3.70 y 3.30 para la cobertura natural y de suelo desnudo, respectivamente. No es absurdo reflexionar, que no se manifestaron problemas con el balance y la relación internutriente que se establece entre los aportes o incrementos de potasio lograda en la variante bajo el *T. labialis,* con relación a las relaciones intercatiónicas que se establecen entre ellos.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo, como una propiedad físico-química de gran trascendencia en la fertilidad de los mismos, permite considerar que en los tratamientos con cobertura de *T. labialis* y con la cobertura natural, ésta se incrementan con respecto al suelo desnudo, aspectos que están relacionados con los contenidos de materia orgánica, la cual, durante su proceso de humificación, proporciona un incremento de radicales carboxilos y fenólicos, los que inducen el aumento de cargas negativas en la superficie de los coloide, con ello provoca mayor afinidad por la adsorción de cationes, y en consecuencia, mayor CIC.

La densidad del suelo experimentó diferencias significativas entre los tratamientos, con énfasis en los años posteriores al establecimiento de ambas coberturas. Los valores se alcanzaron más bajos en el tratamiento donde se estableció *Teramnus labialis* 0.96 $kg.m^{-3}.10^{3}$, comparados con los obtenidos para la cobertura natural y el suelo desprovisto de vegetación de 1.09 y 1.24, respectivamente, lo que confirmó el efecto positivo que ejerció esta alternativa al propiciar incrementos en los contenidos de materia orgánica. Ello favoreció el volumen del espacio poroso total, y por consiguiente, produjo una disminución de la densidad del suelo.

Un análisis de la humedad a capacidad de campo, el volumen específico total de poros y el volumen específico de aire, permitió constatar que existieron diferencias significativas entre los tratamientos para cada uno de estos indicadores. Los valores más altos se encontraron con la cobertura de *Teramnus labialis,* tratamiento en el que se logró además un mejor estado estructural, comportamiento supeditado a los incrementos de materia orgánica y a las mejores condiciones de humificación que se producen en esta alternativa.

La cobertura con la leguminosa *Teramnus labialis* favoreció los rendimientos de la plantación y resultó significativamente superior al resto de los tratamientos. Los volúmenes de rendimiento al cuarto año de establecida la cobertura de leguminosa alcanzaron 4.43 $t.ha^{-1}$ por encima del rendimiento promedio de la primera cosecha (10.8 $t.ha^{-1}$), después de establecida la misma.

Los indicadores de calidad del jugo cítrico, al finalizar el cuarto año de establecidas las coberturas, se encontraron entre los rangos establecidos de acuerdo con la Norma Cubana de especificaciones de los frutos cítricos (ONN, 1986), lo que evidenció que ninguna de las variables experimentales ensayadas ejerció influencia negativa sobre éstos que los inutilice para su consumo.

Producción y características de las semillas de las principales leguminosas con potencialidades para establecer sistemas integrados

La semilla desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica (Erickson & Halford, 2020). La propagación por semillas es el método principal por el cual las plantas se reproducen en la naturaleza y uno de los más eficaces y utilizados para los cultivos Shahzad, *et al.*, (2019). Se destacan con potencialidades para establecer sistemas integrados las especies de leguminosas *Teramnus labialis*, *Neonotonia wightii*, *Clitoria ternatea*, *Centrosema virginianum* y *Rhyncosia minima*

Teramnus labialis tiene la mayor producción de semillas entre los meses de febrero-abril de cada año, aunque puede extenderse hasta junio-agosto, siendo estos últimos meses de baja producción y calidad de las semillas. Esta especie posee semillas de forma ovalada-globosa y miden como promedio de 2 a 2,5 mm, con una coloración pardo clara u oscura, en dependencia del cultivar. El cultivar Semilla Oscura muestra heteromorfismo en la semilla con variabilidad en la capacidad de germinación, emergencia, dormancia, color y tamaño.

Neonotonia wigthii la cosecha se realiza cuando las vainas se vuelven oscuras, duras y comienzan a abrirse por sí solas entre los meses de febrero y abril. Las semillas oblongas con esquinas redondeadas, comprimidas lateralmente, de color verde oliva a marrón claro a oscuro y rojizo, ocasionalmente moteadas, con un arilo de color blanco, de 2 a 4 mm de largo, de 1,5 a 3 mm de ancho y de 1 a 1,5 mm de espesor.

Clitoria ternatea, la producción de su semilla es abundante, pero su maduración no es uniforme, lo cual dificulta la cosecha de las semillas. Las semillas son lobosas o elípticas y comprimidas, de color oliva café o negras, regularmente moteadas o jaspeadas y de 4,5 – 7,0 mm de longitud y 3 - 4 mm.

Centrosema virginianum produce semillas fisiológicamente maduras después del mes de abril, Las semillas son de forma reniformes y poseen de 3 a 4 mm de largo y de 4 a 6 mm de ancho, son de color café oscuro a claro.

Rhynchosia minima produce semillas hasta el mes de junio. Las semillas presentan una forma reniforme, son de color pardo oscuro a negro moteado, tienen de 3 a 4 mm de longitud por 2 a 3 mm de ancho (II.12).

Siembra y Establecimiento

Las especies presentadas se siembra en Cuba mayoritariamente entre los meses de mayo y noviembre, con la intención de aprovechar la época de lluvias. La siembra se puede realizar a voleo, chorrillo o golpe, con distancia de 50-75 cm entre surcos, a una profundidad de 2-5 cm. Las semillas de todas estas especies presentan dormancia física por lo que es necesario realizar escarificación antes de la siembra. Los mejores tratamientos previos a la siembra son con agua caliente a 80°C, ácido sulfúrico e inmersión directa en Nitrógeno líquido. Sin embargo, los resultados para cada especie resultan variables y es preciso considerar la disponibilidad y facilidad para realizar cada tratamiento de escarificación.

Durante los primeros tres meses, el establecimiento de todas estas especies se ve afectado por el lento crecimiento de las plantas y los problemas de germinación en las semillas. Por lo tanto, resulta necesario mantener un estrecho seguimiento del crecimiento de las plántulas y las labores culturales a realizar como la eliminación de arvenses y el riego hasta que al menos se cubra más del 70% del área por la especie seleccionada.

A pesar de las potencialidades que presentan estas especies, en la actualidad no se ha podido extender su uso en los diferentes sistemas agropecuarios debido principalmente a que el bajo porcentaje de germinación de las semillas limita el establecimiento en campo (González, 2011; Fontes *et al.*, 2018). Los bajos porcentajes de germinación se relacionan con una testa “dura” e “impermeable”, pero sin definir la clase de dormancia de las semillas (Matías y Ruz, 1991; Pérez, Matías, González, Y Alonso, 1997; Reino, Toral, Fonte, Morales, 2019).

La dormancia en las semillas de leguminosas

En la familia *Leguminosae*, se identifican mayormente especies que poseen semillas con dormancia física, aunque es posible encontrar en algunas, dormancia combinada y, en muy pocas, dormancia fisiológica (Jayasuriya, *et al.*, 2012; Janská, *et al.*, 2019; Jaganathan, 2020).

La dormancia física, conocida como la impermeabilidad de la testa de la semilla al agua y al aire, es la más restringida filogenéticamente y está presente en al menos 18 familias de angiospermas. Además, se considera un mecanismo de adaptación a las condiciones ambientales del hábitat en que se desarrolla la especie (Soltani, *et al.*, 2021). Cabe señalar, sin embargo, que el hecho de que una familia presente semillas con dormancia física no significa que todos sus miembros posean esta característica.

Desde una perspectiva fisiológica, las semillas impermeables tienen una capa externa de células en empalizada con un alto contenido de lignina *(Ma*, et al.,. 2004).. Esta capa de células en empalizadas es una característica de las cubiertas de las semillas impermeables en esta familia y que puede apreciarse claramente en *Teramnus labialis* (L.f.) Spreng (Fig. II.4). Antes de que las semillas puedan germinar, es necesario que aparezca una abertura o pasaje a través de la capa de células en empalizada, o cualquier otra capa impermeable, para garantizar que el agua entre en la semilla (Chen, Baskin & Hu, 2019; *Pinto*, et al., 2020).

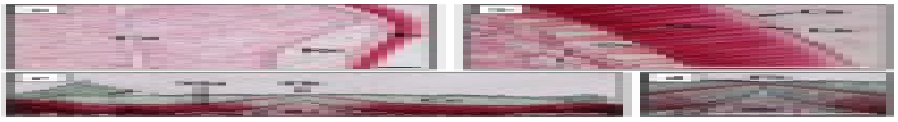


Fig. II.4 Anatomía de la testa y la fisura hilar en semillas de *T. labialis*.

(a) Corte transversal de una semilla; **(b)** Detalles anatómicos de la testa; **(c)** Anatomía de la región hilar; **(d)** Detalle de la fisura hilar. **Bt**, barra de traqueidas; **Ce**, capa de células contraempalizada; **Co**, cotiledón; **Cu**, cutícula; **Fh**, fisura hilar; **Lb**, línea blanca; **Ma**, capa de células macroesclereidas; **Oe**, capa de células osteosesclereidas; **Re**, restos de endospermo; **Te**, testa. La barra representa = 0,5 mm. Tomado de Acosta, Gutiérrez, Qadir, Cejas, Martínez, Sánchez, Hajari, Höfer, Lorenzo y Dayamí, (**2023).**

Cómo superar la dormancia física presente en las leguminosas

Horticultores, silvicultores, agricultores, jardineros e investigadores desarrollaron una amplia variedad de tratamientos de escarificación para dañar, degradar o agrietar la testa impermeable de las semillas con dormancia física para hacerlas permeables al agua. Estos se agrupan en los métodos mecánicos (punción, corte, lijado), químicos (ácidos, solventes orgánicos) y físicos (altas presiones atmosféricas, agua caliente, agua a temperatura ambiente, alternancia de temperaturas y bajas temperaturas). No obstante, el éxito de estos tratamientos varía según la especie, intensidad y duración, y en algunos casos pueden dañar las semillas.

Escarificación mecánica: En los métodos mecánicos, se utiliza el corte, el lijado o la punción de la testa para provocar cicatrices en la superficie de la semilla que favorezcan la imbibición. En este sentido, se realizaron trabajos donde se frotaron

las semillas con papel de lija para eliminar parcial o totalmente la testa). En otras investigaciones se hicieron orificios y se cortó parte de la testa de la semilla La escarificación mecánica puede ser un método muy lento, especialmente si se requiere procesar una gran cantidad de semillas. Por lo tanto, se han construido máquinas que ruedan, frotan o soplan semillas contra una superficie abrasiva como astillas de vidrio o papel de lija en algún tipo de contenedor ; *Baskin* et al. (2014) señalaron, que, si bien estas máquinas son funcionales para semillas pequeñas y delgadas como las de *Trifolium subterraneum*, es posible que no lo sean para semillas de capa gruesa como las de *Acacia spp*.

Escarificación química: En los métodos químicos se utilizan mayormente los ácidos sulfúrico y clorhídrico, el peróxido de hidrógeno y el nitrato de potasio con el objetivo de desgastar la testa de la semilla para permitir la entra Ren, Song, Dai y Ou, 2017. La efectividad de los diferentes compuestos químicos que se utilizan depende de la concentración del agente escarificador, el tiempo que se sumerjan las semillas y la composición química y estructura de la testa (Martin & de la Cuadra, 2004).

Dado que las semillas están sumergidas en el agente escarificador, entonces la testa y los puntos naturales de entrada de agua están sujetos a ser degradados. Por tal motivo, resulta importante determinar el periodo de tiempo apropiado para que se debilite la testa de la semilla, pero que no dañe el embrión. El tiempo de exposición varía para cada semilla individual, algunas en la población (o lote) requieren periodos más largos de escarificación que otras (Oldham & Ransom, 2009).

Escarificación física: Entre los métodos físicos destacan el uso del calor seco o húmedo, así como las temperaturas alternas o extremas para quebrar la testa de las semillas por donde pueda penetrar el agua. Son objeto de estudio diferentes variantes húmedas, como la inmersión en agua caliente y agua a temperatura ambiente. Por lo general, cuando se utiliza agua caliente, las semillas se retiran del recipiente y se dejan enfriar a temperatura ambiente, pero a veces se sumergen en agua a 5°C *(Singh* et al., 2020). Estos autores plantean que la exposición al agua caliente puede dañar algunas semillas, por lo que el periodo de tiempo de inmersión depende de la temperatura y de la especie.

En otros estudios se utilizaron tratamientos térmicos secos, a base de calor y frío. El empleo de temperaturas inferiores a 0°C o ultra bajas se informó por varios autores para superar la impermeabilidad en semillas de algunas especies. Con este fin se utilizan diferentes sustancias químicas capaces de generar temperaturas ultra bajas, como son: Oxígeno líquido (-185°C), Aire líquido (-190°C), Dióxido de carbono sólido (-90°C) y Nitrógeno líquido (-196°C).

Teramnus labialis (L.f.) Spreng, ejemplos de tratamientos de escarificación para superar la dormancia

La germinación es el reinicio del crecimiento del embrión que se detuvo durante las fases finales de la maduración de la semilla. Una vez que comienza la germinación, diferentes procesos fisiológicos, metabólicos y morfogenéticos tienen como

resultado la transformación del embrión en una plántula fotosintéticamente activa. En este sentido (Tabla II.11), muestra el porcentaje de semillas germinadas de *T. labialis* escarificadas mediante diferentes tratamientos (Lijado, Ácido sulfúrico, Agua caliente y Nitrógeno líquido). Cuando las semillas no se escarificación (control) se alcanzó el menor porcentaje de germinación (31 %).

El uso de Nitrógeno líquido como agente escarificador exhibió el mayor porcentaje de germinación (89 %), mientras que el lijado permitió la germinación del 79 % de las semillas. Utilizar el Ácido sulfúrico y el agua caliente para la escarificación mostró porcentajes de germinación del 68 % y 62 %, respectivamente y resultaron los tratamientos con menores porcentajes de germinación.

Tabla II.12 Resultados fisiológicos obtenidos en semillas de *T. labialis* escarificadas mediante diferentes tratamientos.

Tratamiento de escarificación	Tiempo	Semillas germinadas (%)	Semillas duras (%)	Semillas muertas (%)
Semillas sin escarificar (Control)		33±1,91 (e)	62±1.15 (a)	5±1 (d)
Lijado (Lija nro. 180)	5 s	79±1 (b)	7±1.91 (c)	14±2.58 (bc)
Agua caliente (80 °C)	5 min	62±2 (d)	21±3.42 (b)	17±1.91 (b)
Nitrógeno líquido (-196 °C)	60 min	87±1.91 (a)	0±0 (d)	13±1.91 (c)
Ácido sulfúrico (95 %)	5 min	68±1.63 (c)	0±0 (d)	32±1.63 (a)

Resultados con letras diferentes, para cada indicador, son estadísticamente diferentes (ANOVA, $P \leq 0,05$, n=4).

No se observaron diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de semillas muertas de *T. labialis* entre los tratamientos Control (8 %) y Nitrógeno líquido (11 %). Sin embargo, la escarificación con Ácido sulfúrico (32 %) mostró el mayor porcentaje de semillas muertas, mientras que el lijado (14 %) no mostró diferencias estadísticas con respecto al agua caliente (17 %) y el Nitrógeno líquido (11 %). El mayor porcentaje de semillas duras (61 %) se obtuvo en el tratamiento Control y mostró diferencias estadísticas significativas con todos los tratamientos de escarificación. El uso de Agua caliente mostró estadísticamente el mayor porcentaje de semillas duras (21 %) entre todos los tratamientos de escarificación. Entre los tratamientos con Ácido sulfúrico (0 %) y Nitrógeno líquido (0 %) no se observaron diferencias estadísticas significativas, mientras que lijar las semillas ocasionó que el 6 % de las simientes permanecieran duras.

El uso de los tratamientos de escarificación en las semillas de *T. labialis* permitió superar la dormancia física y mejorar la germinación. Además, para estos tratamientos las variables numéricas asociadas al vigor de las semillas fueron estadísticamente diferentes al del tratamiento Control (Tabla II.13).

Tabla II.13. Resultados relacionados con el vigor obtenidos en semillas de *T. labialis* escarificadas mediante diferentes tratamientos.

Tratamiento de escarificación	Tiempo	Tiempo para que germine el 50% de las semillas (días)	Tiempo medio de germinación (días)	Índice de germinación (semillas días^{-1})
Semillas sin escarificar (Control)		7.421±0.532 (e)	7.769±0.466 (d)	1.021±0.083 (d)
Lijado (Lija nro. 180)	5 s	1.933±0.070 (c)	2.912±0.104 (b)	7.769±0.166 (a)
Agua caliente (80 °C)	5 min	4.625±0.462 (d)	5.862±0.314 (c)	3.384±0.278 (c)
Nitrógeno líquido (-196 °C)	60 min	2.218±0.197 (b)	2.851±0.068 (b)	7.533±0.171 (a)
Ácido sulfúrico (95 %)	5 min	1.517±0.253 (a)	2.614±0.060 (a)	6.979±0.104 (b)

Resultados con letras diferentes, para cada indicador, son estadísticamente diferentes (ANOVA, $P \leq 0,05$, n=4).

Escarificar las semillas con agua caliente condujo a valores de vigor estadísticamente inferiores a los restantes tratamientos (Lijado, Ácido sulfúrico y Nitrógeno líquido), entre los cuales, no se observaron diferencias estadísticas significativas. El Ácido sulfúrico como tratamiento de escarificación en las semillas de *T. labialis* permitió un incremento en el porcentaje de germinación y semillas muertas. Esto demuestra que el tratamiento de escarificación resultó efectivo para eliminar la impermeabilidad de la testa, pero también ocasionó la muerte de semillas. Existe información de que el uso de este tratamiento de escarificación puede aumentar la permeabilidad de la testa, pero también causar daños a la semilla, principalmente al embrión, lo que afecta la viabilidad de las simientes.

En relación al Lijado y el Nitrógeno líquido, los bajos porcentajes de semillas muertas muestran que estos tratamientos no ocasionaron daños al embrión que pudieran afectar la germinación una vez superada la dormancia. El alto porcentaje de germinación y los valores obtenidos en todas las variables numéricas asociadas al vigor de las semillas cuando se usaron el lijado y el nitrógeno líquido, demuestran la efectividad de estos tratamientos para utilizarlos en las semillas de *T. labialis*. No obstante, el mayor porcentaje de germinación (89 %) se consiguió con el Nitrógeno líquido como tratamiento de escarificación.

Como se pudo apreciar, todos los tratamientos de escarificación incrementaron la germinación de las semillas de *T. labialis*, pero el Ácido sulfúrico y el Agua caliente aumentaron el porcentaje de simientes muertas, mientras el uso del Lijado y el Agua caliente no eliminaron por completo la impermeabilidad de la testa. Por lo tanto, el uso del Nitrógeno líquido como agente escarificador fue el más efectivo para superar la dormancia física en las semillas de esta especie.

II.3 Sistemas de alimentación basados en el corte y acarreo de los subproductos citrícolas

Sistema estabulado para la ceba ovina con forraje verde y podas de cítrico

El forraje verde proveniente de las coberturas naturales de los cítricos, sólo o combinado con las podas en diferentes proporciones (100:0; 50:50 y 25:75 de Hierba:Poda), puede emplearse satisfactoriamente en la ceba ovina (Borroto 1988; Borroto, *et al.*, (1991); Borroto, *et al.*, (1995); Borroto, *et al.*, (2000); Borroto, (2004); Borroto, *et al.*, (2008); Borroto, Pérez & Mazorra (2011_a); Borroto, Pérez & Barrabí, 2011_b), Borroto & Maurelo (2015), Borroto, *et al.*, (2018), Borroto, (2019) suplementados con proteínas y energía adicionales, por lo que cada animal debió consumir diariamente 100 ó 150 g. de harina de girasol o soya (NRAG, 142), 1979 y NRAG 1987) y una mezcla (base fresca), a libre disposición de miel final de caña (83%), urea (2,45 %), sulfato de amonio (1,55%), sales minerales (4,25 %), sal común (2,75%) y agua (5,75%).

Los índices de consumos estuvieron entre 4,6-6,1 % PV, en correspondencia con lo reportados por León (1986) y 114 -159g, 140g $(kg^{0,75})^{-1}$ como máximos posibles para pastos templados. Esos valores crecieron en la medida que las podas tenían mayor proporción en la oferta (tabla II.11) con poco más de seis meses de ceba y ganancias económicamente aceptables (Tabla II.14).

Tabla II.14. Consumo medio diario de masa seca total $Kg(a)^{-1}$

Dieta	Voluminoso	Suplemento total		Índice de consume	
				% PV	g $(kg\ 0.75)^{-1}$
A (50:50)	1,185	0,808	1,99	5,2	129
B (25:75)	1,423	0,793	2,22	6,1	159
C (100)	0,889	0,784	1,67	4,6	114

La implementación del sistema permitió obtener dos ciclos de ceba al año, a partir de los incrementos medios de pesos que se lograron en las diferentes dietas, los que oscilaron entre 103-110 $g^{-1}a^{-1}d^{-1}$. Los pesos medios finales de sacrificios en todos los tratamientos fueron superiores a los 36 kg., con edades entre 10-11 meses, pesos medios de canal en caliente entre 15,8-17,6 kg., así como un rendimiento de carne entre 44-47%, la cual estuvo desprovista de tenores de sustancias organocloradas y organofosforadas. Los costos de estas alternativas de cebas pueden apreciarse en la siguiente tabla (Tabla II.15).

Tabla II.15. Costo de la ceba estabulada con distintas proporciones hierba: poda

	A	B	C
Indicadores días de ceba	182	185	194
Valor total del voluminoso	1,77	2,34	1,03
Valor total del suplemento	7,48	7,60	7,97
Costo alimentación ceba total +	9,25	9,94	9,0

Costo total de la ceba +	33,01	33,70	32,76
Ganancia +	14,51	13,82	14,76
Costo del kg en pié +	0,92	0,94	0,91

II.4 Sistemas de alimentación basados en el pastoreo de las coberturas citrícolas

Pastoreo libre y contínuo de coberturas naturales

Después de estudiar diferentes categorías y cargas de ovinos Borroto. (1988), Borroto *et al*., (1989); Borroto *et al*., (1991); Borroto, *et al.*, (1995); Borroto, *et al*. (2000); Borroto, (2004), Mazorra, Pérez & Borroto (2008); Borroto, Pérez & Mazorra (2011_a); Borroto, Pérez & Barrabí, 2011_b), Borroto *et al.* (2015), Borroto, *et al.* (2018), Borroto, (2019), se recomendó usar cargas brutas de hasta 9 animales ha^{-1} para animales en crecimiento-ceba y disponibilidades de alimento diarias por animal de alrededor de 2 kg.de MS, para el pastoreo continuo sobre pasto natural con una composición botánica adecuada en las áreas citrícolas. Una alteración de estos parámetros (Jones, Jones, & McDonald, 1995), propiciaría incrementos de la conducta de ramoneo sobre el follaje de los cítricos, con la consiguiente disminución del rendimiento de los frutos de la plantación (tabla II.16).

Tabla II.16 Producción anual de carne ovina en pie (t ha-1) y posibles ingresos en sistema de pastoreo libre

Indicadores por intensidad de pastoreo	Valor	
	Baja	Media
Cabezas ciclo ceba-1	12	9
Cabezas anuales totales a cebar	24	18
Producto bruto anual de peso vivo, kg	264	648
kg ha-1 de incremento de peso vivo	432	324
Incremento venta, $	1123	842

Al utilizar ese sistema en ovinos Pelibuey, recién destetados y suplementados proteica-energéticamente, pueden obtenerse también dos ciclos de ceba $año_{-1}$, con incrementos de pesos medios superiores a los 100 g $a_{-1}d_{-1}$ y rendimientos de la canal en caliente de 45 %, todo lo cual es aceptable para esta especie, raza, categoría, sistemas y áreas geográficas similares (Fotos 8 y 9).

Foto. 8. Pastoreo libre de ovinos sobre coberturas de pasto natural

Foto. 9. Pastoreo libre sobre coberturas de pasto natural y los ovinos a la sobra de los cítricos, en las horas más cálidas

Pastoreo ovino sobre coberturas naturales en plantaciones citrícolas, empleando el cerco eléctrico

Este sistema se diseñó con el propósito de eliminar las afectaciones por ramoneo e intensificar la utilización de las coberturas (Borroto, *et al.*, (1994_b); Borroto, *et al*. (2000); Borroto, (2004), Mazorra, Pérez & Borroto (2008); Borroto, Pérez & Mazorra (2011_a); Borroto, Pérez & Barrabí, 2011_b) Borroto *et al.* (2015), Borroto, *et al.* (2018), Borroto, (2019). Su manejo consiste en la utilización de un cerco eléctrico, colocado al ancho de la banda y a una distancia prudente que permita el aislamiento de la copa de los árboles; se sugiere emplearse preferentemente 3 cables de alambre a tres alturas del suelo (15, 50 y 80 cm), bien aislados entre sí, del suelo y la copa de los árboles. La característica de inaccesibilidad del sistema, referido a la imposibilidad de que las ramas del cítrico puedan ser ramoneadas por los animales, permite un incremento sustancial de la carga hasta 21 ovinos de crecimiento-ceba ha^{-1}, muy superiores al sistema pastoreo libre y continuo de coberturas naturales

descrito anteriormente; no obstante, se debe respetar la disponibilidad y composición botánica de las áreas como se indicó anteriormente.

El tiempo de pastoreo diario debe ser de 6 horas, lo cual permite cubrir entre 46-65, 14-30 y 17% los requerimientos diarios de masa seca, proteína cruda y energía respectivamente, siendo necesaria la suplementación proteico-energética a los animales ya indicada anteriormente, según disponibilidad. Con esta tecnología se logra dos ciclos de ceba al año, con incrementos medios de pesos entre 113-152 y 110-120 $g^{-1}a^{-1}d^{-1}$ para los períodos poco lluvioso y lluvioso respectivamente.

Este sistema demostró la existencia de armonía entre la plantación principal y los ovinos, manteniéndose las alturas de las hierbas entre 24-36 cm de altura, con una disponibilidad media diaria de 2,42 kg de MS por animal, siendo necesario solamente segar las coberturas en tres ocasiones dentro del año en la época lluviosa, con lo cual se logra el ahorro de 5-7 siegas necesarias para mantener sus alturas con un enyerbamiento de ligero a medio establecido por la fitotecnia del frutal.

Pudieran considerarse como inconvenientes a este sistema, la tendencia mundial a reducir los marcos de plantación de los cítricos, así como algunas modificaciones en la tecnología del cultivo principal que hay que realizar debido a la presencia de los cercos, en caso de que estos últimos se colocaran fijos en el campo.

Por ello, una alternativa pudiera ser el pastoreo rotacional con cerco eléctrico móvil, energizado por un pastor eléctrico conectado a batería o a línea de corriente alterna, que no interfiere en la tecnología del cultivo citrícola y permita una mayor productividad, en sentido general, este sistema se recomienda para fincas más pequeñas (Borroto, *et al.*, (2002), Borroto, *et al.*, (2003); Borroto, (2004) Mazorra, Pérez & Borroto (2008); Borroto, Pérez & Mazorra (2011_a); Borroto, Pérez & Barrabí, 2011_b); Borroto *et al.* (2007) (Foto 10).

Foto. 10. Pastoreo de ovinos sobre coberturas de pasto natural en campos de cítricos utilizando cerco eléctrico

Sistema semiestabulado para la ceba con forraje verde y pastoreo en banco de proteína de *L. leucocephala*

Se comprobó que, las fincas citrícolas pueden lograr el suplemento proteico tan necesario en la ceba de ovinos estabulados con forraje verde de los cítricos, a partir del establecimiento y explotación de un banco de proteína de *Leucaena leucocephala* (Borroto, *et al.*, 1994_a; Borroto, 2004) y Borroto *et al.* 2007). El consumo de esta leguminosa, en pastoreo matinal de 2 horas, puede sustituir la pequeña suplementación proteica empleada en el sistema descrito anteriormente (100 ó 150 $g^{-1}a^{-1}d^{-1}$de harina de girasol o soya).

El banco de proteína se estableció en 210 días totales bajo un régimen de secano, se puede usar un sistema de siembra tradicional de 2,7 x 0,5 m de marco de plantación, una fertilización en el momento de la siembra (fórmula de 5:35:50 $kgha^{-1}$ de nitrógeno, P_2O_5 y K_2O respectivamente), densidades de siembra de 2 kg ha^{-1} de semilla pura germinable (SPG), escarificadas por el método térmico e inoculadas con cepa de Rhizobium (por ej. ICA-4033).

En el banco de proteína se emplean (Foto 7) cargas de 50 ovinos en crecimiento-ceba ha^{-1}, en pastoreo rotacional de cuatro cuartones, con seis días de ocupación y 18 de reposo en cada uno; con disponibilidad de *L. leucocephala* de 2,6 - 5,2 kg. de masa seca (MS) diaria por animal, a una densidad media de plantas de 0,64 por m^2 y a una altura media de 1,0 m.

Al emplear este sistema se demostró, que los animales hacen un consumo medio de la leguminosa que representa el 17,9% del total de la MS ingerida, aportando el 37,5% de la proteína, el 17,7% de la fibra cruda y el 20,9% de la energía metabolizable, consumidas en el total de la dieta.

Con esta tecnología, se pueden obtener dos ciclos de ceba al año, con pesos de sacrificios superiores a los 30 kg. a los 10 meses de edad y rendimiento de canal en caliente cercanos al 50%; además, se comprobó que no se manifestaron daños en el tracto gastrointestinal ni anomalías en el crecimiento de la glándula tiroides, como resultado de posibles trastornos metabólicos por la acción de una sobredosis de mimosina.

Foto. 7. Sistema para la ceba ovina semiestabulada combinando pastoreo en la leguminosa *L. leucocephala* (banco de proteína) y forraje verde de coberturas naturales de las calles de plantaciones citrícolas.

Pastoreo continuo de las coberturas naturales en plantaciones citrícolas, empleando el dispositivo disuasivo "arnés"

A partir de la evaluación de diversos dispositivos disuasivos para el ramoneo de los ovinos a las ramas de cítricos (8), Mazorra.; Borges; Tapia, Pérez y Borroto. (2001), Mazorra (2006), Mazorra, Pérez y Borroto (2008); Borroto, Pérez y Mazorra (2011_a); Borroto, Pérez y Barrabí, 2011_b), Borroto *et al.* (2015), Borroto, *et al.* (2018), Borroto, (2019), demostraron que de todos los evaluados, solamente, el tipo "arnés" (Fig. 5) (cabezal asociado a patas delanteras), puede disminuir significantemente el ramoneo de ovinos adaptados a las ramas de cítricos en un 70%, sin causar traumas físicos en el animal. Los escasos intentos de ramoneo ocurren solamente en las ramas que se localizan a alturas inferiores a los 30 cm. del suelo, zona reconocida por los citrícolas como de baja producción y por tanto de poco valor para la obtención de fruta fresca, siendo además la que frecuentemente es afectada por las labores de mecanización que se realizan en la agrotecnia del cultivo.

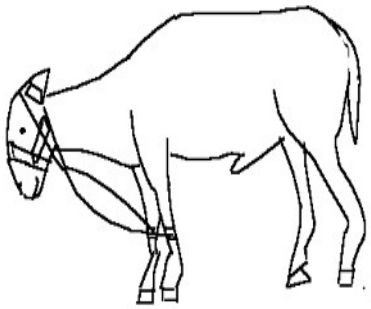


Fig.5. Diseño de dispositivo tipo "arnés" para disuadir el consumo de hojas de las plantaciones citrícolas

Durante el pastoreo, los ovinos con el arnés, disminuyen su movilidad, por lo que se necesita mantener a todos los animales del rebaño con el dispositivo colocado; la presencia de animales con movimiento libre pude ocasionar trastornos en la conducta de los que poseen el dispositivo, entre ellos la manifestación de cansancio, disminución del consumo voluntario de alimentos, así como desórdenes fisiológicos y pérdidas productivas en casos extremos.

Con el uso de este sistema, los incrementos de pesos logrados para los animales en crecimiento-ceba, fueron de 90 $g^{-1}a^{-1}d^{-1}$, para ovinos Pelibuey comercial, con dietas de pasto natural y suplemento proteico (harina de soya o girasol descrito anteriormente), los cuales, aunque resultan ligeramente inferiores a los señalados en las tecnologías anteriores, permite lograr en siete meses, animales cebados con pesos vivos ligeramente superiores a los 30 kg.

Aunque no se manifestaron problemas de salud en los ovinos que usaron el arnés, se recomienda utilizarlo en rebaños, de mediano a pequeño tamaño, en la categoría crecimiento - ceba o en animales que se destinarán al sacrificio a los 10 o 12 meses posterior a su uso.

Otros de los dispositivos evaluados también con igual propósito de disuasión a la ingestión de hojas del frutal citrícola, fue el denominado "bigotera" (Foto 9), pero que al usarse además en ovinos condicionados con LiCl fue el que resultó integralmente más efectivo.

Foto. 9. Ovinos pastando combinando dos métodos disuasivos: (dispositivo "bigotera" e ingestión química (LiCl) (B+Li).

Pastoreo en coberturas naturales y semiestabulación con forraje de leguminosas

Un sistema semiestabulado, en el cual se ofrezca forraje de leguminosas, durante las primeras cuatro horas de la mañana antes del pastoreo de los ovinos en la plantación citrícola, permite reducir en un 70% la actividad de ramoneo de los

animales a las ramas de los árboles (Mazorra, 1999). En el sistema se pueden usar forrajes de *C. Ternatea, N. wightii, T. labialis* o cualquier otra leguminosa palatable para el ovino y que no contenga altos niveles de toxinas, debido al tiempo relativamente alto de permanencia de los animales consumiendo esas plantas.

El pastoreo, restringido a cuatro horas en la plantación y la utilización de cargas de 18 ovinos ha^{-1}, se debe realizar en las horas más frescas de la tarde, aunque los animales pueden ser conducidos al pastoreo inmediatamente después del consumo de la leguminosa, ya que a pesar de coincidir con las horas de mayor temperatura e intensidad luminosa del día (entre las 11 a.m. y 3 p.m.) la sombra que ofrecen los cítricos posibilita el pastoreo, principalmente de la cobertura establecida debajo de la copa.

En el sistema evaluado se empleó el forraje de *Clitoria ternatea* SN – 139 (Foto 10) y pastoreo rotacional, durante 4 horas, en una cobertura natural de *toronja Marsh*, manejados con un cerco eléctrico móvil, una carga global de 18 ovinos ha^{-1}, 30 cuartones y estancias de dos días en cada cuartón, se obtuvieron incrementos medios de peso en ovinos crecimiento-ceba de 100 $g^{-1}a^{-1}d^{-1}$

.

Foto. 10. Leguminosa *Clitoria ternatea* SN – 139 utilizada como forraje proteico en sistema semiestabulado con forraje de coberturas naturales de cítrico *Citrus paradisi* var.*Marsh*.

Pastoreo continuo de coberturas naturales y naturalizadas, usando el acondicionamiento aversivo con cloruro de litio (LiCl)

Al analizar la conducta en pastoreo de ovinos condicionados con LiCl a no consumir ramas de *Citrus paradisi* var. Marsh, durante el pastoreo de coberturas naturales con alta presencia de *Paspalum notatum*, Mazorra *et al.* (2001_b) describieron la reducción del 86% en el número de ramoneos efectuados a las ramas del frutal y un 93% en el tiempo utilizado en esa actividad, lo cual evidenció la efectividad de este método para modificar la selección del alimento por los rumiantes, demostrado también en otros trabajos (Ortega & Rivas., 1998; Provenza, 2018).

Este procedimiento es aún más efectivo cuando los ovinos pastan en coberturas de la leguminosa *T. labialis*, reduciendo en 95% y 99% el número y tiempo de ramoneo, respectivamente (Mazorra *et al.*, 2001_b). En todos los casos se demostró que el acondicionamiento aversivo no ejerce influencias negativas en la conducta general de pastoreo de los animales tratados.

Pastoreo en coberturas con presencia de leguminosas

Entre las especies de leguminosas prospectadas en las áreas citrícolas de la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) "José Martí", Fontes; *et al.*, (2000) reportaron la de mayor presencia en las coberturas al *Teramnus labialis* cv. Semilla oscura (Foto 11).

Foto. 11. Plantación de cítrico (naranja Valencia late) con cobertura de *Teramnus labialis* cv. Semilla oscura.

Esta leguminosa en la cobertura del frutal impactó beneficiosamente al cultivo principal (Fontes, *et al.*, 2004, Gutiérrez, *et al.*, 2006 y Fontes, *et al.*, 2008) propició la reducción significativa de la conducta de ramoneo a las ramas de cítrico (alrededor de un 90% comparado con las coberturas naturales), así como la obtención de satisfactorias ganancias de peso (superiores a los 100 $g^{-1}a^{-1}d^{-1}$), sin necesidad de suplementación adicional de energía y proteína, en ovinos crecimiento-ceba en pastoreo continuo durante siete horas diarias, con cargas de nueve animales ha^{-1} (Mazorra *et al.* 2001_b).

En este sistema los ovinos al pastorear seleccionaron una amplia variedad de plantas, entre las que se destacaron *Malvastrus coromandelianum*, *Dichantium annulatum* y *Teramnus labialis*, aunque fue de esta última, de la cual los animales realizaron el mayor consumo, al existir un alto porcentaje de área cubierta por ella debajo de la copa del frutal, al parecer, por su hábito de crecimiento y excelente

adaptabilidad a la sombra de los árboles de cítricos, que propició un mayor tiempo de pastoreo de los animales en dicha zona y (Foto 12).

Foto. 12 Ceba ovina en pastoreo sobre coberturas mejoradas con leguminosa *Teramnus labialis* cv. Semilla oscura.

II.5 Consideraciones sobre los sistemas de manejo para integrar ovinos a plantaciones de cítricos

Lo que representaría la adopción de cualquiera de los métodos de manejo anteriormente descritos y su impacto potencial (Mazorra *et al*. 2004, Borroto, Pérez & Mazorra. 2005; Borroto, *et al.*, 2007) en la producción de frutos frescos (tabla II.16), fue calculado a partir de los siguientes elementos: disponer necesariamente de un área foliar de 2,3 m^2 para producir un kg. de naranja (Turrel, 1969); el área foliar media de una hoja y el peso promedio de un fruto de naranja Valencia en condiciones cubanas de unos 27,3 cm y 192 g. respectivamente (Borroto & Borroto, 1996); la velocidad media de consumo de hojas de naranjo Valencia por ovinos en desarrollo de 13 hojas min^{-1} (Mazorra *et al*., 2003) y la utilización de una carga animal de 9 ovinos ha^{-1} de cítrico, que pastan por 8 horas diarias durante el año (Borroto, 1988).

Tabla II.17. Afectaciones (anuales por hectárea) estimadas en la producción de frutas frescas, debido al ramoneo en los diferentes métodos de manejo estudiados.

Método	Cantidad de hojas	Cantidad de frutos	Producción total (kg)
Ovinos en crecimiento-ceba adaptados al consumo de ramas de cítrico.			
Pastoreo en coberturas naturales.	657000	4060	780
Pastoreo de ovinos con arnés en coberturas naturales.	24966	156	30
Ovinos en crecimiento-ceba no adaptados al consumo de ramas de cítrico.			
Pastoreo en coberturas naturales	20 498	127	24,3
Semiestabulación con forraje de leguminosas	9253	57	11,0
Pastoreo de ovinos condicionados con LiCl en coberturas naturales.	1 367	8	1,6
Pastoreo en coberturas con presencia de leguminosas.	1 196	7	1,4
Pastoreo de ovinos condicionados con LiCl en coberturas con presencia de leguminosa.	171	1	0.2
Pastoreo de ovinos condicionados con LiCl + Dispositivo “Bigotera”	0	0	0

Se demostró (Tabla II.17) que resultaron varios los métodos que posibilitan las menores afectaciones a las ramas del frutal y por ende a su potencial producción de frutos cítricos, pero el que más integralmente natural y factible resultó, fue el que sólo incluyó la presencia de la leguminosa *T. labialis* en la cobertura, pues además de minimizar la acción potencialmente traumática sobre los ovinos (dispositivo y/o emético), redujo los gastos adicionales y permitió disminuir significativamente el ramoneo del frutal, por lo que se consideró, que cualquier acción para reducir aún más las insignificantes pérdidas que se producen en el sistema, no se justifican.

Por otro lado, la presencia de la leguminosa como mejoradora de la cobertura natural, permite obtener incrementos de peso en los ovinos superiores a los 100 $g^{-1}a^{-1}d^{-1}$, sin necesidad de suplementación energético-proteica, lo que posibilita realizar dos ciclos de cebas al año para obtener una producción complementaria anual de 18 ovinos cebados por hectárea (648 Kg de producto bruto anual de peso vivo), todo lo cual demuestra completamente su valía.

III. Integración de ovinos a otros frutales de importancia en Cuba

Dr. C. Carlos Armando Mazorra Calero

Los estudios realizados con rebaños de ovinos en otras plantaciones de frutales, siguieron el esquema que muestra la Fig. 6.

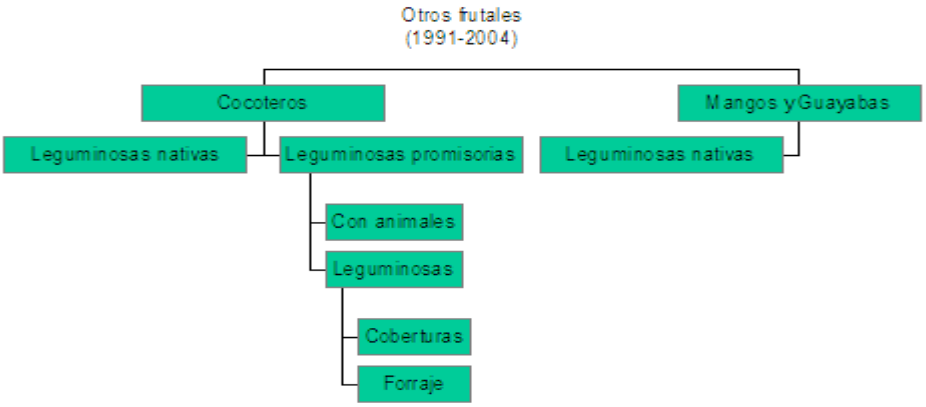


Fig. 6. Esquema de investigación seguido para evaluar el uso de ovinos en otros frutales

En zonas tropicales o subtropicales semejantes a Cuba, además de los cítricos, también se siembran otros frutales como mangos (*Manguífera indica*), cocoteros (*Cocus nucífera)* y guayabos (*Psidium guajava*), los cuales poseen gran potencialidad para la diversificación mediante leguminosas de cobertura y ovinos, siempre y cuando se establezca un manejo que minimice las interacciones negativas y por consiguiente las afectaciones al frutal. Por ello, fue necesario realizar un estudio previo para conocer la preferencia de los ovinos por las ramas de estos árboles (Pimentel & Rodríguez, 1998; De la Rosa, Cubillas & Mazorra, 2005; Mazorra, *et al.* 2007).

Estos resultados mostrados (tabla III.1), evidenciaron que los ovinos poseen un mayor índice de preferencia por las hojas de *Manguífera indica* sp., significativamente superior al resto de los frutales evaluados; le siguió la aceptabilidad por las ramas de los cítricos *Citrus sinensis* cv. Valencia y *Citrus paradisi* cv. Marsh, sin diferencias significativas entre esas especies y la menor preferencia se registró para las ramas del *Psidium guajava* sp. y *Cocus nucífera*, siendo este último el que demostró menor palatabilidad.

Tabla III.1. Índices de preferencias de los ovinos por los frutales ofertados.

Toronja	Naranja	Mango	Guayaba	Coco	ES (±)	Sig.
0.19^{b}	0.22^{b}	0.42^{a}	0.12^{c}	0.05^{d}	0.01	***

Medias en la misma línea con letras desiguales, significa diferencias significativas

(P<0,05), según Prueba de Mann- Whitney.; *** P<0,001 (H de Kruskal- Wallis).

Resulta evidente que, si se pretenden integrar ovinos en pastoreo a estos frutales, será necesario valorar la utilización de métodos disuasivos del ramoneo, de mayor eficacia, en los mangos y cítricos, en comparación con los que se necesitan para integrar los animales a plantaciones de guayabos y cocoteros, lo que permitirá contrarrestar el consumo de ramas y por tanto las afectaciones en rendimiento de frutos del cultivo principal.

III.1 Integración de ovinos en pastoreo a plantaciones de Cocus nucífera (cocoteros) en policultivo con leguminosas

Los cocoteros que crecen en las condiciones cubanas, generalmente lo hacen sobre suelos de limitada fertilidad, no reciben fertilización, con coberturas naturales escasas y de pobre valor nutritivo. En estas condiciones se propicia la erosión, no se protege a los suelos de las adversidades climáticas (ej. fuertes lluvias y vientos) y existe poca incorporación de la masa orgánica indispensable para mantener humedad, vida, transformaciones, la fauna del suelo es afectada por la humedad excesiva o la sequía, temperaturas muy elevadas o bajas, luz solar directa, se crean condiciones para la aparición de plagas y no es mejorada la bioestructura del suelo, afectándose la aireación, densidad, retención de agua útil, relación carbono / nitrógeno, adsorción físico – química, básicamente (Rodríguez; *et al.*, 2002).

Al evaluar durante cuatro años la influencia que el establecimiento de la leguminosa como cobertura viva tiene en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, en el fitoclima, la producción de cocoteros y en el rebaño integral de ovinos los estudios demostraron lo que se explica seguidamente

Al sistema pudieron integrarse adecuadamente todas las categorías que componían el hato ovino de la finca. Sin embargo, como no todas las categorías poseen los mismos requerimientos nutricionales, en el sistema de alimentación a emplearse, tienen necesariamente que cubrirse las necesidades nutritivas de todos los estadios presentes, por ello, en los rebaños integrales, es necesario particularmente cuidar diferenciadamente a las categorías más susceptibles (animales en desarrollo, hembras lactantes y gestantes).

En este tipo de rebaño (integral), que es el más utilizado por el pequeño y mediano productor cubano, se evaluó el presente sistema a escala productiva y la alimentación para sus animales se basó en el pastoreo de coberturas naturales existentes en la finca, las cuales se mejoraron con leguminosas promisorias establecidas.

En el manejo de esos animales deben, además, incluirse aplicaciones adecuadas de antiparasitarios gastrointestinales, evitando el pastoreo en zonas bajas y encharcadas, con la finalidad de minimizar los mayores riesgos de mortalidad en la especie. También se debe establecer una correcta política de cruzamiento y control reproductivo con los machos jóvenes, para reducir los posibles efectos negativos de la consanguinidad.

Coberturas promisorias para este sistema

El *Cocus nucífera* comunmente presenta coberturas en la que predomina entre otras especies las poáceas (gramíneas), distinguiéndose con cierta potencialidad forrajera al *Megathyrsus maximum*, la *Sida acuta* y el *Sorghum halepense,* las cuales se distribuyeron heterogéneamente; el resto de las que fueron encontradas, poseían escasa potencialidad alimentaria (Pérez, *et al.*, 1996).

Además, en los estudios prospectivos y evaluativos de leguminosas nativas, naturalizadas e introducidas realizados, se evidenció la presencia de las siguientes especies: *Alysicarpus vaginalis; Centrosema pubescens, virginianus y plumieris; Desmudium scorpiurus y Desmudium triflorum, Macroptilium atropurpureum, Teramnus labialis y Mimosa púdica* (Fontes, 2007), algunas de las cuales ofrecen potencialidades de formar coberturas en el sistema.

Establecimiento rápido de las leguminosas promisorias en plantaciones de Cocus nucífera

Los resultados de investigaciones realizadas en áreas de cocoteros en Ciego de Ávila, demostraron que, en la siembra y establecimiento de leguminosas, las labores para la preparación del suelo no deben ser profundas, recomendándose sistemas de laboreo mínimo y cero labranzas (Pérez *et al.*, 1996).

En esos sistemas, se pueden efectuar de dos a tres pases de grada ligera que permitan el contacto de las semillas con el suelo, haciendo posteriormente un surque superficial a distancias de 45 cm, utilizando una densidad de siembra de 2 kg SPG ha^{-1} para favorecer la competencia de las leguminosas contra las plantas indeseables y lograr un rápido establecimiento; se recomienda también las chapeas altas hasta de 15 cm a los 21 y 42 días posteriores a la siembra o el empleo del cultivo con bueyes.

En sistemas de cero labranzas, las labores mecánicas realizadas al suelo para la siembra de leguminosas herbáceas en estas áreas, pueden ser sustituidas por el empleo de algún herbicida adecuado y disponible, aplicándolo con anterioridad al momento de la siembra y con la dosis indicada. Debe usarse un herbicida que no sea residual y con baja toxicidad para la fauna silvestre, recomendándose posteriormente realizar la siembra en línea, en surcos a 45 cm de distancia con dosis de 2 kg de SPG ha^{-1}, no siendo necesario realizar labores de chapea hasta los 90 días posteriores a la siembra.

Para ambos sistemas de siembra (cero labranza y laboreo mínimo), posterior a los 90 días de sembrada las leguminosas, se deberán efectuar chapeas altas (cada 90 d.) con el propósito de favorecer el crecimiento de las coberturas introducidas. De esta forma, se logran, en la composición botánica del sistema, porcentajes de leguminosas superiores a 40% a las 16 semanas posteriores a su siembra.

Independientemente del sistema de siembra que se emplee, las semillas de las leguminosas deberán escarificarse con agua caliente a 80°C, durante 2–3 minutos; resultando también conveniente inocularlas con cepas específicas de Bradyrhizobium a razón de 50 g kg^{-1} de SPG, con lo cual se facilitará el establecimiento y la fijación posterior de nitrógeno en el sistema.

Principales resultados en el establecimiento de leguminosas dentro de áreas experimentales de *Cocus nucífera*

Los estudios realizados por Pérez *et al. (*1996) en plantaciones de cocoteros (*Cocus nucífera)*, con unos 8 años de edad, porte alto, suelo Ferralítico Rojo Hidratado y en marco de siembra de 7 x 6 m demostraron que para todos los sistemas de siembra empleados se pudo lograr un rápido establecimiento de las leguminosas herbáceas *Clitoria ternatea* cv. SN – 139, *Clitoria ternatea* cv. Tehuana, *Teramnus labialis* cv semilla clara, *Neonotonia wightii* cv tinaroo, *Centrosema pubescens* cv. IH 129, *Stylosanthes guianensis* cv CIAT 184 y *Arachis pintoii* cv. CIAT 17434 quienes manifestaron un buen comportamiento en el establecimiento bajo las condiciones del agroecosistema de cocoteros.

Las especies de peor comportamiento en cuanto a persistencia en el cocal fueron las *Clitorias* y *Stylosanthes*, al parecer influenciados por la poca adaptación a los niveles de sombreo existentes de estas plantaciones, sin embargo, la especie *Neonotonia wihtii*, fue la leguminosa promisoria de mejor comportamiento en el sistema. Sin embargo, la que finalmente logró su establecimiento total fue *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo (Foto 13 A y B).

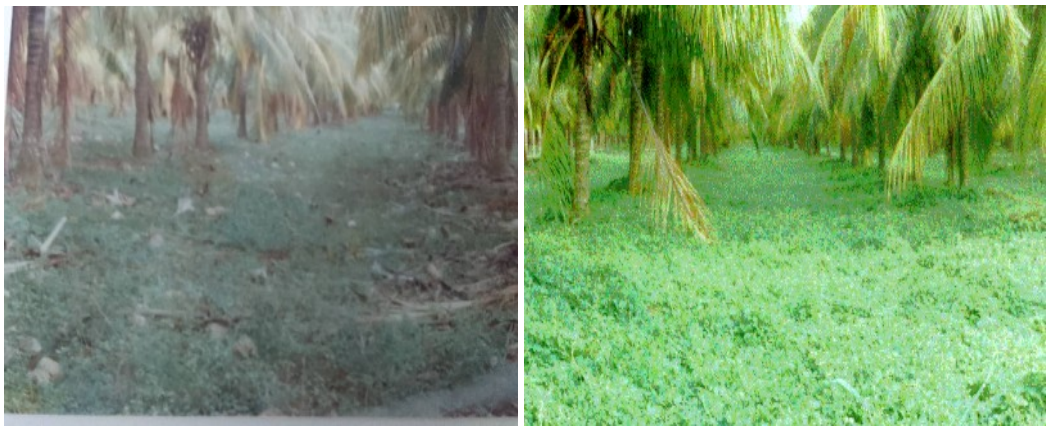


Foto 13. Plantación de cocoteros con cobertura natural (A) y con leguminosas (B) (*N. wightii* cv. tinaroo).

Manejo durante el pastoreo

Posterior a la siembra, el periodo de establecimiento de la leguminosa dependerá de varios factores, aunque se reconoce que de 10-12 meses, ya la cobertura está establecida, pudiendo en este momento comenzar el pastoreo de los animales (Pérez, *et al.*, (2001).

El hábito de consumo del ovino le permite realizar una selección entre las especies y las partes de las plantas a consumir, y en tal sentido, la selección se produce sobre las partes más tiernas y nutritivas de las especies más palatables (hojas y tallos jóvenes), siempre y cuando los animales tengan posibilidades de seleccionar. Los criterios de intensidad de defoliación, conjuntamente con el tiempo de reposo que necesita la cobertura para recuperarse después del pastoreo son los conceptos más importantes a tener en cuenta para manejar el sistema, por lo que nunca se debe permitir una defoliación severa de la cobertura de la leguminosa y menos aún, en los primeros pastoreos posteriores al establecimiento. También se debe evitar el acceso de los animales a la cobertura durante el periodo de llamarada de crecimiento del pasto, el cual estará influenciado en lo fundamental por los factores climáticos.

Se recomienda que, desde el punto de vista práctico, el pastor debe localizar varias zonas de pastoreo (al menos cuatro) y manejar el rebaño con cargas globales entre 5-9 $a^{-1}ha^{-1}$, en dependencia de la disponibilidad y las especies de pastos presentes, unido a tiempos de reposo entre 30-40 y 60-70 días para periodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente.

Si no se dispone de suficiente área o la cobertura no ofrece la cantidad de alimento requerida para el rebaño, una alternativa puede ser el pastoreo restringido sobre la misma, la cual, si es de leguminosas, pudiera funcionar como un banco de proteínas y el resto de la masa seca requerida por los animales, la tomarían de otras áreas o suplementadas en establo.

En cuanto a los horarios de pastoreo más convenientes para los animales en este sistema, se indica que en plantaciones de *Cocus nucífera* de más de 10 años de edad, el fitoclima permite un confort adecuado para el sistema, incluso en las horas más calurosas del día, ya que existe una reducción de la iluminación en un 80 % en las áreas de leguminosas comparado con las áreas abiertas (Rodríguez, *et al*., 2002). Esto contribuyó a recomendar la permanencia de los ovinos el mayor tiempo posible dentro de la plantación, con el objetivo adicional de que las deyecciones emitidas por éstos faciliten la rápida reposición de los nutrientes obtenidos del herbaje, logrando de esta forma un nivel relativamente elevado de equilibrio en el reciclaje de dichos nutrientes. Finalmente, es conveniente suministrar agua fresca a los animales en el horario del mediodía y también, garantizar la presencia de sales mineral y común durante la estabulación nocturna de los ovinos.

Principales resultados experimentales de la conducta en los ovinos del sistema

Borroto, *et al.*, (2001_a). indicaron que la distribución del tiempo empleado por los animales en el sistema cocotero-ovinos durante un pastoreo continuo de siete horas demostró, que los mismos dedicaron el mayor porcentaje de su tiempo a la actividad de pastoreo sobre la cobertura, oscilando entre el 70-80% y al descanso-rumia entre el 20-30%. Es necesario resaltar la ausencia de ramoneos sobre las ramas del frutal, básicamente por los demostrados bajos índices de preferencia que posee y la altura de la plantación, aunque se observaron algunos consumos de ramas secas caídas en el suelo.

En los estudios de comportamiento realizados por este propio autor sobre un rebaño integral de ovinos que pastaba la cobertura natural mejorada por leguminosas promisorias de este sistema, se demostró la mejoría sustancial de los indicadores productivos del rebaño ovino cuando dicho pastoreo fue extendido a las áreas de cocoteros con cobertura mejorada por leguminosa (tabla III.2). (Fotos 14 y 15).

Tabla III.2. Indicadores productivos y reproductivos alcanzados en rebaños pastando coberturas de leguminosas establecidas en plantaciones de *Cocus nucífera*.

Indicador	Valor medio alcanzado
Crías parto^{-1} año^{-1}	1.2
Peso promedio de las crías al nacimiento (kg)	2.9
Mortalidad en crías (%)	5
Duración del ciclo de ceba (días), hasta 30 kg PV.	180
Ganancias medias diarias en la ceba (g)	100

Fotos 14 y 15. Pastoreo de rebano integral de ovinos en plantación de cocoteros sobre con cobertura de leguminosas (*Neonotonia wightii* cv. tinaroo)

Impactos principales sobre suelo y plantación del frutal

Posterior a los 36 meses de introducida y establecida la leguminosa, N.wihitt, (Pérez *et al.* (2001) y Rodríguez *et al.* (2002) reportaron su influencia sobre el fitoclina, la producción del cocal (tabla III.3) y las propiedades biológicas, físicas, químicas del suelo, con ambas coberturas (tablas III.4, III.5 y III.6).

Tabla III.3 Abastecimiento de agua a las plantas en el cocal con pasto natural (PN) y leguminosa (NW) medido por el diferencial térmico (DT =TF – TA).

Entornos		Meses del año											
		D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
PN	TF-	3.3	2.1	2	2.3	2.1	2	2.6	2	2.2	2	1.4	2.6

	TA												
NW	TF-TA	2.8	0.6	1.5	2.1	1.8	0.8	1.6	1.8	1.3	0.8	0.8	1.4
$DT_{PN - NW}$		0.5	1.5	0.5	0.2	0.3	1.2	1.0	0.2	0.9	0.2	0.6	1.2
Temperatura del suelo bajo las coberturas (0-10 cm) y fuera del cocal													
PN		31.5	30.2	27	28.2	29	31	27	27.2	30.4	27.4	27.4	30.2
NW		27.5	26.2	26	26.5	25.5	24	23.5	26	25.8	24.2	23	24.2
Fuera		42	35.6	39	40.5	46	47	42.2	41	38.4	34.6	39	36.2

TF: temperatura del follaje **de la plantación de coco** (termómetro infrarrojo): **TA:** temperatura del aire (psicrómetro portátil): **TF-TA:** diferencial térmico.

La presencia de leguminosa como cobertura favoreció el abastecimiento de agua de las plantas, medido a través del diferencial térmico (DT) (Foto 16), con una influencia positiva sobre la humedad del suelo, por disminuir la evapotranspiración en esa área. Posterior a los 36 meses de introducidas la leguminosa (NW) se manifestaron diferencias significativas en la humedad del suelo de 18.2 % en comparación con el pasto natural (PN) de 13.6 %.

Foto 16. Determinación del diferencial térmico a partir de las temperaturas del follaje y aire en plantación de cocoteros sobre con cobertura de leguminosas (*Neonotonia wightii* cv. tinaroo)

La temperatura del suelo de 0 a 10 cm fue inferior en el tratamiento de Glycine (NW) en relación al pasto natural, lo cual pudo deberse al mayor grado de cobertura viva encontrada en la leguminosa. La mayor humedad del suelo puede influir en el tiempo de duración de la materia orgánica.

Tanto la producción de hojarasca (g m^{-2}) como los aportes de NPK de las coberturas al suelo fueron mayores en la leguminosa (NW) que en el pasto natural (PN) a los 22 y 36 meses, respectivamente (tabla III.4). Los mayores aportes fueron

de nitrógeno y de potasio. El N foliar fue superior para los tratamientos con cobertura de leguminosa, producto a la deposición de la hojarasca de la NW.

La mineralización de la materia orgánica puede ser inferior en los pastos naturales, debido a las altas temperaturas existentes en el trópico, todo lo que puede propiciar la existencia de bacterias citófagas y esporocitófagas y lograr la formación de grumos que dan lugar a la presencia de bioestructura del suelo en el agroecosistema de coco, permitiendo, entre los otros factores, mejorar la calidad de los frutos y los rendimientos del cultivo (tabla III.5), lo que coincide con los reportado por Altieri (1996).

Tabla III.4. Producción de hojarasca y aportes de N foliar y NPK al suelo cubierto con pasto natural (PN) y Leguminosa (NW)

Cobertura	Hojarasca (g^{-1} m^2)			Aporte ($kg^{-1}ha$)					
				N		P		K	
	22	36	N foliar (%)	22	36	22	36	22	36
P. N.	174.5	154.7	1.21	11.3	10.1	0.9	10.0	27.9	24.8
NW	292.4	218.1	1.49	67.3	50.2	1.3	17.5	43.6	32.5

Tabla III.5. Producción comparada de los sistemas de producción del área de cocoteros con pasto natural y el de pastoreo del rebaño integral ovino - leguminosas.

Aspectos evaluados	**Sistema pasto natural**	**Sistema leguminosas-ovinos**
Racimos por planta (U)	10,5	13,5
Cocos por racimo (U)	4,85	6,75
Peso agua de coco (g)	157,5	220
Peso de la copra por nuez (g)	280,5	272
Peso de la nuez (kg)	1,30	1,52
Grosor de la copra (cm)	1,22	1,3
Peso de la nuez sin agua	1,14	1,3
Nueces por planta (U)	50,9	91,12
Copra por planta (kg)	14,28	24,78
Aporte potencial de nitrógeno de las leguminosas (($kg^{-1}ha$))	-	50-60[a]
Cantidad de ovinos cebados ha^{-1}	-	5-9

[a] Este aporte resulta muy importante porque ese cultivo no posee respaldo estable de fertilización.

También se encontraron cambios en las propiedades físicas del suelo (tabla III.6) a favor de las áreas cubiertas con leguminosa (NW) en relación con las de pasto natural (PN). Así la densidad (g cm^{-3}) fue inferior, lo cual se corresponde con la elevación de la porosidad total (%) que influye positivamente en el valor del Ke y el porcentaje de agregados agronómicamente más valiosos.

Tabla III.6. Propiedades físicas del suelo cubierto con pasto natural y leguminosa (NW) en tres muestreos

Propiedades en los muestreos 1, 2 y 3												
cobertura	d ($g^{-1}cm^3$)			Pt (%)			Ke			% Estruc.		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PN	1.69	1.39	1.30	42	37	54	1.2	0.99	1.30	46.1	49.1	58.1
G	1.27	1.24	1.22	51	49	57	1.4	1.62	1.42	57.5	60.3	65.4

Se estudiaron también los cambios en el número de individuos por m^2 y su biomasa en los diferentes tratamientos, en dos profundidades (0-10 y 10-20 cm) y épocas poco lluviosas (1) y lluviosa (2), siendo superior con la leguminosa. Tanto el número de individuos como la biomasa fueron superiores cuando la cobertura del suelo era la leguminosa (NW) con respecto al pasto natural. La presencia de leguminosa propicia mayor deposición de hojarasca en el suelo porque es superior la masa verde de dicha cobertura, lo que puede dar lugar a la mayor existencia de materia orgánica, atrayendo a tos organismos del suelo para su alimentación y descomposición, dando lugar a los grumos como formadores de la bioestructura del suelo. Todo esto se corresponde con los cambios encontrados en las propiedades físicas (tabla III.7).

Tabla III.7 Número de individuos y biomasa en la hojarasca y las profundidades (0-10 y 10-20 cm) y época poco lluviosa (1) y lluviosa (2)

Cobertura	Biomasa media (g)						Número de individuos por m^2	
	Hojarasca		suelo				1	2
			0-10		10-20			
	1	2	1	2	1	2		
Leguminosa (NW)	57.7	127.1	5.4	16.73	0.55	14.69	1136	860
Pasto Natural (PN)	0	1.74	0.08	0.8	1.09	0	15	31

Lo anterior está en correspondencia con Cubillas, De la Rosa & Fontes, (2002) en plantación de *Psidium guajava* que encontró, los resultados de que las leguminosas, de forma general, proporcionan una biomasa con un alto contenido de proteína, la cual al depositarse sobre el suelo y mezclarse paulatinamente con éste, se convierte en una fuente de alimentación para los organismos edáficos, denominada hojarasca, la cual permite el desarrollo de una gran diversidad de organismos del suelo que mantienen activo el proceso de circulación de nutrientes, pues esa es su principal vía de alimentación, además de constituir un nicho ideal para su refugio.

Fontes, *et al.*, (2018) en plantación de *Psidium guajava* destacaron que ese comportamiento es característico en especies de la familia *Leguminosae,* resaltando que, si se comparan de forma independiente ambos períodos, sin tener

en consideración la forma en que se protege al suelo, en el período poco lluvioso ocurre la mayor deposición, con incrementos en éste de un 66.9% con respecto al total acumulado.

Esta misma autora también consideró que la propia actividad de estos macro y microorganismos, establecen un reciclaje de los nutrimentos en el perfil edáfico, lo cual garantiza el mejoramiento de sus propiedades, así como la biomasa acumulada por las coberturas de leguminosas dentro de la plantación del frutal para ambos períodos del año, aunque se mostró que en el período lluvioso no existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

En el período poco lluvioso la biomasa aportada por *T. labialis* y *N. wightii* cv. Cooper difirieron estadísticamente a la proporcionada por *N. wightii* cv Tinaroo y la cobertura natural. Esto es coincidente con lo que se ha afirmado anteriormente en las condiciones de Cuba, donde la mayoría de las leguminosas producen mayores volúmenes de hojarasca y con mayor velocidad de reciclaje de nutrientes que muchas gramíneas, al ser especies, en ocasiones muy lignificadas, lo que trae consigo retardos en su descomposición, por lo que la disponibilidad de los nutrientes requiere de un período mayor de tiempo.

El análisis integral del sistema de pastoreo ovino sobre cobertura de leguminosa (*Neonotonia wihtii)* y cocoteros (*Cocus nucífera)* se muestra en la tabla III.8. El mismo resultó factible integralmente, obteniendo un retorno potencial del nitrógeno entre 40-42 %, por lo que el balance nutricional, a partir de leguminosas, tuvo un efecto por ahorro de fertilizante nitrogenado de 183.3 $, lo que representó unos 28.7 $ ha^{-1}. El aporte potencial de nitrógeno por leguminosa fue de 50 - 60 kg ha^{-1}, contribuyendo notablemente a la satisfacción nitrogenada de la plantación cuya demanda anual de N (kg ha^{-1}) es de 120 – 150, por lo que tuvo un impacto económico favorable con ganancias de 6892.59 $ ha^{-1}.

Tabla III.8. Consideraciones económicas del uso de dos alternativas de sistemas de producción para las plantaciones de cocotero (*Cocus nucífera*).

Aspectos evaluados	Sistema pasto natural	Sistema leguminosas-ovinos
Salidas de los sistemas		
Costo de establecimiento de leguminosas ha^{-1} (pesos)	-	334,97
Costo de la fertilización inorgánica de nitrógeno requerido (pesos)	68,9	40,2
SUBTOTAL	68,9	375,17
Entradas de los sistemas		
Aporte por nueces producidas	5 853,5	10 478,8
Aporte por la carne ovina	-	690-1 242
SUBTOTAL	5 853,5	11 168,8
BALANCE	5 784,6	10 793,63

III.2 Integración de ovinos a plantaciones de *Psidium guajava*

En Cuba, la guayaba (*Psidium guajava*) se considera entre los frutales con grandes tradiciones y perspectivas, motivo por el cual, numerosas empresas cubanas han fomentado y desarrollado su uso, impregnándole un ritmo a su extensión a partir de la obtención e introducción de la variedad Enana Roja Cubana y sus diferentes cultivares y/o líneas, las que garantizan un gran potencial productivo (Anon, 2012).
A pesar de los incrementos en áreas de este frutal, numerosos factores inciden actualmente en el decrecimiento de su rendimiento, entre éstos se destacan la insidencia de plagas (Rodríguez *et al*., 2016), el empleo de tecnologías que no siempre han resultado las más adecuadas para la producción intensiva, unido a elementos de desconocimiento y falta de motivación para la producción del cultivo (Fornaris, Hernández & López, 2011), así como también violaciones fitotécnicas, que traen consigo altos niveles de infestación de malezas, propiciado por ineficiencias en la estrategia de control.

En el costo de producción de la guayaba, a partir de los excesivos recursos que se destinan para la adquisición y aplicación desmesurada de herbicidas, el control de malezas encarece grandemente el sistema, ya que el control manual y mecánico de las arvenses es aún insuficiente en estas plantaciones Gómez, *et al.*, (2003).

Otras opciones se han buscado también para disminuir los índices de incidencia y afectación por plantas arvenses en las áreas de ese frutal, pues el uso abusivo del laboreo del suelo y de agroquímicos han traído consecuencias negativas, no solamente en Cuba (Gómez *et al*., 2003), sino en otras regiones del planeta **(**Fernándes, *et al.*, (2011). Entre éstas se pueden destacar: las afectaciones en las propiedades físicas y químicas del suelo, desarrollo de resistencia a pesticidas con rápida multiplicación de organismos y plagas, graves pérdidas de la diversidad biológica y contaminación ambiental.

Por ello, se estudió el establecimiento de coberturas de leguminosas como una opción sostenible demostrada anteriormente que permitió contrarrestar tales efectos en cultivos de cocoteros (Pérez *et al*., 1996) y cítricos (Pérez, 1998; Gutiérrez, 2003 y Fontes, 2007).

En plantaciones de este frutal, los estudios de Navia (2005), Negrín (2007) y Hernández (2013) demostraron que *Teramnus labialis*, entre otras leguminosas herbáceas, forman coberturas que reducen la presencia de plantas arvenses de las plantaciones, además de aportar materia orgánica y nitrógeno al suelo, por lo que consideraron a esta especie como una alternativa viable para recuperar los agroecosistemas del frutal en la provincia Ciego de Ávila, Cuba.

Valoración técnico económica del establecimiento del policultivo *Psidium guajava* y *Teramnus labialis* en un suelo Ferralítico rojo en las condiciones cubanas

Al monitorear todas las inversiones realizadas en un área de ese frutal con la leguminosa *T. labialis*, así como las labores agrotécnicas ejecutadas, (Mazorra, *et*

al., 2016[a]) demostraron que las labores fitotécnicas en el policultivo difieren muy poco de las necesarias en el sistema tradicional del establecimiento de ese frutal, pues al establecimiento de la leguminosa se le dedicaba sólo el 12% del tiempo total de trabajo.

Se constató también, la necesidad de disponer de agua en toda el área, lo que puede lograrse mediante la instalación de un sistema de riego por aspersión de ángulo bajo, así como un banco de semilla de la leguminosa para garantizar la siembra de cada hectárea diversificada, el que puede establecerse con 0,008 ha.

De modo general, los mayores tiempos de trabajo se dedicaron al riego, que se puede combinar con el control manual de arvenses y la poda de formación del frutal. De acuerdo a los precios de compra y venta de insumos y productos en Cuba, el costo de la hectárea diversificada fue aproximadamente de 25 000 pesos convertibles (CUP), de los cuales, el 70% se relacionan con la compra de las posturas del frutal y la adquisición-montaje del sistema de riego, mientras que un 28% de los gastos fueron por salario y combustible.

La biomasa acumulada por las coberturas de leguminosas dentro de la plantación de *Psidium guajava* para ambos períodos del año mostró que en el período lluvioso no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, en el período poco lluvioso la biomasa aportada por *T. labialis* y *N. wightii* cv. Cooper difirieron estadísticamente a la proporcionada por *N. wightii* cv Tinaroo y la cobertura natural, comportamiento característico en especies de la familia *Leguminosae,* resaltado por Fontes, *et al.*, (2018).

Resulta destacable, que, si se comparan de forma independiente ambos períodos, sin tener en consideración la forma en que se protege al suelo, en el período poco lluvioso ocurre la mayor deposición, con incrementos en éste de un 66.9% con respecto al total acumulado.

El mayor potencial de deposición de hojarasca se logró en presencia de la cobertura de *T. labilalis* y *N. wightii* cv. Cooper, aspecto que coincide con lo señalado por Crespo, *et al.*, (2001)., quienes afirmaron que en las condiciones de Cuba, la mayoría de las leguminosas producen mayores volúmenes de hojarasca y con mayor velocidad de reciclaje de nutrientes que muchas gramíneas, al ser especies, en ocasiones muy lignificadas, lo que trae consigo retardos en su descomposición, por lo que la disponibilidad de los nutrientes requiere de un período mayor de tiempo; por lo que consideramos que lo antes expuesto confirma las diferencias encontradas en los volúmenes de deposición de hojarasca por ambas coberturas (tabla III.9).

Tabla III.9. Deposición de hojarasca en el suelo a través de las coberturas por épocas (kg.ha^{-1}).

Tratamientos	Biomasa acumulada (kg.ha^{-1}).	
	PLL	PPLL
Cobertura de *N. wightii* Cv. Cooper	853.72	1730.02 a

Cobertura de *N. wightii* Cv. Tinaroo	930.94	1490.86 b
Cobertura de *T. labialis*	919.20	1849.40 a
Cobertura natural	791.16	1052.52 c
ES (±)	4.09	4.09
Sig	0.31	0.006

PLL: Período Lluvioso y PPLL: Período Poco Lluvioso. Medias con letras desiguales para un mismo período difieren según Tukey para P < 0,05.

Los resultados obtenidos, corroboraron la factibilidad tecnológica y económica de establecer el policultivo de *Psidium guajava* - leguminosa de cobertura en las áreas agrícolas avileñas.

Producción diversificada de *Psidium guajava* mediante la integración de ovinos en ceba y el uso de las coberturas de leguminosas

Con el propósito de contribuir al incremento de la sostenibilidad de los sistemas de producción de *Psidium guajava* en Cuba, se caracterizaron tecnológica y económicamente dos sistemas de producción de ese frutal var. Enana Roja Cubana (Mazorra, *et al.*, 2016_b): 1^{ero} el sistema de policultivo con la leguminosa de cobertura *Teramnus labialis* y 2do el sistema integrado de ovinos crecimiento- ceba, de la raza Pelibuey a las plantaciones con cubierta de la propia leguminosa.

Los principales resultados demuestran que durante la época de lluvias, los mayores gastos de fuerza de trabajo en el sistema de policultivo correspondieron a las labores de control de arvenses, mientras en el sistema integrado, que se desarrolló durante el periodo poco lluvioso, las labores de regadío constituyeron los principales gastos.

En el sistema integrado se necesita considerar los costos iniciales de inversión, relativos al acuartonamiento del área, así como los costos recurrentes por la adquisición de los animales. El sistema de policultivo presentó utilidades en el primer semestre, superiores a las que puede alcanzar el sistema integrado, al no requerir de inversiones, mientras el segundo logró amortizar los costos de inversión, en dos periodos de finalización-ceba de tres meses cada uno, causa por la cual al final del primer año, la utilidad de esa integración superó a las alcanzadas por el policultivo (tabla III.10).

Tabla III.10. Utilidades en la hectárea del sistema diversificado *Psidium guajava* – ovinos durante nueve meses de explotación.

Etapa	Concepto	Gastos ($)	Ingresos ($)	Utilidades ($)
Policultivo (seis meses)	Fitotecnia	4785.00	-	
	Cosecha de Frutos	-	18750.00	
	Cercado de cuartones	6155.00	-	
	Total en la etapa	***10940.00***	***18750.00***	***7810.00***
Sistema integrado (tres meses)	Fitotecnia	8043.00	-	
	Compra de ovinos	3900.00	-	
	Cosecha de Frutos	-	9357.19	***3239.19***

	Venta de ovinos	-	5825.00	
	Total en la etapa	***11943***	***15182.19***	
Total General		**22883.00**	**33932.19**	**11049.19**

Comportamiento de ovinos integrados a *Psidium guajava* con cobertura de leguminosas, sometidos a diferentes cargas

Se comprobó (Martínez, *et al.*, Valdés, 2018) durante el periodo poco lluvioso, en una plantación de guayabos variedad Enana Roja Cubana, de porte bajo, establecida bajo riego por aspersión de ángulo bajo, el efecto de la carga animal en el comportamiento de ovinos pastando la cobertura de *Teramnus labialis* establecida dentro del frutal, pues esta tuvo efecto en la actividad de pastoreo; así el promedio de animales dedicados a esta actividad fue superior en cargas de 17 y 12 animales ha^{-1}, mientras la actividad de ramoneo, se observó únicamente en los ovinos que pastaron en la carga 21 animales ha^{-1}, aunque de modo general, esta actividad fue poco significativa; específicamente el consumo de hojas del frutal resultó inferior al 2% del tiempo total de pastoreo.

Como aspectos positivos de la integración, se destacó los incrementos diarios de peso alcanzados por los ovinos y la persistencia de la leguminosa; no se encontró diferencias significativas en el peso final y ganancia media diaria entre las cargas evaluadas. Los valores de ganancia media diaria de peso superaron los 126 g. d^{-1}, similares a los descritos por Mazorra (2006) en coberturas mejoradas por leguminosas de plantaciones citrícolas.

Un comportamiento negativo que se observó en esta integración fue el consumo de frutos del frutal en todos los tratamientos, aunque el valor más alto no superó el 1% del tiempo de permanencia de los ovinos dentro de la plantación y de modo general la misma se manifestó en la primera hora de pastoreo.

No se encontró diferencias en la altura del pasto, disponibilidad de MS ha^{-1} y MS por animal en ambos sistemas; esos hallazgos indican el comportamiento favorable de la cobertura de leguminosas, así como su producción de biomasa, la que puede garantizar más de 2,4 t de MS ha^{-1} a una altura mantenida de 13,0 cm.

Finalmente, las cargas utilizadas en la evaluación del sistema en el periodo poco lluvioso no ejercieron cambios significativos en los patrones de conducta de los animales, solo un ligero incremento del ramoneo de ramas del frutal en la mayor carga, así mismo, los indicadores productivos en los grupos de ovinos con distintas cargas no presentaron diferencias, por lo que agronómicamente el sistema garantizó una altura de la cobertura y producción de biomasa capaz de posibilitar la selección en el pastoreo de los ovinos, sin diferencias en el consumo voluntario de sus grupos (Fotos 18,19,20,21).

Foto 18, 19, 20, 21. Pastoreo ovino sobre cobertura de *Teramnus labialis* establecida dentro de plantaciones de guayaba *(Psidium guajava)* variedad Enana Roja Cubana.

IV. Perspectivas para la introducción de las tecnologías de la integración de ovinos a frutales en los sectores productivos de Cuba, en un contexto de cambio climático

Dr. C. Carlos Armando Mazorra Calero & Dra.C. Angela Borroto Pérez

Generalidades sobre la integración de animales a cultivos perennes

Para lograr la integración sostenible de determinada especie animal a los cultivos perennes, es necesario considerar aspectos económicos, sociales, ambientales y técnicos que influyen en este proceso (Ørskov, 2005). Entre los aspectos económicos más relevantes se destacan los volúmenes de producción, el precio de venta y compra de los productos en el mercado y los costos de producción. También, se deben tener en cuenta las disminuciones o incrementos de los costos por actividades propias de la integración; por ejemplo, la reducción de las labores culturales por la presencia del animal y dentro de estas la aplicación de herbicidas, así como el incremento de los costos a causa del establecimiento en la cobertura de plantas más apropiadas para la alimentación de estos.

Los aspectos sociales estarán determinados por la disponibilidad de fuerza de trabajo, la cooperación familiar y el cambio de concepción del productor, quien estará obligado a diversificar y ampliar no solamente su sistema de producción, sino también su modo de pensar y accionar. El componente ambiental de este proceso está muy relacionado con el aspecto anterior y depende mucho de la sensibilidad del productor para comprender que este sistema, al igual que otros que se basan en la sostenibilidad, permite reducir los daños al entorno, entre otras causas porque minimizan la utilización de agro-tóxicos.

Los aspectos técnicos se relacionan con el manejo del agro-ecosistema, específicamente el conocimiento y el control de las interacciones que se establecen entre sus componentes, así como de la entrada y salida de recursos y energía del sistema (Monzote & Funes Monzote, 1997).

Adicionalmente, se debe comprender que la integración presupone del conocimiento y respeto de ambos procesos tecnológicos que se unen y complementan, por tanto, es imprescindible que, para el productor, los componentes productivos (vegetal y animal) estén en el mismo orden de importancia.

Algunos elementos a considerar para integrar animales a los cultivos perennes

Para lograr una adecuada integración de los animales a los cultivos perennes es necesario tener presente tres elementos fundamentales (Mazorra, Borroto & Blanco, 2007):

- Identificación y caracterización cuantitativa y cualitativa de los subproductos agrícolas que se generan en el sistema
- Diseño del sistema de alimentación
- Manejo de los componentes del sistema y sus interacciones.

Un primer paso para decidir la integración de los animales a los cultivos perennes es valorar si en la plantación existe potencialidad alimentaria (cantidad y calidad) de los subproductos que se generan. Una vez que están caracterizados estos, la próxima etapa se debe dirigir a diseñar sistemas de alimentación que permitan la utilización eficiente de esos subproductos, de acuerdo a la especie animal, la raza, la categoría y el propósito productivo.

De modo general, los sistemas de alimentación en la ganadería se clasifican en: (1) de pastoreo, (2) de corte y acarreo (Martín, *et al.*, 2000). En este último sistema los subproductos se cosechan con maquinarias o de forma manual y se ofrecen a los animales en comederos construidos, de acuerdo a las normas definidas para cada especie, raza y categoría de animales (León, 2007).

Con relación al pastoreo, sistema de alimentación en el cual los animales cosechan directamente sus provisiones del ecosistema, el proceso de integración se hace más complejo y por tanto, es necesario conocer y controlar las diferentes interacciones que se establecen entre los principales componentes del sistema. En este aspecto, Mazorra *et al.* (2007) definió varios elementos a considerar para manejar las mismas en el sistema integrado, especialmente en los sistemas de alimentación que incluyen el pastoreo, estos son:

Especie, categoría y propósito productivo

No todas las especies de animales domésticos tienen el mismo tamaño, hábito de alimentación y eficiencia de utilización de los subproductos disponibles, por tanto, se debe decidir, primeramente, cuáles de estas son adecuadas para una determinada integración; posteriormente, se analizará qué categoría y propósito productivo que conviene desarrollar.

Carga y disponibilidad de alimentos

El segundo elemento a considerar es la cantidad de animales que soporta un área de plantación perenne; para esto se determinará la disponibilidad de pastos en la cobertura, en las diferentes épocas del año y la cantidad de animales que se pueden alimentar con dichas plantas. Esto es sumamente importante, porque la carga (cantidad de animales en una unidad de terreno) influye decisivamente en su comportamiento, así como en la relación con los demás componentes del ecosistema.

Calidad y palatabilidad de las especies en la cobertura

Ambos elementos se consideran sumamente importantes y se relacionan estrechamente con la conducta que manifestará el animal dentro de la plantación. Se ha demostrado que la presencia de plantas de buena aceptabilidad y adecuado valor nutritivo en las coberturas, pueden disminuir conductas indeseables como el ramoneo de las ramas de los árboles.

Sistema de manejo

Es un aspecto esencial para obtener beneficios en la integración. Además de respetar la carga, la disponibilidad de alimentos y la calidad de estos, el pastoreo de

los animales se debe realizar tomando en consideración factores tecnológicos como el tipo de pastoreo (continuo o rotacional) y la suplementación, así como factores climáticos tales como la temperatura y la radiación solar, que afectan el comportamiento y la salud de los animales.

Se estima (Sánchez, 2011) que en su conjunto el sector ganadero representa un 9% de las emisiones de carbono y un 37% de las de metano (CH_4) al medio ambiente. Mientras los ovinos emiten 8 Kg de CH_4, los vacunos alcanzan entre 114 -120 Kg. de CH_4 /año. El CH_4 es expulsado a través del hocico en forma de eructo y no por la parte trasera como flatulencia. Este gas posee 23 veces más capacidad de atrapar calor que el dióxido de carbono (CO_2).

Cerca del 10% de la energía contenida en los alimentos que consumen los rumiantes es expulsado en forma de CH_4. Esto implica energía que no se usa en la producción de leche ni carne y además contamina el ambiente. De manera que si reducimos la emisión de ese gas, eso resultaría en una mayor producción, por tanto, criar un tipo de ovino amigable al medio ambiente sería la mejor alternativa

De las variantes alimentarias que pueden usarse en el mundo de hoy como estrategias para su mitigación, para Cuba se sugieren las siguientes:

1. Inclusión de árboles y arbustos (15-30 % de la dietad de leucaena o gliricidia, morera, titonia, jaboncillo, trichantera, stylosantes etc).

2. Empleo de sistemas agroforestales.

3. Empleo de sistemas silvopastoriles

La mayor complejidad de los sistemas integrados y la diversificación de las producciones y por consiguiente del mercado, hacen un tanto menos fácil su introducción en las grandes empresas agrícolas especializadas; sin embargo, es reconocido que los productores medianos y pequeños utilizan cotidianamente prácticas de integración en sus huertas y sitios de producción, acompañadas con actividades agroecológicas.

Es por ello que los sistemas integrados resultan realmente perspectivos para ser acogidos en las fincas de no altos recursos, incluyendo los que disponen de poca cantidad de tierra. Por eso, la gran mayoría de productores mundialmente existentes, pueden aprovechar las enormes ventajas de los mismos que a continuación se resumen:

1. Se aprovecha entre el 60 y 70 % de la biomasa vegetal en la alimentación del ganado, sin causar competencia con la alimentación humana.

2. Mayor fertilidad de la tierra por el excremento y la orina.

3. Control del crecimiento de la hierba bajo los árboles.

4. Mayores ganancias económicas para el granjero de ambos componentes

(Animal y Agrícola).

5. Disminución de los riesgos de incendio.

6. Se facilita la cosecha de algunos frutales.

7. Disminuye el estrés de los animales por la menor carga calórica.

En este libro, se exponen las numerosas alternativas estudiadas en Cuba, que demuestran los beneficios de introducir e integrar armónicamente a una mayor escala productiva, los rebaños ovinos en las plantaciones de frutales perennes; Sin embargo, no basta el éxito alcanzado con los resultados científicos obtenidos en las diferentes fincas privadas o estatales donde estas investigaciones fueron realizadas, sino también se impone, que los decisores muestren un mayor interés por aplicar con la disciplina tecnológica establecida para cada sistemas, los beneficios demostrados en estas alternativas del manejo ovino, considerando que en los mismos, se ha confirmado la posibilidad de hacer realidad el uso multipropósito de la tierra, enfrentar exitosamente la escasez de recursos en el sector productivo agropecuario y los efectos del incremento del cambio climático, lo que posibilitará el desarrollo de una Agricultura Climáticamente Inteligente que incluye prácticas en la gestión integrada de cultivos y ganados (Almeida, 2017)

Así, en otros lugares del mundo tales como México y Martinica (Francia), factores externos como plagas y políticas medio-ambientales estatales han propiciado el interés y la necesidad de implementar los sistemas integrados, algunos de los cuales, se muestran a continuación:

El estado San Luis Potosí, ha sido una de las principales zonas de México dedicadas al cultivo de los cítricos, con una producción histórica de naranja, mandarina y otras especies que sobrepasaron en el año 2003 las 320 000 toneladas. Esta zona sufrió en los años posteriores una depresión en la producción y mercado de la fruta fresca debido a una plaga conocida como mosca de la fruta (*Anastrepha ludens Loew*); adicionalmente el precio de la fruta destinada a la industria también decayó y los productores se vieron obligados a abandonar sus huertas o en el mejor de los casos dejaron de atenderlas fitotécnicamente.

Esta situación propició que la dirección de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos (SEDARH) del estado, decidió elaborar y ejecutar un proyecto que inicialmente diagnosticó la situación de los pequeños productores de cítricos en la región y las posibilidades reales de producir ovinos en sus huertas; adicionalmente y con la participación de un miembro del grupo avileño (Mazorra *et al*. 2003), se diseñaron sistemas de explotación que permitieran introducir adecuadamente los ovinos en estos frutales.

Por otro lado, Fernándes, *et al.*, (2011) en la región francesa de Martinica, indicó que los daños al ambiente, especialmente a los suelos por el uso desmesurado de

productos químicos (fertilizantes y bio-plaguicidas) ocasionaron que se dictaminaran leyes ambientales que limitaron el uso de esos productos en la agricultura, así como, se desarrollaron políticas agrarias que permitieran un cambio de concepción hacia una agricultura más ecológica.

En este escenario se ejecutaron proyectos de investigación que desarrollaron tecnologías agropecuarias más sostenibles, entre los que se destaca el proyecto DEVAG (http://devag.tropical-agroecology.org), con presencia también de integrantes del grupo cubano avileño, que entre sus tarea, han realizado investigaciones sobre los sistemas integrados de ovinos a los frutales, en policultivo con leguminosas forrajeras (Foto 22).

Foto 22. Integración de ovinos en plantaciones de frutales en Martinica

En visitas efectuadas a productores de esta localidad, se constató el uso de ovinos como controladores de arvenses (malezas) en las plantaciones de cítricos y en cultivos varios como la malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), ambos con resultados económicos favorables por el ahorro de fuerza de trabajo, a pesar del escaso conocimiento que poseen esos productores sobre las leyes de la integración y la crianza de los ovinos (Foto 23).

Foto 23. Integración de ovinos en plantaciones de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), Martinica.

Por su parte Perón desde el 2009, aconsejó para lograr en general una mayor eficiencia productiva en las crianzas ovinas, se debían implementar las siguientes prácticas:

1. Usar un área de pastoreo con 40 % de plantas y arbustos de hojas anchas (son los ovinos los animales mejores dotados para alimentarse en pastoreo, lo que facilita su manejo y reduce los gastos de alimentación).

2. Utilizar los pastos de montaña y subproductos agrícolas (sin que medie mucha competencia por otras especies animales).

3. Consumir pastos naturales de difícil acceso sin excederse de 1,5 Kg diarios para no afectar la producción, (pues su tipo de boca, posibilita escoger y consumir plantas de escaso porte y difícil acceso a fracciones alimenticias pequeñas tales como: granos, trozos de espigas y las hierbas entre piedras con valor nutritivo aceptable).

4. Emplear raciones con un 86 % de alimentos voluminosos y un 14 % de concentrados (6% menor de estos que para los bovinos).

5. Incrementar la productividad de los sistemas de producción ovina con la introducción de las siguientes tecnologías y elementos en su manejo: bancos de proteínas (Ej. leucaena y morera) y de energía (Ej. caña de azúcar, Napier, King grass {CT-115 y 169}, bloques multinutricionales, suplemento nitrogenado activador (SNA), crecimiento compensatorio, pastoreo con perros, castración {quirúrgica o por anillo flexible}, determinación de la edad {por la tabla dentaria}, identificación individual {tatuado o muescas en las orejas}, condición corporal y abonos orgánicos.

6. Usar animales de raza Pelibuey seleccionados para la producción de carne.

A continuación, se resumen (Tabla IV.1) las interacciones positivas y negativas existentes entre: el árbol: cobertura; el árbol: suelo; el árbol: animal; la cobertura: árbol: la cobertura: animal; el animal: árbol: el animal: cobertura y la cobertura: suelo, que son imprescindibles conocerlas para manejar adecuadamente los sistemas integrados.

Tabla IV.1 Posibles interacciones de los sistemas integrados de ovinos con frutales.

Interacción	Tipo	Descripción	Fuente
Árbol ↓ Cobertura	***Negativo***	Perjudica la producción de pastos.	Blanco y Pentón, 2005
		Efecto alelopático	Simón, Hernández y Ojeda, 1998
	Positivo	Mejora la calidad nutritiva del pasto.	Pentón, Blanco y Soca, 1998 Simón, Hernández, y Ojeda, 2005
		Favorece las especies más tolerantes a la sombra	Benedetti, 2005 Pentón, Blanco y Soca, 1998 Simón, Hernández y Ojeda, 2005
Árbol ↓ Suelo	***Positivo***	Aporta materia orgánica y nutrientes	Calle, 2003
		Mejora el contenido de humedad	Pérez, Borroto, Mazorra, Borroto, Cubillas, Rodríguez, Fontes, Rodríguez, Álvarez, Abreu, García, y Sánchez, 1998b
		Disminuye la erosión	Perret, 1998
		Extrae nutrientes de capas inferiores	Mahecha, 2002
Árbol ↓	***Negativo***	Intoxicación con productos aplicados a los árboles.	García, 1995

	Positivo	Protege al animal de la radiación solar directa.	Younis, Azamel, Mokhtar y Kotby, 1984
Cobertura ↓ Árbol	***Negativo***	Incrementa las poblaciones de roedores	Sánchez, 1995
		Competencia por nutrientes y agua.	Schaller, Schroth, Beer y Jiménez, 2001 Pancarte, Lavigne, Bertin y Ducelier, 2006
	Positivo	Especies de baja palatabilidad, protegen al árbol del ramoneo.	Smit, Béguin, Buttler y Müller-Schärer, 2005
		Coberturas de leguminosas controlan especies arvenses en la plantación.	Mane, 2005 Fontes, 2007 Negrín, Pérez, Mazorra y Gutiérrez, 2007
Cobertura ↓ Suelo	*Positivo*	Mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, e incrementa la macrofauna.	Borroto, Pérez y Borroto, 2001 Gutiérrez, 2003 Clavel y del Vallín, 2005 Morgado, 2005 Villavicencio, Toledo, Martínez, Rodríguez y Santana, 2006.

Interacción	Tipo	Descripción	Fuente
Cobertura ↓ Animal	*Negativo*	Toxicidad de determinadas especies	Launchbaugh, Provenza y Pfister, 2001
	Positivo	Fuente de nutrientes esenciales	Sánchez, 1995.
Animal ↓	*Negativo*	Ramoneo de las hojas	Borroto, 1988. Mazorra, 2006
		Roe la corteza del árbol	Simón, Hernández y Ojeda,1997

Árbol			
		Consumo de las frutas en el árbol	Pena, 2014
	Positivo	Disminuye la competencia del árbol y las especies en la cobertura	Torres, 1996. Simón, Hernández y Ojeda, 2005
		Consume frutas muy maduras caídas al suelo, lo que evita la proliferación de plagas	Mazorra, 2006
Animal ↓ Cobertura	*Negativo*	Desaparece las especies de mayor palatabilidad.	Provenza, Villalba, Dziba, Atwood y Banner, 2003
	Positivo	Contribuye a la dispersión y germinación de las semillas	Skerman, Cameron y Riveros, 1991

Nota: Las fuentes bibliográficas referidas en color azul en la tabla anterior sobre las interacciones, pertenecen al grupo de Ciego de Ávila, autores del presente libro.

Consideraciones finales

La integración de animales y plantas es un fenómeno común apreciado en la naturaleza y que el hombre debe aprovechar con el propósito de incrementar y diversificar las producciones por área, en un mundo donde los recursos de agua, suelo y energía son cada día más escasos.

En este contexto, los sistemas integrados pueden tributar a la solución de muchos de los problemas ambientales que en la actualidad atañen a la humanidad, tales como la desforestación y la pérdida de la fertilidad de los suelos.

Para la utilización de este sistema, es importante tener en consideración las leyes generales que permitan una integración adecuada entre animales y plantas, así como una sostenida disciplina tecnológica, recomendándose además, la asesoría de especialistas en el tema que puedan tomar decisiones certeras cuando se produzcan cambios inevitables en el orden de las interacciones positivas-negativas que se manifestarán, que como se ha señalado anteriormente, resulta más completo pero complejo que el monocultivo, aunque también más sostenible que este último y con beneficios económicos y ecológicos superiores.

La conversión hacia un sistema de producción integrado necesita un cambio paulatino en el pensamiento y accionar de los recursos humanos, que solamente se dará, cuando los mismos perciban o se convenzan de las bondades de los nuevos componentes (plantas y animales) que se deseen.

El fracaso de cualquier tecnología, en infinidades de ocasiones, está dado por la falta de disciplina tecnológica y por el hecho de restarle importancia a las producciones complementarias, hacia estas direcciones deberá estar encaminado el trabajo futuro en esta temática.

Desde el punto de vista económico, resulta factible el empleo de un agente escarificador para semillas de leguminosas en el establecimiento de sistemas agropecuarios. El uso del nitrógeno líquido (NL) como agente escarificador en estos cultivares resulta posible al incrementar los porcentajes de germinación y emergencia, obtener plantas más vigorosas que posibilitan el rápido establecimiento del cultivar, estabilidad en la calidad nutricional de la biomasa e incremento en la producción de semillas. Tales beneficios demuestran la posibilidad de generalizar el uso del NL como un tratamiento de escarificación viable para las semillas de *T. labialis*.

Los sistemas de producción de ovinos actuales tienen como principal dificultad la falta de sombra de árboles. El pastoreo con árboles tiene un efecto positivo en el patrón de conducta de las ovejas, dedican más tiempo a la actividad pastar-caminar y prefieren realizar el descanso y la rumia a la sombra, lo que mejora el bienestar térmico y proporciona un entorno más favorable para la producción ovina en pastoreo.

A partir de la intensidad de radiación solar de 13,3 lux se incrementan los valores de frecuencia respiratoria, temperatura rectal, temperaturas superficiales, el Índice de temperatura y humedad relativa (ITH) y se afectan los parámetros fisiológicos, hematológicos y productivos de los ovinos, muestras todas de estrés por calor en los ovinos.

Los escenarios bioclimáticos elaborados de bajas, medias y altas emisiones para los años 2030, 2050 y 2100, muestran que las condiciones ambientales futuras serán desfavorables para los sistemas en pastoreo de ovinos sin árboles.

Bibliografía

Abbasi, M. R. (2020) Breaking seed dormancy in some Iranian wild clovers (*Trifolium* spp.) selected as promising new germplasm. *Genetic Resources and Crop Evolution* 67: 1577-1585. DOI: doi: 10.1007/s10722-020-00933-4.

Acosta Yanier, Abraham Escobar-Gutiérrez, Lina Qadir Ahmed, Inaudis Cejas, Marcos Edel Martínez-Montero, Jorge Sánchez, Elliosha Hajari, Monika Höfer, José Carlos Lorenzo y Dayamí Fontes (2023) Morpho-anatomical evaluation of Teramnus labialis seeds: strategies to overcome physical dormancy. Biologia, 1-9.

Aengwanich, W., Kongbuntad, W. & Boonsorn, T. (2011) "Effects of shade on physiological changes, oxidative stress, and total antioxidant power in Thai Brahman cattle". International Journal of Biometeorology, 55(5): 741-748, ISSN: 1432-1254. http://doi.org/10.1007/s00484-010-0389-y.

Agamathu, I. P. y Broughton, W. J. (1985) "Nitrogen cicling in a legume -Oil Palm Ecosystem in Malaysia", in Nitrogen Cycling in Wet Monsoonal Ecosystems. Proceeding of worshop, Chian Mai Thailand, Australian Academy of Science.

Ajakaiye, J.J., Ayo, J.O., Ojo, S.A. (2010) “Effects of heat stress on some blood parameters and egg production of Shika Brown layer chickens transported by road”. Biological research. 43(2) 183-189. http://dx.doi.org/10.4067/S0716-97602010000200006

Alane, F., R. Chabaca, L. Ouafi, M. Abdelguerfi laouar and A. Abdelguerfi. (2016) Break dormancy, germination capacity of medics after different techniques of scarification (physical, chemical and mechanical). *African Journal of Agricultural Research* 11: 340-351. DOI: doi: 10.5897/AJAR2015.10303.

Alonso, A. (1987) El control mecánico de las malas hierbas en los cítricos. IIMA. MINAGRI. Conferencis. Mimeo.

Al-Dawood, A. (2017) “Towards heat stress management in small ruminants-a review”. Annals of Animal Science. 17(1) 59. 10.1515/aoas-2016-0068.

Almeida, L. (2017) Compras sustentaveis: reflexos da economía verde na qestao pública, uma questao legal. 1era Edit. Barauna. (ISPN 978-85-437-0288-9). 209 pág. https://books.google.com.ar.(vista previa).

Altieri, M.(1996) Conferencia sobre Agroecología impartida en el ISCAH. Cuba.

Altieri, M. y Funes Monzote, F. (2012) The paradox of Cuban Agriculture. Monthly Review. January.

Anon, (1983) Manual de ovinotecnia caprinotecnia. Mimeo. ISCAH. Cuba.

Anon. (2012) Programa de desarrollo de cítricos y frutales Empresa Citrícola Ciego de Ávila. Ciego de Ávila, Cuba,

Apodaca-Martínez, M., V. M. Cetina Alcalá, J. Jasso-Mata, M. Á. López-López, H. González-Rosas, E. Uscanga-Mortera and A. García-Esteva. (2019) Ruptura de la latencia física y germinación de semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* (*Malvaceae*). *Botanical Sciences* 97: 211-217. DOI: doi: 10.17129/botsci.2094.

Asiedu, F.H.K., Opongo, E.N.W. & Opuku, A. (1978) Utilization by sheep of herbage under tree crops in Ghana. Trop. Anim. Hith. Prod. 10:1

Blanco, F. y Pentón, Gerstrudis. (2005) Efecto de la sombra del estrato arbóreo en la fisiología y la dinámica del pastizal. En: *El silvopastoralismo: un nuevo concepto de pastizal.* Simón, L. (ed). Indio Hatuey. Guatemala. pp. 91- 170.

Bareke, T. (2018) Biology of seed development and germination physiology. *Advances in Plants & Agriculture Research* 8: 336-346. DOI: doi: 10.15406/apar.2018.08.00336.

Barragán-Hernández, W.A., Mahecha-Ledesma, L. & Cajas-Girón, Y.S. (2015) "Variables fisiológicas-metabólicas de estrés calórico en vacas bajo silvopastoreo y pradera sin árboles". Agronomía Mesoamericana, 26(2): 211-223, ISSN: 2215-3608. http://dx.doi.org/10.15517/am.v26i2.19277

Baskin, J. M. and C. C. Baskin. (2004) A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14: 1-16. DOI: doi: 10.1079/SSR2003150.

Baskin, C. C. and J. M. Baskin (2014) *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego, CA, Academic Press. ISBN: 978-0-12-416677-6.

Batista, N.L., de Souza, B.B., de Oliveira, G.J.C., Roberto, J.V.B., de Araújo, R.P., Ribeiro, T.L.A., Silva, R.A. (2020) “Heat tolerance in sheep with white and dark coat under heat stress”. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology. 2(3) 102-108. http://dx.doi.org/10.14269/2318-1265/jabb.v2n3p102-108

Benedetti, E. (2005) Leguminosas na produção de ruminantes nos trópicos. EDUFO (ed). Uberlãndia. 118 p

Bocdnovic, B. & Hodge, R.W. Supplementation of citrus pellet with urea. Prod. Anim. Soc. Animal 1978: 142-179

Borroto, Ángela. (1988) Potencial forrajero de los subproductos citrícolas para la producción de carne. Tesis de C. Dr. en Ciencias. Instituto de Ciencia Animal-Instituto Superior Agrícola de Ciego de Ávila (ICA-ISACA). Cuba.

Borroto, Ángela; Molina, A; Cruz, D. & Pérez-Borroto, C. (1989) Potencial Alimentario de dos Subproductos agrícolas de cítricos: Hierbas bajo corte mecanizado y podas para la producción de carne ovina. Rev. Prod. Anim. 5(2): 131-136.

Borroto, Ángela; Molina, A; Mesa María A.; Báez, Irene & Pérez-Borroto, C. (1991) Sistema de ceba ovina con subproductos agrícolas de cítricos. Rev. Prod. Anim. 6 (1):11 - 17.

Borroto, Ángela; Pérez, R; Hernández, N & Bacallao, J.L. (1994 a) Sustitución del suplemento proteico en ceba ovina con el uso de banco de proteínas. Rev. Prod. Anim. 8 (1):20-23.

Borroto, Ángela; Pérez-Borroto, C; Carrillo, Milvia; López, M Molina, A. (1994b) Pastoreo ovino dentro de campos de cítricos, libre y con cerca eléctrica. Rev. Prod. Anim. 8 (1):14

Borroto, Ángela., Mazorra, C., Arencibia, A., Hernández, N., López, M., Pérez, R., Borroto, A. & Molina, A. (1995) Tecnologías alternativas sostenibles para obtener carne ovina en las fincas citrícolas. Seminario Científico Internacional XXX Aniversario ICA. La Habana. p. 127.

Borroto, C. G. & Borroto, A. (1996) Citricultura Tropical. Tomo I. Ed. ENPES. MES. Cuba. 227p.

Borroto, Ángela; Pérez, R; Mazorra, C; Hernández, N; Arencibia, Agueda; Fontes, Dayami; López, V; Borroto, María; Borroto, A; López, M & López, J. (1997) Diversidad de la producción en fincas citrícolas, usando distintos sistemas para la obtención de carne ovina. Folleto FAO de extensión. Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez" (UNICA). Cuba. 23. pág.

Borroto, Ángela, Pérez, R., Mazorra, C.A., Fontes, D., Borroto, M.,Cubilla, N., Hernández, N., López, J.L.., de la Rosa, A.E.,Tapia, L., Rodríguez, L., Rojas, I., Martínez, G. & Rodríguez,I. (2000) Technologies for obtaining meat in sustainable agricultural systems with citrus plantations. International Symposium on Silvipastoral systems and Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America.Theme: Silvopastoral systems for restoration of degraded tropical pasture ecosystems. (M. Ibrahim´s Compiler).

Borroto; María. R. Pérez & Ángela Borroto (2001) Impacto sobre el suelo de leguminosas herbáceas como mejoradores de las coberturas naturales en

plantaciones de cítricos. Rev. Ensaios CIENCIA. Serie Ciencias Biológicas, Agrarias, e da Saúde. UNIDERP. Brasil Vol. 5. No. 2. 93-116.

Borroto, Ángela; Pérez, R; Mazorra, C.; Fontes, Dayami; Borroto, María; Cubilla, Nieves; López, J; De la Rora, Anaelys, Tapia, Lialiysis, Rodríguez, L y Rodríguez, I. (2001_a) Tecnologies for obtaining meat in sustainable agricultural systems whit coconut palms. En: International Symposium on Silvipastorial sistems and second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America.

Borroto, Ángela, Pérez, R., Mazorra, C.A., Fontes, Dayamí., Borroto, María.,Cubilla, Nieves, Rodríguez, L.A., Gutiérrez, I., Rodríguez, I., de la Rosa, Anaelis., Hernández, N., Martínez, G., Borges, G., Tapia, Liliaisys y Arencibia, Agueda.C. (2002) Tecnologías sostenibles en fincas de cítricos y cocoteros para la obtención de carne, Memorias V Conferencia Científica Internacional de la UNICA 2002, Ciego de Avila. Cuba.

Borroto, Ángela., Pérez, R., Mazorra, C.A., Fontes, D., Borroto, M., Cubilla, N., Hernández, N., López, J.L., Borges, G., de la Rosa, A.E., Tapia, L., Rodríguez, L.A., Gutiérrez, I., Martínez, G.,Rodríguez, I. & Arencibia, A.C. (2003) Producción ovina en frutales con leguminosas de cobertura. Primera Conferencia Electrónica de la FAO sobre Ganadería en la Agricultura de Conservación. www.fao.org/prods/cams/user/ default.asp>

Borroto, A. (2004) Los sistemas de Explotación para ovinos y caprinos en el trópico. Conferencia. Curso-Taller Iberoamericano. “Sistemas de Alimentación Animal Sostenibles para ovinos y caprinos”. Red XIX.D “Red Iberoamericana para el Mejoramiento Productivo de Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos”. Ciego de Avila, Cuba. Edit CYTED.100-135.

Borroto, Ángela, R. Pérez & C. A. Mazorra. (2005) Producción diversificada en fincas citrícolas cubanas. Integración y sostenibilidad. Rev. Ensaios CIENCIA. Serie Ciencias Biológicas, Agrarias, e da Saúde. UNIDERP. Brasil 9(2): 377-396.

Borroto, Ángela; C.A. Mazorra; R. Pérez; D. Fontes; M. Borroto; N. Cubillas & I. Gutiérrez, (2007) La potencialidad alimentaria y los sistemas de producción ovina para una finca citrícola en Cuba. Articulo Reseña Rev. Cubana de Ciencias Agrícola Tomo 41 (1): 3 – 12.

Borroto, Ángela; R. Pérez & C.A. Mazorra (2011_a) Propuestas tecnológicas para la ceba del ganado ovino. Edit. Edit EAE. 52 pág.

Borroto, Ángela; R. Pérez & Barrabí, Mireisy (2011_b) El ganado menor, base alimentaria y gestión de sus resíduos: Catálogo de propuestas tecnológicas. Edit EAE. 167 pág.

Borroto, Ángela y Maurelo, R. (2015) “Ovinos” elementos claves para una producción ovina (multimedia). CERTIFICACION DEL REGISTRO CENDA: 1063-03-2015’

Borroto, Ángela; Fontes, Dayamí; Mazorra, C.A. Martínez, J.; Serrano, O.; Pérez Lucía S.; Reyes R.L & Alfonso F. (2018) “La producción de ovinos y caprinos para América Latina y el Caribe con enfoque climáticamente inteligente” CERTIFICACION DEL REGISTRO CENDA: 3031-09-2018

Borroto, Á. (2019) STREAMING: MANEJO CLIMATICAMENTE INTELIGENTE DE LAS ESPECIES CAPRINA Y OVINA PRODUCTORAS DE LECHE Y CARNE. el Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias (INTA) de la provincia Salta, Argentina, (https://twitter.com/intaargentina/status/1167468559456509952?s=20).

Canché, A.d.R.A., Martínez, B.C., Sánchez, L.C., Vázquez, A.P., Solis, J.C. (2017) Comportamiento productivo y alimenticio de ovinos en pastoreo en sistemas silvopastoriles con Leucaena leucocephala y Cynodon plectostachyus”. Revista Bio Ciencias. 4(6) 11. https://doi.org/10.15741/revbio.04.06.06

Chauhan, S.S., Celi, P., Leury, B., Liu, F., Dunshea, F.R. (2015) “Exhaled breath condensate hydrogen peroxide concentration, a novel biomarker for assessment of oxidative stress in sheep during heat stress”. Animal Production Science. 56(7) 1105-1112. http://dx.doi.org/10.1071/AN14070

Clavel, N. (2004) Contribución de la cobertura con leguminosas forrajeras a la conversión a orgánico de un agroecosistema citrícola. Tesis en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”- Universidad de Matanzas. 82 pág.

Clavel, N. y del Vallín, Gladis. (2005) La cobertura viva con leguminosas en la protección de agroecosistemas citrícolas cubanos. En: *III Foro* Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana. Cuba.

Calle, Zoraida. (2003) Restauración de suelos y vegeración nativa: ideas para una ganadería andina sostenible. 2da Edición. Cali. Colombia. 96 p. (ISBN. 958- 9386-36-9).

Casamayor, R. (1996) Curso integral de citricultura. Conferencias. INICIT. 275p.

Casamayor, R. y V. Prieto (1997) Ruellia tuberosa y su control en el cultivo de los cítricos. CENTRO AGRÍCOLA. (3): 3-13.

Change, I.C. (2014) “Synthesis Report. Contribution of working groups I”. II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. 151(10.1017).

Chen, D., R. Zhang, C. C. Baskin and X. Hu. (2019) Water permeability/impermeability in seeds of 15 species of *Caragana* (*Fabaceae*). *PeerJ* 7: 1-13. DOI: doi: 10.7717/peerj.6870.

Cho, J. S. and C. H. Lee. (2018) Effect of germination and water absorption on scarification and stratification of kousa dogwood seed. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 59: 335-344. DOI: doi: 10.1007/s13580-018-0034-y.

CEE. 1995. Comité Estatal de Estadística. Anuario Estadístico de Cuba. Edit. Cté E.E. La Habana.

CEPAL, N. 2018. Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: reconstrucción histórica y proyecciones del efecto del cambio climático sobre el oleaje en la costa de Cuba. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

Correa, M.P.C., Dallago, B.S.L., Paiva, S.R., Canozzi, M.E.A., Louvandini, H., Barcellos, J.J., McManus, C. (2013) “Multivariate analysis of heat tolerance characteristics in Santa Inês and crossbred lambs in the Federal District of Brazil”. Tropical animal health and production. 45(6) 1407-1414. 10.1007/s11250-013-0378-3.

Crespo, G.; Ortiz, J.; Pérez, Ana Aurora & Fraga, S. (2001) Tasas de acumulación, descomposición y NPK liberados por la hojarasca de leguminosas perennes. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas, Tomo. 35, No. 1, 2001. 39.

Cubillas, Nieves; De la Rosa, Ana Elis & Fontes, Dayamí. (2002) La macrofauna del suelo en áreas de cocoteros (*Cocus nucífera*) con coberturas de leguminosas herbáceas. Cuadernos de Fitopatología. Rev. de Fitopatología y Entomología. Año XVIII-Nº. 69:98-102.

Cunha, L.C., Monteiro, M.L.G., Lorenzo, J.M., Munekata, P.E., Muchenje, V., De Carvalho, F.A.L., Conte-Junior, C.A. (2018) Natural antioxidants in processing and storage stability of sheep and goat meat products. Food Research International. 111379-390. doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.041

De Andrade Pantoja, M.H., Esteves, S.N., Jacinto, M.A.C., Pezzopane, J.R.M., de Paz, C.C.P., da Silva, J.A.R., Junior, J.d.B.L., Brandão, F.Z., Moura, A.B.B., Romanello, N. (2017)“Thermoregulation of male sheep of indigenous or exotic breeds in a tropical environment”. Journal of thermal biology. 69302-310. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.09.002

De Combellas, Josefina. (1997) Producción de ovinos en Venezuela. Editorial Ex-Libris. Fundación Polar- UCV. Venezuela. 111 p. (ISBN: 980-6397-3).

De la Osa, F. (1986) Labores de cultivo en plantaciones jovenes de Naranjo (Citrus sinensis L, Osbeck) c.v. Olinda Valencia, establecidas en suelos Ferralitico Rojo Típico. Tesis C.Dr en Ciencias.

De la Rosa Ana E., Nieves M. Cubillas & C. A. Mazorra (2005) Persistencia en ovinos en desarrollo de la aversión condicionada al sabor a las ramas de cítrico (Toronja Marsh). Rev. Ensaios CIENCIA. Serie Ciencias Biológicas, Agrarias, e da Saúde. UNIDERP. Brasil 9(2).

De la Rosa, L.A., De la Rosa, Y.F., Hernández, D.B., Lemes, M.M., Beltrán, M.G., Socarras, Y.P. & Flores, F.A.C. (2015) "Aproximación a una mirada sociodemográfica de la provincia de Ciego de Ávila. Approach to a sociodemoraphic view of the province of Ciego de Ávila". Novedades en Población, 10(19): 66-74, ISSN: 1817-4078.

De, K., Kumar, D., Saxena, V.K., Thirumurugan, P. & Naqvi, S.M.K. (2017) "Effect of high ambient temperature on behavior of sheep under semi-arid tropical environment". International Journal of Biometeorology, 61(7): 1269-1277, ISSN: 1432-1254. https://doi.org/10.1007/s00484-016-1304-y.

Delacroix, S.; Chauvet, E.; Lavigne, C. & Mazora Calero, C. (2010) Método alternativo de control de las malezas en un huerto de Anonáceas en Martinica. INTERREG-DEVAG.

DeLonge, Marcia S.; Miles, A.; Carlisle, Liz. (2016) Investing in the transition to sustainable agricultura. Envionmental Science and Policy. 55: 266- 273.

Devendra, C. (1979) Las ovejas en las Antillas. World Rev. Anim. Prod. 13:31

Devendra, C. e Ibrahim, M. (2004) Silvopastoral systems as a strategy for diversification and productivity enhancement from livestock in the tropics. Conferencia electrónica. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba.

Duncan, D.B. (1955) "Multiple range and multiple F tests". Biometrics. 11(1) 1-42. https://doi.org/10.2307/3001478

Erickson, V.J., Halford, A. "Seed planning, sourcing, and procurement". Restoration Ecology. 28(3) 219-227, (2020) doi: 10.1111/rec.13199 Shahzad, R., Khan, A.L., Bilal, S., Asaf, S., Lee, I.-J. "What is there in seeds? Vertically transmitted endophytic resources for sustainable improvement in plant growth". Frontiers in Plant Science. 9(1) 1-10, 2018

Fassbender, H.W; Beer, J.; Heureldop, J.; Imbach, A.; Enrequez,G. & Bennemann, A. (1991) Ten year balances of organic matter and nutrients in agroforestry systems at CATIE, Costa Rica. Ferest Ecology and Management (Holanda), 45(1-4): 173-183.

Fernándes, P. ; Lavigne, C. ; Rhino, B. ; Langlais, C. ; Deberdt, P. ; Diedhiou, S. ; Ratnadass, A. ; Lesueur Jannoyer, M. ; Malézieux, E ; Filloux, D. ; Padron Cespedes, E.C. ; Fernandez Delgado, J. ; Peña Turruellas, E. ; Piñon Gomez.; Cruz Borruel, M.; Otero Pujol, L. ; Cueto Rodriguez, J.R. ; Borges, M .; de Vallin Borrego, G. ; Mazora Calero, C. ; Fontes Marrero, D. ; Lezcano Mas, Y., Prophète, E. ; Eunide Alphonse, M. ; Faucheux, B. ; Delacroix, S. ; Chauvet, E. ; Arnau, G. ; Temple, L. & Carvil, N. (2011) The INTERREG-DEVAG Project: a regional network for development of agroecological cropping systems for horticultural crops in the caribbean. I International Symposium on Tropical Horticulture. International Society for Horticultural Science. Acta 894.

Ferrotti, F. & Luciano, C. (2005) Soil organic matter and soil nitrogen fraction as affected by crop rotation in rainfed mediterranean conditions. International Conference of Global Soil Change. Mexico.

Fontes, D.; Hernández, N.; Deisy Cruz, Esperanza Segui, & Nieves Ma Cubillas, (2000) Leguminosas nativas y/o naturalizadas en áreas de cítrico. Pastos y Forrajes 23 (1): 15-23.

Fontes, D. Hernández, N.; Nieves Ma Cubillas, Deysi Cruz, J.J. González, Ana E. de la Rosa & Leydis Castellanos (2004) Comportamiento agronómico de leguminosas nativas con potencialidades forrajeras colectadas en áreas de frutales. Ensayos e Ciencia, Serie Ciencias Biológicas Agrarias e da Saúde, 8 (2):111-124.

Fontes, D. (2007) Beneficios agroproductivos de Teramnus labialis (L. F) Spreng como cobertura en plantaciones citrícolas. Tesis presentada en opción al grado

científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba. 100 pág.

Fontes, D.; Mazorra, C.; Pulido, L.; Cubillas, Nieves; Hernández, N.; Lazo, M.; Rodríguez, L. y Rodríguez, W. (2008) Teramnus labialis: leguminosa promisoria para la producción diversificada en fincas citrícolas. Zootecnia Trop., 26(3): 351-354.

Fontes Dayamí, Carlos Mazorra, Yanier Acosta, Julio Pardo, Jorge Martínez, Javier Hernández, Abel González, Paula Fernándes, Christian Lavigne (2018), Comportamiento productivo de coberturas vivas de leguminosas herbáceas en una plantación de guayaba (*Psidium guajava* L) var. Enana roja cubana EEA-1840. 7(2).

Fornaris, L.M., Hernández, Geisy., & López, Teresa (2011) Efecto del manejo del riego en la asociación aguacate–guayaba. *Ingeniería Agrícola*. *1*(2), 67-75.https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/550

Galíndez, G., G. Malagrina, D. Ceccato, T. Ledesma and L. Lindow-López (2015) Dormición física y conservación ex situ de semillas de *Amburana cearensis* y *Myroxylon peruiferum* (*Fabaceae*). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 5: 153-161.

García, E. Hernández, B. y Fernández. D. (1989), Evaluación de un sistema de máquinas para la elaboración de heno de las calles de naranja valencia en producción. Rev. Prod. Anim. 2:191-196.

García, A. (1995), Integração de ovinos com outras especies animais e vegetais. En: *4to Simpósio Paulista de Ovinocultura*. São Paulo. pp. 19- 32.

Geisler, G. E., T. T. Pinto, M. Santos and M. T. S. Paulilo. (2017), Seed structures in water uptake, dormancy release, and germination of two tropical forest *Fabaceae* species with physically dormant seeds. *Brazilian Journal of Botany* 40: 67-77. DOI: doi: 10.1007/s40415-016-0334-3.

Gesualdi, A., Sales, É.S.V., Freitas, R.S., Henry, F.d.C., Oliveira, V.d.P.S.d., Gesualdi, A.C.L.d.S. (2014), Effects of heat stress on the physiological parameters and productivity of hair sheep in tropical and coastal environments". Revista Brasileira de Zootecnia. 43556-560. https://doi.org/10.1590/S1516-35982014001000008

Gohl, B. (1978), Los subproductos de los citrus para la alimentación del ganado. Rev. Mundial de Zootecnia. Nutrición de Rumiantes. FAO 12: 30

Gómez, O. P., Carmona, Dora., Echevarría, H., & Rosso, Olga R. (2003), Agricultura Orgánica y Medio Ambiente. Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. La Habana. DECAP. Módulo III, 63 p.

González, Y. (2011) Calidad de las semillas de accesiones colectadas en las regiones occidental, oriental y central de Cuba (Nota técnica). Pastos y forrajes. 34(3) 259-266.

González, N.; Ricardo, R. y Beltrán, J.R. (2016) La agricultura sostenible sobre bases agroecológicas, su impacto en la seguridad nacional cubana. Revista caribeña de Ciencias Sociales. Septiembre, ISSN. 2254-7630. En línea: http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/09/agricultura.html.

González-Ronquillo, M., Abecia, J.-A., Gómez, R., Palacios, C. (2021)“Effects of weather and other factors on milk production in the Churra dairy sheep breed”. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology. 9(2) 0-0. https://doi.org/10.31893/jabb.21025

Guedes, H. (1997), Mezclas en las plantaciones citrícolas de Jagüey Grande. Conferencias. Curso sobre control de malezas y sanidad vegetal en cítricos. Notas. 60 p.

Gutiérrez I, María Borroto, G. Pérez y Lourdes Gómez (2002), Influencia de una cobertura de *Neonotonia Wightii* en los cambios florísticos de una plantación de naranja Valencia late (*Citrus sinensis* L. Osbeck). Rev. Cultivos Tropicales. 23 (3):5-9

Gutiérrez, I. (2003) Efectos de coberturas vivas de leguminosas en una plantación de Naranja Valencia Late. Tesis presentada para la obtención del título de Master en Citricultura Tropical. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba. 93 pág.

Gutiérrez, I; Felipe, Maria; Pérez, R.; Fontes, D. & Vernon, D. (2006), Efectos de una cobertura viva de *Teramnus labialis* (L.F.) Sprengel sobre las arvenses en campos citrícolas. Fitosanidad, vol.10, No. 1, p.49.

Habeeb, A.A., Gad, A.E. & Atta, M.A. (2018), "Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals". International Journal of Biotechnology and Recent Advances, 1(1): 35-50, ISSN: 2639-4529. https://doi.org/10.18689/IJBR-1000107.

Hailu, A., Mustefa, A., Aseged, T., Assefa, A., Sinkie, S., &Tsewene, S. (2020), "Phenotypic characterization of sheep populations in TahtayMaichew district, Northern Ethiopia". Genetic Resources, 1(2): 12–22, ISSN: 2708-3764. https://doi.org/10.1016/10.46265/genresj.SHBD3744

Hernández, D., Sánchez, E., Gómez, W. & Galdino, C. (2019), "Productive and socioeconomic characterization of a sheep production system in a natural protected area in Mexico". Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 10(4): 951-965, ISSN: 2448-6698. https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i4.4470IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. https://epic.awi.de/id/eprint/37530/1/IPCC_AR5_SYR_Final.pdf

Islam, S., Cenacchi, N., Sulser, T.B., Gbegbelegbe, S., Hareau, G., Kleinwechter, U., Mason-D'Croz, D., Nedumaran, S., Robertson, R., Robinson, S. (2016), “Structural approaches to modeling the impact of climate change and adaptation technologies on crop yields and food security. Global Food Security. 1063-70. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.08.003Hernández, J. 2013. Establecimiento de coberturas vivas con leguminosas herbáceas en una plantación de guayaba (*Psidium guajava* L) var. Enana Roja Cubana. Tesis presentada en opción al Título de Master en Ciencias Agrícolas. UNICA. Ciego de Ávila. 65 pág.

Jaganathan, G. K. (2020), Do *Fabaceae* species with physical dormancy occur mostly in the temperate ecosystems? A rebuttal to using global biodiversity information facility (GBIF) analysis. *Plant Science Today* 7: 109-111.

Janská, A., E. Pecková, B. Sczepaniak, P. Smýkal and A. Soukup (2019), The role of the testa during the establishment of physical dormancy in the pea seed. *Annals of botany* 123: 815-829.

Jayasuriya, K. M. G. G., A. S. T. B. Wijetunga, J. M. Baskin and C. C. Baskin (2010), Recalcitrancy and a new kind of epicotyl dormancy in seeds of the understory tropical rainforest tree *Humboldtia laurifolia* (*Fabaceae, Ceasalpinioideae*). *American Journal of Botany* 97: 15-26. DOI: doi: 10.3732/ajb.0900213.

Jayasuriya, K. M. G. G., A. S. T. B. Wijetunga, J. M. Baskin and C. C. Baskin (2012), Physiological epicotyl dormancy and recalcitrant storage behaviour in seeds of two tropical *Fabaceae* (Subfamily *Caesalpinioideae*) species. *AoB Plants* 1: 1-10. DOI: doi: 10.1093/aobpla/pls044.

Jin, Q., L. Duan, J. Li, X. Dong, X. Tian, B. Wang and Z. Li (2006), Scarification damages by sulphuric acid and their effects on vigour, germination and emergence of *Glycyrrhiza uralensis* Fisch seeds. *Seed Science and Technology* 34: 227-231. DOI: doi: 10.15258/sst.2006.34.1.27.

Jones, R. M.; Jones, R. J. & McDonald, K. M. (1995), Some adventages of long-term grazing trials, with particular referente to changes in botanical composition. Aust.J.Exp. Agric.35:1029.

Jones, C. D., M. R. Stevens, V. D. Jolley, B. G. Hopkins, S. L. Jensen, D. Turner and J. M. Stettler. (2016), Evaluation of thermal, chemical, and mechanical seed scarification methods for 4 Great Basin lupine species. *Native Plants Journal* 17: 5-18.

Jones, J.J., Stephenson, T.S., Taylor, M.A. & Campbell, J.D. (2016), "Statistical downscaling of North Atlantic tropical cyclone frequency and the amplified role of the Caribbean low-level jet in a warmer climate". Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 121(8): 3741-3758, ISSN: 2169-8996. https://doi.org/10.1002/2015JD024342.

Joshi, R. (2018) Role of enzymes in seed germination. International Journal of Creative Research Thoughts 6: 1481-1485.

Karmalkar, A.V., Taylor, M.A., Campbell, J., Stephenson, T., New, M., Centella, A., Benzanilla, A. & Charlery, J. (2013), "A review of observed and projected changes in climate for the islands in the Caribbean". Atmósfera, 26(2): 283-309, ISSN: 2395-8812. https://doi.org/10.1016/S0187-6236(13)71076-2

Kheloufi, A., F. Z. Boukhatem, L. M. Mansouri and M. Djelilate (2019), Maximizing seed germination in five species of the genus *Acacia* (*Fabaceae, Mimosaceae*). *Reforesta* 7: 15-23. DOI: doi: 10.21750/REFOR.7.02.64.

Kholina, A. B. and N. M. Voronkova (2012), Seed cryopreservation of some medicinal legumes. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Botany* 1: 1-7. DOI: doi: 10.1155/2012/186891.

Kildisheva, O. A., T. E. Erickson, D. J. Merritt, M. D. Madsen, K. W. Dixon, J. Vargas, R. Amarteifio and A. T. Kramer (2018), Do abrasion or temperature based techniques more effectively relieve physical dormancy in seeds of cold desert perennials? *Rangeland ecology & management* 71: 318-322.

Koobonye, M., B. Maule and K. Mogotsi (2018), Mechanical scarification and hot water treatments enhance germination of *Leucaena leucocephala* (Lam.) seeds. *Livest. Res. Rural. Dev* 30: 1-7.

Kubik, R.M., Tietze, S.M., Schmidt, T.B., Yates, D.T., Petersen, J.L. (2018) “Investigation of the skeletal muscle transcriptome in lambs fed β adrenergic agonists and subjected to heat stress for 21 d”. Translational Animal Science. 2 (suppl_1) S53-S56.

Lata, S., G. Sharma, S. Garg and M. Joshi (2018), Effect of different chemical treatments on germination of strawberry seeds. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7: 1270-1274.

Launchbaugh, Karen L.; Provenza, F.D. y Pfister, J.A. (2001), Herbivore responseto anti- quality factors in forages. *J. Range Manage*. 54: 431- 440.

León, E. (2007), Instalaciones ovinas. En Curso Taller producción sostenible de ovinos y caprinos: Una opción para el trópico. Camagüey. Cuba.

León, E. (1986), Conferencias de Postgrado de Ovinotecnia (Mimeo) Instituto Superior Agrícola de Bayamo (ISCAB). Cuba.

LEAP (2014), Greenhouse gas emissions and fossil energy demand from small ruminant supply chains: Guidelines for quantification. Livestock Environmental Assessment 2 and Performance Partnership. FAO, Rome, Italy.

LEAP (2015_a), Principles for the assessment of livestock impacts on biodiversity Draft for public review. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. FAO, Rome, Italy.

LEAP (2015_b), Environmental performance of large ruminant supply chains: Guidelines for assessment. Draft for public review. Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. FAO, Rome, Italy.

Li, F., Yang, Y., Jenna, K., Xia, C., Lv, S., Wei, W. (2018), Effect of heat stress on the behavioral and physiological patterns of Small-tail Han sheep housed indoors”. Tropical animal health and production. 50(8) 1893-1901. https://doi.org/10.1007/s11250-018-1642-3

Limia, M.E., Pérez, P.R., Valencia, A.R. (2017), “Escenarios climáticos para el sector salud en Cuba. Revista Cubana de Meteorología. 23(1) 89-103.

Lins, J.G.G., Rodrigues, S.D., Albuquerque, A.C.A. & de Souza Marques, A.V.M. (2021) "Role of integrated crop-livestock system on amelioration of heat stress on crossbred Brazilian sheep in semiarid region of northeastern Brazil". Small Ruminant Research, 204: 106513, ISSN: 0921-4488. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106513

Loayza-Cabezas, S., D. A. Rodriguez-Trejo, E. Hernández-Acosta and J. A. Suárez. (2018), Effect of light, temperature and scarification on the germinative capacity and initial growth of *Myroxylon balsamum* (L.) Harms. *Revista Caatinga* 31: 415-423.

López, R., Pinto-Santini, L., Perozo, D., Pineda, J., Oliveros, I., Chacón, T., Rossini, M., de Álvarez, L.R. (2015), “Confort térmico y crecimiento de corderas West African

pastoreando con y sin acceso a sombra artificial". Archivos de zootecnia. 64(246) 139-146. https://doi.org/10.21071/az.v64i246.388

López, P.N., Cruz, U.M., Calderón, A.C., Bosque, M.M., Molina, R.D., Reyes, L.A. (2021), Ajustes asociados a la aclimatación y estrés oxidativo en ovinos bajo estrés calórico: una revisión. ITEA, información técnica económica agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). 117(5) 494-512.

López-Vigoa, O., Sánchez-Santana, T., Iglesias-Gómez, J.M., Lamela-López, L., Soca-Pérez, M., Arece-García, J.& Milera-Rodríguez, M.d.l.C. (2017), "Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical". Pastos y forrajes, 40(2): 83-95, ISSN: 2078-8452.

Llano, A.V., Castro, D.M. (2017), Estado actual de las representación de los principales factores del clima del Caribe por modelos climáticos regionales. Estudios de sensibilidad y validación. Revista Cubana de Meteorología. 23(2) 232-261.

Ma, F., E. Cholewa, T. Mohamed, C. Peterson and M. Gijzen (2004), Cracks in the palisade cuticle of soybean seed coats correlate with their permeability to water. *Annals of Botany* 94: 213-228. DOI: doi: 10.1093/aob/mch133.

Macías-Cruz, U., López-Baca, M., Vicente, R., Mejía, A., Álvarez, F., Correa-Calderón, A., Meza-Herrera, C., Mellado, M., Guerra-Liera, J. & Avendaño-Reyes, L. (2016), "Effects of seasonal ambient heat stress (spring vs. summer) on physiological and metabolic variables in hair sheep located in an arid region". International Journal of Biometeorology, 60(8): 1279-1286, ISSN: 1432-1254. https://doi.org/10.1007/s00484-015-1123-6.

Macías-Cruz, U., Correa-Calderón, A., Mellado, M., Meza-Herrera, C., Aréchiga, C., Avendaño-Reyes, L. (2018), Thermoregulatory response to outdoor heat stress of hair sheep females at different physiological state". International journal of biometeorology. 62(12) 2151-2160. http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v9i4.4527

Macías-Cruz, U., Saavedra, O.R., Correa-Calderón, A., Mellado, M., Torrentera, N.G., Chay-Canul, A., López-Baca, M.A., Avendaño-Reyes, L. (2020) Feedlot growth, carcass characteristics and meat quality of hair breed male lambs exposed to seasonal heat stress (winter vs. summer) in an arid climate". Meat Science. 169108202. https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108202

Machado, R. (2002), Variaciones morfoestructurales y poblacionales de Andropogon gayanus Kunth y su relación con la vegetación adventicia bajo pastoreo intensivo. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". 116 p.
Marai, I., El-Darawany, A., Fadiel, A. & Abdel-Hafez, M. (2007), "Physiological traits as affected by heat stress in sheep—a review". Small Ruminant Research, 71(1-3): 1-12, ISSN: 0921-4488. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003

Mahjoubi, E., Amanlou, H., Mirzaei-Alamouti, H., Aghaziarati, N., Yazdi, M.H., Noori, G., Yuan, K., Baumgard, L. (2014),"The effect of cyclical and mild heat stress on productivity and metabolism in Afshari lambs. Journal of Animal Science. 92(3) 1007-1014. https://doi.org/10.2527/jas.2013-7153.

Mahecha, Liliana (2002), El silvopastoralismo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Rev. Col. Cienc. Pec*. 15 (2): 226- 231.

Mahjoubi, E., Amanlou, H., Mirzaei-Alamouti, H., Aghaziarati, N., Yazdi, M.H., Noori, G., Yuan, K., Baumgard, L. (2014) The effect of cyclical and mild heat stress on productivity and metabolism in Afshari lambs. Journal of Animal Science. 92(3) 1007-1014. https://doi.org/10.2527/jas.2013-7153

Mané, B. (2005), Efecto de la cobertura de leguminosa (*Teramnus labiales*) sobre la supresión de las plantas arvenses en una plantación de Naranjo Valencia (Citrus sinensis L. Osbeck). *Trabajo de Diploma*. UNICA. Cuba. 46 p.

Marai, I., El-Darawany, A., Fadiel, A., Abdel-Hafez, M. (2007), Physiological traits as affected by heat stress in sheep—a review. Small Ruminant Research. 71(1-3) 1-12. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.003

Marcone, G., Kaart, T., Piirsalu, P., Arney, D. (2021), Panting scores as a measure of heat stress evaluation in sheep with access and with no access to shade". Applied Animal Behaviour Science. 240105350. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105350

Martínez Melo, J., Mazorra, C.; Fontes, D.; González, A. y Valdés B. (2018), Efecto de altas cargas en la conducta de ovinos en un sistema integrado con guayaba (Psidium guajava l.) - leguminosa de cobertura Teramnus labialis (l.f.) spreng. Memoria de Evento UNICA.

Martín, G.; Milera, Milagros; Simón, L.; Hernández, D.; Hernández, I.; Iglesias, J. y González, E. (2000), La agroforestería para la producción animal. Un enfoque de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Pastos y Forrajes. 23 (3): 251- 265.

Martin, I. and C. de la Cuadra (2004), Evaluation of different scarification methods to remove hardseededness in *Trifolium subterraneum* and *Medicago polymorpha* accessions of the Spanish base genebank. *Seed Science and Technology* 32: 671-681. DOI: doi: 10.15258/sst.2004.32.3.03.

Marx, M., Marschener, B. & Nelson, N. (2003), Short-term effects of incubated legume and grass materials on soil acidity and C and N mineralisation in a soil of north-east Australia. Aust. J. Soil Res. 40:1231.

Matías, C., Ruz, V. (1991), Determinación del potencial y calidad de la semilla de leguminosas promisorias. Pastos y Forrajes. 14(1) 19-25.

Mazorra, C. (1999), Manejo de dietas voluminosas para disuadir el ramoneo de ovinos pastoreando dentro de plantaciones citrícolas. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanza "Camilo Cienfuegos"- EEPF Indio Hatuey". Cuba. 94 p.

Mazorra, C, A; E. de la Rosa, A. Álvarez, y A. Borroto (2001_a), Consideraciones sobre los sistemas de producción de ovinos y sus potencialidades para Cuba. Pastos y Forrajes, 2001, 24: 81-90.

Mazorra, C. A.; Borges; Ana E. de la Rosa; Liliaysis Tapia, R. Pérez y Ángela Borroto (2001_b), Evaluación de métodos disuasivos empleados para disminuir el

ramoneo de ovinos pastoreando en plantaciones de cítrico. Rev. Zootecnia Tropical, Vol. 19, No. 3, pp. 259-277.

Mazorra, C. A.; Domínguez, J. y Medina, J. (2003), Pastoreo de ovinos en huertas citrícolas. Guía para productores. ISBN 968-884-978-2. U.A. Chapingo. México.

Mazorra, C. (2006), Manejo de la selección del alimento para reducir el ramoneo de ovinos integrados a plantaciones de cítricos. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. 124 pág.

Mazorra, C. A.; Borroto, A. y Blanco, M. (2007), Preferencia de ovinos por las ramas de los principales frutales establecidos en la provincia Ciego de Ávila. Rev. Producción Animal Vol. 19 (1):3-7.

Mazorra, C.A; Pérez R. y Borroto Á (2008), Propuestas tecnológicas para la ceba del ganado ovino en Cuba ISBN-978-959-16-0570-2. 39 p.

Mazorra, C.; Marrero, P.; Pérez, Sara; Méndez, R.; Fontes, Dayamí; Donis, L. y Lavigne, C. (2013), Composición florística y uso forrajero de arvenses que crecen en áreas citrícolas de Ciego de Ávila. Universidad y Ciencia. 2 (1): 1- 21.

Mazorra, C; Fontes, D.; Donis L.H.; Martínez, J.; Acosta, Y. Espinosa, I.; Lavinge, C.; Fernandes, P. y González, A. (2016_a), Diagnóstico tecnológico y socioeconómico del establecimiento de Psidium guajava l. y Teramnus labialis en Ciego de Avila, Cuba. Pastos y Forrajes, Vol. 39, No. 4:259-264.

Mazorra, C.; Fontes, D.; Martinez, J.; Santiago, F.; Gondre, Y.; Fernandes, P., Lavigne C. y González, A. (2016_b), Caracterización de dos sistemas de producción diversificada de guayabas en las condiciones de Ciego de Ávila, Cuba. Memoria de Evento UNICA.

Mensah, S. I. and Ekeke C. (2016), Effects of different pretreatments and seed coat on dormancy and germination of seeds of *Senna obtusifolia* (L.) HS Irwin & Barneby (*Fabaceae*). International Journal of Biology 8: 77-84.

Mestra, L.I, Santana, M.O., Rios, D.A.L., Mejia, L.J., Ortiz, C.R. & Paternina, S.E. (2020), "Caracterización de sistemas de alimentación de ovinos en el departamento de Córdoba, Colombia". Archivos de Zootecnia, 69(268): 432-443, ISSN: 18854494. https://dx.doi.org/10.21071/az.v69i268.5391

Ministerio de la Agricultura (MINAG) (1984), Manual de interpretación de los índices físico-químicos y morfológicos de los suelos cubanos. Editado Cient. Téc. La Habana. 136p.

Mira, S., A. Schnadelbach, E. C. Correa, F. Pérez-García and M. E. González-Benito (2017), Variability of physical dormancy in relation to seed mechanical properties of three legume species. *Seed Science and Technology* 45: 540-556. DOI: doi: 10.15258/sst.2017.45.3.11.

Mohammed, N., Alemayehu, K. & Getachew, T. (2017), "On-farm phenotypic characterization of indigenous sheep population and its cross with Awassi in selected Districts of South Wollo, Amhara, Ethiopia". Tropical Drylands, 1(1): 1-11, ISSN: 2580-2828. https://doi.org/10.13057/tropdrylands/t010101

Mollinedo, H. (1987), Taller de malas hierbas de los cítricos. Unión de Empresas de Cítricos. Ciudad de la Habana.

Montenegro, R.J.V., Zarabozo, O.D., Baca, M. (2015), “Modelos de impacto en la agricultura teniendo en cuenta los escenarios de la agricultura del cambio climático”. Revista iberoamericana de bioeconomía y cambio climático. 1(1) 1-50.

Monzote, Marta y Funes Monzote, F. (1997), Integración ganadería- agricultura: una necesidad presente y futura. Agricultura Orgánica. Año 3 (1): 7- 10.

Morgado, M. (2005), Influencia de una cobertura de leguminosa: *Teramnus labialis* sobre la biota del suelo en un agroecosistema citrícola. *Trabajo de Diploma*. Universidad de Ciego de Ávila. 76 p.

Mujica, A. & Silva, J. (1978), Manual de ovino-caprino. Mimeo. ISACAH. Facultad Pecuaria.

Mujica, P.M.T., Aguilar, C., Vera, R.R., Capote, C.B., Rivas, J., Martínez, A.G. (2015), “Changes in the pastoral sheep systems of semi-arid Mediterranean areas: association with common agricultural policy reform and implications for sustainability”. Spanish Journal of Agricultural Research. 13(2) 19. http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015132-6984

Naranjo, R.; Mesa, M. A. (1990), Algunas consideraciones sobre la organización de la ceba ovina estabulada en entidades citrícolas. Rev. Prod. Anim. Comunicación corta., v. 8, n.1, p.17 - 18. 1990.

Narula, H. (2016), “Evaluation of Indian sheep breeds of arid zone under heat stress condition”. Small Ruminant Research. 141113-117. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.07.008

Navia Y. (2005), Uso de la leguminosa herbácea (*Teramnus labialis*) como cobertura en el cultivo de la guayaba. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad de Ciego de Ávila. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Agropecuaria. pág. 62.

Navarro, M., G. Febles and Torres V. (2016), Effects of scarification and storage on vigor expression of *Albizia lebbeck* (L.) Benth seeds. *Cuban Journal of Agricultural Science* 50: 465-478.

Negrín, A. (2007), Efecto de leguminosas herbáceas utilizadas como coberturas de suelo en el cultivo de la guayaba (Psidium guajava L). Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad de Ciego de Ávila. Facultad de Agronomía. 77 pág.

Negrín, A.; Pérez, R.; Mazorra, C y Gutiérrez, I. (2007), Control de especies arvenses en plantaciones de guayaba (Psidium guajava) mediante el uso de coberturas vivas de leguminosas. Avances en Investigación Agropecuaria. 11 (002): 57-69. ISSN impreso 0188-7890.

Neves, M.L.M.W., de Azevedo, M., da Costa, L.A.B., Guim, A., Leite, A.M. & Chagas, J.C. (2009), "Níveis críticos do índice de conforto térmico para ovinos da raça Santa Inês criados a pasto no agreste do Estado de Pernambuco". Acta

Scientiarum: Animal Sciences, 31(2): 169-175, ISSN: 1807-8672. https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v31i2.3766

Nicholls, C.I., Altieri, M.A., & Vazquez, L. (2016), Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems. J Ecosys Ecograph. S5. DOI: 10.4172/2157-7625.S5-010.

Noguchi, A., K. Takahata and Amaki W. (2017), Breaking dormancy by successive low and high temperature on the seed germination of *Glehnia littoralis*. *Acta Horticulturae* 1: 121-126. DOI: doi: 10.17660/ActaHortic.2017.1174.22.

NRAG (142) (1979), Ovino, Ministerio de la Agricultura Vol. 142. p.23.

NRAG 142, (1987), Ganadería. OVINO. Manejo, reproducción, genética y alimentación.

Odirile, O., W. Mojeremane, D. Teketay, K. Kashe and Mathowa T. (2019), Responses of seeds of *Vachellia erioloba* (E. Mey.) PJH Hurter in Botswana to different pre-sowing treatment methods. International Journal of Biology and Biotechnology 16: 181-188.

Oldham, M. and Ransom C. V. (2009), Goatsrue (*Galega officinalis*) seed biology. Weed Science 57: 149-154. DOI: doi: 10.1614/WS-08-105.1.

Okonwu, K. and Ariaga C. (2017), Effects of seed treatment on removal of physical dormancy in *Canna indica* L. International Journal of Plant & Soil Science 14: 1-9. DOI: doi: 10.9734/IJPSS/2017/31048.

Oliveira, F.A.d., Turco, S.H., de Aaraújo, G.G., Clemente, C.A., Voltolini, T.V. & Garrido, M.S. (2013), "Comportamento de ovinos da raça Santa Inês em ambientes com e sem disponibilidade de sombra". Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 17: 346-351, ISSN: 1807-1929. https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000300015.

O'Neill, B.C., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K.L., Hallegatte, S., Carter, T.R., Mathur, R., van Vuuren, D.P. (2014), "A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways". Climatic change. 122(3) 387-400. DOI 10.1007/s10584-013-0905-2.

ONN. (Oficina Nacional de Normalización) (1986), Jugo de naranja natural. Especificaciones de calidad (NC 77-56).

Ordoñez, R. A; Arbiza, S. A; Suárez, D. J y Velasco, G. H. (1990), Sistemas de producción ovina en San Felipe del Progreso (Manejo de los rebaños). Memorias tercer congreso nacional de producción ovina. México: 253.

Ørskov, E.B. (2005), Silvopastoral systems: tecnica, environmental and socio-economic challenges. Pastos y Forrajes. 28 (1): 5- 9.

Ortega, L y Rivas, F. (1998), Acondicionamiento aversivo de ovejas para evitar el consumo de planta de naranja, Citrus sinensis. Técnicas Pecuarias Méxic. 36 (1): 49 - 58.

Otero, S. (1977), Ovinos y Caprinos. Edit. Pueblo y Educación. La Habana. Cuba. p. 104.

Ots, I., Murumägi, A., Horak, P. (1998), "Haematological health state indices of reproducing great tits: methodology and sources of natural variation". Functional Ecology. 12(4) 700-707.

Owen, J. (1981), Sistemas de alimentación integral para vacunos y ovinos. Edit. Mundi – Prensa. Madrid. España. 179 pág.

Pancarte, C. ; Lavigne, C. ; Bertin, Y. y Ducelier, D. (2006), Enherbement de vergers à la Martinique: *Arachis pintoi*. En*:* Caribean Food Crop Society (CFCS). Meeting in Guadeloupe. Poster CFCS Guadeloupe (11-15 de Julio de 2006).

Patanè, C. and Gresta F. (2006), Germination of *Astragalus hamosus* and *Medicago orbicularis* as affected by seed-coat dormancy breaking techniques. *Journal of Arid Environments* 67: 165-173. DOI: doi: 10.1016/j.jaridenv.2006.02.001.

Pedersen, J.S.T., Santos, F.D., van Vuuren, D., Gupta, J., Coelho, R.E., Aparício, B.A., Swart, R. (2021), "An assessment of the performance of scenarios against historical global emissions for IPCC reports". Global Environmental Change. 66102199. https://doi/org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102199

Pena. D. (2014), Efecto de la carga en la conducta y comportamiento productivo de ovinos en un sistema integrado con guayaba (*Psidium guajava* L.) - leguminosa de cobertura *Teramnus labialis* (L.f.) spreng. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Departamento de Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Ciego de Ávila "Máximo Gómez Báez", Cuba, p. 40.

Pentón, G.; Blanco, F. y Soca, M. (1998), La sombra de los árboles como fuente de variación de la composición botánica y de calidad del pastizal en una finca silvopastoril. En: *III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería" (memorias).* EEPF "Indio Hatuey". Cuba. pp 32- 34.

Pérez, E.; Parra, L.; Naranjo, R. (1984), Cosecha mecanizada de forraje de cítricos para la alimentación de ovinos. Rev. ACPA. 4:21-23.

Pérez, R.; Carrera, J.; Borroto, Ángela; Mazorra, C.; Osuna, A; Arencibia, Águeda; Rodríguez, Zaida; García, J.R. & Santana, M. (1996), Establecimiento de Leguminosas como cobertura para sistemas mixtos de producción sostenible en finca de cocos (*Cocus nucifera*). Rev. Pastos y Forrajes, 19 (1):261-270.

Pérez, A., Matías, C., González, Y., Alonso, O. (1997), "Tecnologías para la producción de semillas de gramíneas y leguminosas tropicales". Pastos y Forrajes. 20(1)21-44,

Pérez, R. (1998), Leguminosas herbáceas perennes, una alternativa para la diversificación de las fincas citrícolas. Tesis presentada en opción al título de Master en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey", Universidad de Matanzas, Cuba, p. 75.

Pérez, R.; Carrera, J.; Borroto Á., Mazorra, C. A.; López, V., Arencibia Á., Rodríguez Z., & Santana M., (1998_a), Tecnología de establecimiento de

leguminosas tropicales para la diversificación de la producción en áreas de cítricos. Pastos y Forrajes 21: 131-141.

Pérez R.; Borroto, M.; Mazorra C.; Borroto A.; Cubillas N.; Rodríguez L.; Fontes D.; Rodríguez, I.; Álvarez A.; Abreu D.; García J. y Sánchez M. (1998b), Potencialidad de un sistema silvopastoril en áreas de cocoteros con coberturas de leguminosas. En: III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería" (memorias). EEPF "Indio Hatuey". Cuba. pp. 263- 268

Pérez, Y.V., Mansilla, A.A.H., Gómez, R.S., Mayea, A.L., Montenegro, R.V. & Sánchez, J.D.A. (2018), "Fitófagos de banano y plátano bajo condiciones de cambio climático en Cuba". Revista de Ciencias Ambientales, 52(2): 141-157, ISSN: 2215-3896. http://dx.doi.org/10.15359/rca.52-2.8

Pérez R.; Borroto Á.; Mazorra, C; Fontes D.; Borroto M.; Cubilla N.; Rodríguez L. y Rodríguez I. (2001), Tecnologías sostenibles en fincas de cocoteros para la obtención de carne, Memorias I Simposio Internacional sobre ganadería Agroecológica. SIGA.

Pereira, A.M., Bonifácio, A.M.R., dos Santos, C.V., da Silva, I.A., e Silva, T.P.D., Sousa, K.R.S., Gottardi, F.P., Marques, C.A.T. & da Costa Torreão, J.N. (2014), "Thermoregulatory traits of native sheep in pregnancy and supplemented in grazing system". Journal of Agricultural Science, 6(9): 113-119, ISSN: 1916-9760. http://dx.doi.org/10.5539/jas.v6n9p113

Perón, N. (1985), Algunas características de la producción ovina en Cuba, Producción de ovinos en zonas tropicales. Curso de Actualización. UNAM. México. 22-30.

Perón, N. (2009), Ovino Pelibuey. Manual. Edit ACPA. 124 p

Perret, S. (1998), Acacia saligna. Una leguminosa multipropósito y controladora de erosión. En: *III Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería" (memorias).* EEPF "Indio Hatuey". Cuba. pp 288- 292.

Pimentel, A. y Rodríguez, O. (1998), Preferencia de los ovinos por las ramas de los principales frutales del territorio (cítricos, mango, coco y guayaba). Trabajo de estancia. Universidad de Ciego de Ávila. Cuba. 53 pág.

Pinto, T. T., G. E. Geisler, M. Santos and M. T. S. Paulilo (2020), Germination of physically dormant seeds of *Colubrina glandulosa* Perkins (*Rhamnaceae*). *Brazilian* Journal of Botany 43: 91-97.

Preston, T. R. (2007), El declive en la disponibilidad del petróleo; implicaciones para la producción agropecuaria. Rev. ACPA 1:35-41

Provenza, F.D.; Villalba, J.J.; Dziba, L.E.; Atwood, S.B. y Banner, R.E. (2003), Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. *Small Rum. Res.* 49: 257-274.

Provenza, F. (2018), Nurishment. What animal can teach about rediscovering our nutritional wisdom? Chessea Green Publishing. London, UK. 382 pág.

Rashid, M., Hossain, M., Azad, M., Hashem, M. (2013), “Long term cyclic heat stress influences physiological responses and blood characteristics in indigenous sheep”. Bangladesh Journal of Animal Science. 42(2) 96-100.

Reyes, J., Herrera, M., Marquina, J. R., Enjoy, D. D., & Pinto-Santini, L. (2018), "Ambiente físico y respuestas fisiológicas de ovinos bajo sombra en horas de máxima radiación". Archivos de zootecnia, 67(259): 318-323, ISSN: 1885-4494.

Reino, J., J. Sanchez, B. Munoz, Y. Gonzalez and Montejo L. (2011), Combined effect of scarification and temperature on the germination of herbaceous legume seeds. *Pastos y Forrajes* 34: 179-184.

Reino J., Toral, O., Fonte, D., Morales, D. (2019), “Calidad de las semillas de accesiones colectadas en la provincia de Ciego de Ávila, Cuba”. Avances en Investigacion Agropecuaria. 23(1) 49-55.

Ren, J., L. Song, W. Dai and Y. Ou. (2017), Effects of different treatment methods on germination rate of hard seeds of wild *Lotus corniculatus* L. *Agricultural Science & Technology* 18: 785-791.

Riahi, K., Krey, V., Rao, S., Chirkov, V., Fischer, G., Kolp, P., Kindermann, G., Nakicenovic, N. & Rafai, P. (2011), "RCP-8.5: exploring the consequence of high emission trajectories". Climatic Change, 109(1-2): 33-57, ISSN: 1573-1480.

Rincón-Rosales, R., N. R. Culebro-Espinosa, F. A. Gutierrez-Miceli and Dendooven L. (2003), Scarification of seeds of *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze and its effect on germination. *Seed Science and Technology* 31: 301-307. DOI: doi: 10.15258/sst.2003.31.2.07.

Rodríguez, C.; Rodríguez, J.C. & Pérez, M. (1988), Manual de malezas de la caña de azúcar en Cuba. ICI MINAG, UCLV.128p.

Rodríguez L.A.; Borroto M.; R, I.; Pérez R.; Cubillas N. & Borroto Á. (2002), Efecto de leguminosas como coberturas vivas sobre un agroecosistema de cocoteros (*Cocus nucífera*); Evento internacional ENTORNO AGRARIO. S. Spiritus. Memorias, Cuba (IBSN 959-250-034.7).

Rodríguez I; Sisne M. L.; Izquierdo, R. & Nápoles, J.C. (2016), Harmfulness of insects of the family Scarabaeidae associated with guava (Psidium guajava Lin.) plantations. • Cultivos Tropicales. 37(57) Especial.

Rodríguez De Luque, J.J., González-Rodríguez, C.E., Gourdji, S., Mason-D’Croz, D., Obando-Bonilla, D., Mesa-Diez, J. & Prager, S.D. (2016), "Impactos socioeconómicos del cambio climático en América Latina y el Caribe: 2020-2045". Cuadernos de Desarrollo Rural, 13(78): 11-34, ISSN: 2215-7727. https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdri3-78.iscc

Rodrigues Filho, J., V. B. Corte and I. T. d. A. L. Perin (2019), Dormancy breaking in *Senna Pendula* (Willd.) HS Irwin & Barneby. *Floresta e Ambiente* 26: 1-10.

Romero, R.D., Pardo, A.M., Montaldo, H.H., Rodríguez, A.D. & Cerón, J.H. (2013), "Differences in body temperature, cell viability, and HSP-70 concentrations between Pelibuey and Suffolk sheep under heat stress". Tropical Animal Health and Production, 45(8): 1691-1696, ISSN: 1573-7438. https://doi.org/10.1007/s11250-013-0416-1

Rueda, E.E. (1990), Comportamiento productivo de ovejas West African pastoreando cubierta herbácea bajo frutales. Tesis Universidad facultad de Agronomía. Instituto de Producción animal, Dpto Zootecnia, Maracay, Venezuela.

Rusdy, M. (2017), A review on hardseedness and breaking dormancy in tropical forage legumes. *Livest. Res. Rural. Dev* 29: 1-8.

Russo, R.O. (1994), Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una Agricultura Sostenible. Agroforestería en las Américas. Año 1(2): 11-13.

Sánchez, M.D. (1995), Integración del ganado con cultivos perennes. *Revista Mundial de Zootécnia*. 82(1): 50-57.

Sánchez, V. y Ojeda, F. (2004), Comportamiento etológico de ovinos en un sistema agropastoril aplicado a un cultivo de peras. Pastos y Forrajes. 27 (3): 259 - 265.

Sánchez, A., A. Rosendo, J. M. Vargas, F. Rosales,. Platas & Becerril C. M. (2018), Energía germinativa en guaje (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) con diferentes métodos de escarificación de la semilla. *Agrociencia* 52: 863-874.

Sánchez, J.A., Pernús, M., Torres, Y., Barrios, D., Dupuig, Y. (2019), "Dormancia y germinación en semillas de árboles y arbustos de Cuba: implicaciones para la restauración ecológica". Acta Botánica Cubana. 218(2) 77-108.

Sánchez, María E. (2011). Cómo hacer para que las vacas eructen menos. BBC Mundo.

Sánchez, J. A., M. Pernús and Martínez J. (2020), Tratamientos de semillas para mejorar la germinación de *Guazuma ulmifolia* bajo estrés hídrico y calórico: comparación entre árboles tropicales pioneros. *Revista del Jardín Botánico Nacional* 41: 93-108.

Sánchez-Soto, B. H., E. Pacheco-Aispuro, G. A. Lugo-García, Á. Reyes-Olivas and García E. (2017), Métodos de escarificación en semillas de *Guaiacum coulteri* , especie amenazada del bosque tropical caducifolio del norte de Sinaloa, México. *Gayana Botánica* 74: 262-268. DOI: doi: 10.4067/S0717-66432017000200262.

Schaller, M.; Schroth, G.; Beer, J. y Jiménez, F. (2001), Root interactions between Eucalyptus deglupta and competitive grass species. En: International Symposium on Silvopastoral Systems and Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin American. Theme: Silvopastoral Systems for Restoration of Degraded Tropical Pasture Ecosystems. Ibrahim, M. (comp). San José. Costa Rica. pp. 245- 249.

Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N.W., Clark, D.B., Dankers, R., Eisner, S., Fekete, B.M. & Colón-González, F.J. (2014), "Multimodel assessment of water scarcity under climate change". Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(9): 3245-3250, ISSN: 1091-6490. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1222460110

Schnadelbach, A., L. Veiga-Barbosa, C. Ruiz and Pérez F. (2016), Dormancy breaking and germination of *Adenocarpus desertorum*, *Astragalus gines-lopezii* and *Hippocrepis grosii* (*Fabaceae*) seeds, three threatened endemic Spanish species. *Seed Science and Technology* 44: 1-14. DOI: doi: 10.15258/sst.2016.44.1.04.

Shahzad, R., Khan, A.L., Bilal, S., Asaf, S., Lee, I.-J. (2018), "What is there in seeds?
Vertically transmitted endophytic resources for sustainable improvement in plant growth". Frontiers in Plant Science. 9(1) 1-10.

Seixas, L., de Melo, C.B., Tanure, C.B., Peripolli, V. & McManus, C. (2017), "Heat tolerance in Brazilian hair sheep". Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 30(4): 593, ISSN: 1976-5517. https://doi.org/10.5713/ajas.16.0191

Serrano, J.O., Lorente, G., Pérez, L., Martínez-Melo, J., Hajari, E., Fonseca-Fuentes, N., Lorenzo, J.C. (2021), "Effect of short-term mild salinity stress on physiological and hematological parameters in sheep". Biologia.1-7. https://doi.org/10.1007/s11756-021-00794-x

Serrano, J.O., Villares-Garachana, A., Correa-Herrera, N., González-Morales, A., Pérez-Bonachea, L., Hernández, L., Lorente, G., Hajari, E., Fonseca-Fuentes, N., Martínez-Melo, J. (2022), "Impacts of short-term water restriction on Pelibuey sheep: physiological and blood parameters". Tropical Animal Health and Production. 54(1) 1-7. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-648566/v1

Silanikove, N., Koluman, N. (2015), "Impact of climate change on the dairy industry in temperate zones: predications on the overall negative impact and on the positive role of dairy goats in adaptation to earth warming". Small Ruminant Research. 123(1) 27-34. http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2014.11.005

Singh, K., Singh, S., Ganguly, I., Nachiappan, R.K., Ganguly, A., Venkataramanan, R., Chopra, A., Narula, H. (2017), "Association of heat stress protein 90 and 70 gene polymorphism with adaptability traits in Indian sheep (Ovis aries)". Cell Stress and Chaperones. 22(5) 675-684. https://doi.org/10.1007/s12192-017-0770-4

Slimen, I.B., Chabaane, H., Chniter, M., Mabrouk, M., Ghram, A., Miled, K., Behi, I., Abderrabba, M., Najar, T. (2019_a) "Thermoprotective properties of Opuntia ficus-indica f. inermis cladodes and mesocarps on sheep lymphocytes". Journal of thermal biology. 8173-81. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.02.018

Slimen, I.B., Chniter, M., Najar, T., Ghram, A. (2019_b) "Meta-analysis of some physiologic, metabolic and oxidative responses of sheep exposed to environmental heat stress". Livestock Science. 229179-187.

Silva, T., Marques, C., Torreão, J., Bezerra, L., Araújo, M., Gottardi, F., Edvan, R., Oliveira, R. (201). "Ingestive behaviour of grazing ewes given two levels of concentrate". South African Journal of Animal Science. 45(2) 180-187. http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v45i2.9

Simón, L. y Esperance, M. (1997), El Silvopastoreo: Una alternativa para mejorar la eficiencia del uso de la tierra en los cítricos. *Agricultura Orgánica*. Año 3(1): 14-15.

Simón, L.; Hernández, I. y Ojeda, F. (1998), Protagonismo de los árboles en los sistemas solvopastoriles. En: *Los árboles en la ganadería. Tomo 1. Silvopastoreo*. Simón, L. (ed). Indio Hatuey, Matanzas, Cuba, pp. 23- 35.

Simón, L.; Hernández, I. y Ojeda, F. (2005), Protagonismo de los árboles en los sistemas silvopastoriles. En: *El silvopastoralismo: un nuevo concepto de pastizal.* Simón, L. (ed). Indio Hatuey. Guatemala. p. 19- 31.

Singh, N., P. G. Gore and Aravind J. (2020), Breaking seed coat impermeability to aid conservation and utilization of wild *Vigna species*. *Genetic Resources and Crop Evolution* 67: 523-529. DOI: doi: 10.1007/s10722-019-00872-9.

Sikora, L. J. & Stott, D. E. (1996), Soil organic carbon and nitrogen. In: J. W. Doran and A. Jones (Eds) Methods for assessing soil quality. Madison, W. SSSA Special Publication. Number 49: 157.

Skerman, P.J.; Cameron, D.G. y Riveros, F. (1991), Leguminosa forrajeras tropicales. Skerman, P.J.; Cameron, D.G. y Riveros, F (eds). FAO. Roma. 707 p.

Smit, C.; Béguin, D.; Buttler, A. y Müller- Schärer, H. (2005), Facilitation of tree regeneration in pasture woodlands. En: *Silvopatoralism and Sustainable Land Management*. Mosquera- Losada, M.R.; McAdam, J. y Rigueiro- Rodriguez, A. (eds). CABI Publishing. pp. 202- 203.

Solórzano-Montilla, J., Pinto-Santini, L., Camacaro-Calvete, S., Vargas-Guzmán, D., Ríos-de Álvarez, L. (2018), “Efecto de la presencia de sombra en áreas de pastoreo de ovinos. 2. Actividad animal: Effect of the presence of shade in sheep grazing areas. 2. Animal activity”. Pastos y Forrajes. 41(1) 41-49. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269158212006

Soltani, A., K. A. Walter, A. T. Wiersma, J. P. Santiago, M. Quiqley, D. Chitwood, T. G. Porch, P. Miklas, P. E. McClean and J. M. Osorno. (2021), The genetics and physiology of seed dormancy, a crucial trait in common bean domestication. *BMC Plant Biology* 21: 1-17.

Sorí-Gómez, R., Hernández-Mansilla, A.A., López-Mayea, A., Benedico-Rodríguez, O. Córdova-García, O.L & Ávila-Espinosa, M. (2014), "Pronóstico climático mensual de la temperatura en Ciego de Ávila. Cuba". Ciencias de la Tierra y el Espacio, 15(1): 23-35.

Srikandakumar, A., Johnson, E. & Mahgoub, O. (2003), "Effect of heat stress on respiratory rate, rectal temperature and blood chemistry in Omani and Australian Merino sheep". Small Ruminant Research, 49(2): 193-198, ISSN: 0921-4488. https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00097-X

Sousa, L., Maurício, R., Paciullo, D., Silveira, S., Ribeiro, R., Calsavara, L., Moreira, G. (2015), "Forage intake, feeding behavior and bio-climatological indices of pasture

grass, under the influence of trees, in a silvopastoral system". Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales, 3(3): 129-141. https://doi.org/10.17138/tgft(3)129-141

Todaro, M., Dattena, M., Acciaioli, A., Bonanno, A., Bruni, G., Caroprese, M., Mele, M., Sevi, A., Marinucci, M.T. (2015), “Aseasonal sheep and goat milk production in the Mediterranean area: Physiological and technical insights”. Small Ruminant Research. 12659-66. https://doi.org/10.17138/tgft(3)129-141.

Thomson, A.M., Calvin, K.V., Smith, S.J., Kyle, G.P., Volke, A., Patel, P., Delgado-Arias, S., Bond-Lamberty, B., Wise, M.A. & Clarke, L.E. (2011), "RCP4. 5: a pathway for stabilization of radiative forcing by 2100". Climatic change, 109(1): 77-94, ISSN: 1573-1480. https://doi.org/10.1007/s10584-011-0151-4

Torres, J.A. (1996), Caracterización del agroecosistema naranjo- ovino en Tlapacoyan, Veracruz (estudio de caso). *Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Agroecosistemas Tropicales*. Veracruz, México. 150 p.

Torres, V., Cobo, R., Sánchez, L. & Raez, N. (2013), "Statistical tool for measuring the impact of milk production on the local development of a province in Cuba". Livestock Research for Rural Development, 25, Article #159, http://lrrd.cipav.org.co/lrrd25/9/torr25159.htm

Turrel, F.M. (1969), Growth of the photosynthesis area of citrus. Bot. Gaz. 122: 284-298.

Valencia, M. (1985), Sistemas de Producción Animal. En: Producción de ovinos en zonas tropicales. Memorias Curso de actualización. UNAM. México pp. 73- 81.
Van Vuuren, D., Stehfest, E., Den Elzen, M., Kram, T., van Vliet, J., Beltran, A., Deetman, S., Oostenrijk, R. & Isaac, M. 2011. "RCP3-PD: Exploring the possibilities to limit global mean temperature change to less than 2 C". Climatic Change, 109: 95-116, ISSN: 1573-1480.

Villavicencio, C.O.; Toledo, Layda; Martínez, María C.; Rodríguez, E. y Santana, I. (2006), Leguminosas y especies acompañantes en cítrico orgánico. En: *VI Encuentro de Agricultura Orgánica y Sostenible*. La Habana. Cuba. (ISBN: 959-0282-17-2).

Weber, A. (2002), Organic Phosphorus. Publicación en línea. http://www.ar.wroc.pl/weber/fosfor2.html. (Conectado el 30 de Abril de 2003).

Wesseh Jr, P.K., Lin, B. (2017), “Climate change and agriculture under CO2 fertilization effects and farm level adaptation: Where do the models meet?”. Applied energy. 195556-571. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.03.006

Vicente-Pérez, R., Macías-Cruz, U., Avendaño-Reyes, L., Correa-Calderón, A., Luna-Palomera, C., Chay-Canul, A. (2019), “Relación de temperatura rectal y frecuencia respiratoria con temperaturas de pelo obtenidas por termografía en

ovejas gestantes estresadas por calor". ITEA. 115219-230. https://doi.org/10.1007/s11250-010-9663-6

Vichot-Llano, A., Martínez-Castro, D., Centella-Artola, A., Bezanilla-Morlot, A. (2014), "Sensibilidad al cambio de dominio y resolución de tres configuraciones del modelo climático regional RegCM 4.3 para la región de América Central y el Caribe". Revista de Climatología. 14.

Vichot-Llano, A., Bezanilla-Morlot, A., Martínez-Castro, D., Centella-Artola, A. (2019), "Estado actual de la aplicación de métodos de reducción de escala a las proyecciones de cambio climático en Centroamérica y el Caribe". Revista Cubana de Meteorología. 25(2).

Vieira, F.M.C., Pilatti, J.A., Czekoski, Z.M.W., Fonsêca, V.F., Herbut, P., Angrecka, S., de Souza Vismara, E., de Paulo Macedo, V., dos Santos, M.C.R. & Paśmionka, I. (2021), "Effect of the Silvopastoral System on the Thermal Comfort of Lambs in a Subtropical Climate: A Preliminary Study". Agriculture, 11(8): 790, ISSN: 2077-0472. https://doi.org/10.3390/agriculture11080790.

Younis, A.A; Azamel, A.A; Mokhtar, M.M y Kotby, S.A. (1984), Effect of shading and feeding regime on performance of crossbred lambs. En: *International Symposium on sheep production on big farms*. Debrecen. Hungría. pp 290-295.

Yousif, M. A. I., Y. R. Wang and X. W. Hu. (2019), Seed dormancy and dormancy breaking of selected *Acacia* species from Sub-Saharan Africa. *Seed Science and Technology* 47: 131-144.

Zapata, R. M., C. Azagra Malo and Karlin M. S. (2017), Pre-germinative treatments for seed dormancy breaking of three populations of *Ramorinoa girolae*, an endemic woody species from arid zones in Argentina. *Bosque* 38: 237-245.

Zhang, M., Dunshea, F.R., Warner, R.D., DiGiacomo, K., Osei-Amponsah, R., Chauhan, S.S. (2020), "Impacts of heat stress on meat quality and strategies for amelioration: A review". International journal of biometeorology. 64(9) 1613-1628. https://doi.org/10.1007/s00484-020-01929-6

Sobre los Autores

Ángela Borroto Pérez, Doctor en Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencia Animal (ICA).

Jorge Orlay Serrano Torres, Doctor en Ciencias Veterinarias, Universidad de Granma.

Jorge Martínez Melo, Doctor en Ciencias Veterinarias, Universidad Agraria de La Habana.

Rafael Pérez Carmenate, Máster en Pastos y Forrajes, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos.

Carlos Armando Mazorra Calero, Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.

Iván Gutiérrez Rojas, Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.

María Borroto Pérez, Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.

Dayami Fontes Marrero, Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.

Yanier Acosta Fernández, Doctor en Ciencias Agrarias y Biotecnológicas, Centro de Bioplantas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.

Nieves Cubillas láñez, Doctor en Zootecnia, Checoslovaquia.

Lucas Alberto Pérez Rodríguez, Máster en Ciencias Agrícolas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.

Ioan Rodríguez Santana, Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez.

Este volumen tiene la grandeza de integrar los estudios realizados por destacados investigadores de las ciencias agropecuarias con la finalidad de ofrecer un mejor tratamiento a los sistemas integrales de ovinos y frutales perennes en Cuba. Es un texto que servirá de apoyo y consulta obligatoria para la formación de profesionales de la rama, y para futuros investigadores dedicados a este interés científico, así como al uso de directivos del sector productivo asociados a estas prácticas; recoge en sus páginas el vínculo indisoluble entre la teoría y la práctica, que se traduce en beneficios directos al ecosistema y la economía del país; específicamente desarrollado con objetivo de mitigar efectos adversos del cambio climático en este sistema de producción.

"Una alternativa para aumentar la producción animal, sin nuevas tierras, es integrar el ganado con cultivos perennes, por lo que así se aprovecharía la biomasa vegetal existente sin competir con la alimentación humana (Sánchez, 1995); sin embargo, en la práctica, al aumentar la complejidad del sistema, se precisa conjugar los factores que intervienen para lograr una productividad verdaderamente sostenible. Con ese objetivo, se estudió la preferencia hacia las ramas de seis frutales en las condiciones cubanas, cuatro especies principales de cítricos (*Citrus sinensis*, var. Valencia, *Citrus paradisi* var. Marsh y *Citrus limon* var. Lima Persa) así como, *Psidium guajava* y *Cocus nucifera*."

Se propusieron sistemas para el manejo estabulado y/o pastoreos en **cítricos**, **cocoteros**, y **guayabos**; llegando a precisar cuál es la producción animal que se obtiene en cada caso. Con el aprovechamiento de los recursos de agua, suelo, sombra y energía, el uso de las tecnologías y la asesoría de especialistas ante cambios inevitables en el orden de las interacciones positivas-negativas que se manifiesten; una aplicación compleja pero más completa que el sistema de monocultivo y también más sostenible, permite obtener beneficios económicos y ecológicos superiores.

EdUNICA

Editorial Universitaria Ciego de Ávila

ISBN: 978-959-85016-3-2

9 789598 501632