

desde mediados del siglo XX y que los escenarios prevén continuarán ocurriendo durante el presente siglo XXI, aceleran los procesos biológicos de las plantas de arroz. Las temperaturas superiores al intervalo óptimo entre 23° C y 34° C son perjudiciales al crecimiento y a veces, a la propia vida de la planta. Los llamados episodios de maduración temprana del cultivo pudieran hacerse más frecuentes.

Las variedades con menor rendimiento potencial experimentan una tendencia nula o muy débil al decrecimiento de sus rendimientos a medida que el cambio climático progresa. Esto puede deberse a varias causas, entre ellas:

1. Tales variedades no están de inicio aclimatadas a climas tropicales como el nuestro, por lo que otros factores limitantes les impiden expresar su potencial genético en las condiciones típicas de Cuba.
2. Las variedades de alto rendimiento han sido introducidas en la práctica agrícola después de haber sacrificado su resistencia a las condiciones ambientales adversas (nutrientes, abastecimiento de agua, habilidades competitivas, plagas, enfermedades y otros factores). Los rendimientos excesivamente altos que se observan en algunas variedades no podrán realizarse nunca en las condiciones reales de manejo presentes en los campos de cultivo.

8.2.3. Cultivo del Tabaco

El rendimiento agrícola y la calidad en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) están influidos notablemente por las condiciones meteorológicas del período vegetativo, que en Cuba prácticamente coincide con el período poco lluvioso (noviembre – abril), aunque en la producción del tabaco tapado prácticamente se unen las campañas en un ciclo ininterrumpido.

En el caso del tabaco, donde el producto aprovechable es la hoja, cualquier afectación que limite o reduzca su calidad resulta aún más nociva. Teniendo en cuenta que para la confección de cigarrillos o puros, la materia prima a emplear (la hoja de tabaco) debe reunir una serie de características físicas y organolépticas, que dependen de las condiciones bajo las cuales se desarrolle el cultivo y de la influencia de varios factores durante los procesos de curado y fermentación; las condiciones a las que se someten las plantaciones de secano o de bajas disponibilidad de agua, limitan los procesos fisiológicos, debido a lo cual, la síntesis de las sustancias que determinan esas características fue insuficiente. Los factores limitantes de la producción tabacalera son los que a continuación se describen:

1. El aumento del déficit hídrico hace disminuir el contenido de azúcar y aumentar el de nicotina y nitrógeno. Un fuerte déficit de humedad, durante el período de maduración del tabaco, puede influir notablemente sobre el valor de la cosecha. La aguda sequía agrícola se evidencia no solo por los espaciados y escasos eventos de lluvia, sino también, por los bajos registros de humedad relativa del aire, muy por debajo de los valores normales, especialmente en las zonas tabacaleras localizadas en el centro del país.
2. El requerimiento hídrico del tabaco es superior a los acumulados de lluvia que se registran como promedio y a la capacidad de retención de humedad de los suelos. El contenido de humedad de los suelos dedicados a este cultivo en el occidente del país es sumamente baja; y el papel que juega este factor en la vegetación de los diferentes tipos de tabaco (tanto en semilleros tradicionales, como en plantación),

es necesario aplicar riegos para garantizar los rendimientos esperados y la calidad de la hoja; especialmente en las zonas productoras del territorio estudiado.

3. El factor viento también debe destacarse como factor limitante, ya que este afecta considerablemente la puesta de los tendales en la etapa de plantación, también provoca el acamado de las plantas adultas tanto en el tapado como en el tabaco al sol. Con los fuertes viento viene aparejado el traslado a largas distancias de las esporas de moho azul considerada una de las principales enfermedades del cultivo.
4. En las áreas tabacaleras que no tienen la posibilidad de rehabilitar sus suelos (niveles de humedad requeridos para cada una de las fases por las que fue transitando el cultivo) mediante las labores de riego, se presentan sucesivos eventos de marchitez temporal durante el día, a consecuencia de un exceso de la transpiración sobre la absorción, ya que además del déficit hídrico en los suelos, la disminución de la presión de vapor atmosférica, evidenciada por los bajos porcentajes de humedad relativa del aire (fundamentalmente a las 13:00 horas), condiciona un agudo desnivel del gradiente del déficit de presión de vapor y por ello, es más intensa y duradera la transpiración. No se debe descartar la posibilidad de que en algunas áreas productoras, aun contando con las condiciones para efectuar los riegos necesarios, el marcado desbalance provoque incluso la disminución del potencial hídrico de las plantas y en consecuencia, los sucesos de marchitez permanente.
5. Los bajos niveles de humedad, tanto en el suelo como en la atmósfera, repercuten en la transpiración y por ende en la fotosíntesis, coincidiendo con quienes argumentan que la reducción en el contenido hídrico de las hojas se traduce en la disminución de la actividad fotosintética, pues los efectos del déficit de agua en los procesos de fotosíntesis son causados por la disminución en la hidratación de los cloroplastos y otras partes del citoplasma y por el cierre de los estomas.
6. También es importante señalar que los suelos de las principales zonas de tabaco tapado, han venido experimentando durante los últimos años una tendencia a la degradación y a la pérdida de sus potenciales agroproductivos. Además, en caso de existir un déficit de humedad se dificulta la asimilación de elementos de nutrición por las plantas, se perturba la concordancia en el trabajo de los sistemas de fermentación, se refuerzan los procesos de hidrólisis y descomposición de sustancias orgánicas, se reduce bruscamente la intensidad de la fotosíntesis y se suspende el crecimiento de las plantas.
7. Dada la alta higroscopicidad que tiene el tabaco, requiere necesariamente para su conservación envases adecuados y condiciones climáticas controladas.

Condiciones climáticas a la que debe estar el tabaco en su proceso final:

- Humedad relativa entre 60 y 70%.
- Temperatura entre 20 y 25 °C.

Estas condiciones se cumplen cuando el tabaco no requiere un almacenamiento excesivamente prolongado; de ser así, necesita que se mantengan estos parámetros climáticos de la forma siguiente:

- Humedad relativa entre 60 y 65%.
- Temperatura entre 15 y 18 °C.

8. En el proceso de curación del tabaco, se deben tener en cuenta los impactos de los huracanes sobre las actuales casas de curación, las cuales no soportan los eventos climáticos extremos.
9. Es necesario instrumentos que midan, registren y controlen la humedad en todo el proceso de beneficio industrial del tabaco, para poder tomar decisiones en casos extremos (mucho humedad o sequía).

Las principales vulnerabilidades identificadas en este trabajo se describen a continuación:

- Aumento de la salinización de los suelos y los acuíferos por la elevación del nivel del mar (problemas de la cuenca sur), que traen consigo que se perjudique la combustibilidad del tabaco.
- Aumento del pH en los suelos rojos de la llanura Habana – Matanzas (cuenca sur), que trae consigo una disminución en la asimilación de los nutrientes del suelo.
- La ocurrencia de eventos climáticos extremos puede conducir a procesos erosivos, identificados en zonas de relieve irregular.
- La ocurrencia de eventos climáticos extremos, provocarían la destrucción total de las casas para la cura natural.
- El aumento de la temperatura trae consigo la proliferación de la plaga *Heliothis virescens* y la enfermedad de la pata prieta (*Phytophthora nicotianae*) y el *Fusarium* en las plantaciones tabacaleras, provocando grandes afectaciones en la calidad y rendimiento del cultivo.
- El incremento en la temperatura puede afectar la calidad de la hoja de tabaco.
- Las plantaciones de cedro y eucalipto en su etapa adulta (quedal y fustal), son muy dañadas por la ocurrencia de eventos climáticos, provocando la caída y partidura de los árboles, tanto en el eucalipto como en el cedro, siendo este último el más afectado, ya que una vez dañado no se puede recuperar y se debe proceder a su tala aunque no tenga la madurez necesaria para ser aprovechado.
- La sequía intensa en plantaciones jóvenes de eucalipto y cedro provoca la muerte de plántulas llegando a afectar sensiblemente la supervivencia y el logro y en plantaciones adultas, provoca el retraso del crecimiento y desarrollo. También cuando la sequía es intensa y hay material combustible dentro de la plantación, esto provoca incendios forestales de magnitudes devastadoras, para la plantación, el suelo y el medio ambiente.

La valoración de los impactos del cambio climático sobre el tabaco, difiere en estructura con relación a los cultivos de papa y arroz. Esto es debido a que el tabaco es un cultivo que se maneja de forma muy diferente y también porque es la primera vez que se intenta hacer este tipo de estudio en Cuba.

El tabaco no se cultiva en la zona de estudio de forma en que necesariamente tenga todas sus necesidades hídricas satisfechas, sin embargo una simulación más realista, con la especificación de los riegos aplicados no era posible en el marco del presente estudio. Por tal razón, se han simulado solo rendimientos potenciales de cultivo por la metodología descrita. Como de todas formas el modelo biofísico utilizado proporciona siempre a la salida las necesidades de nutrientes necesarias para la obtención de estos

rendimientos potenciales tales valores están disponibles para estudios posteriores. Por tanto, esto es la primera aproximación a problemas que habrán de ser estudiados con mucha mayor profundidad en investigaciones posteriores.

Modelo ECHAM4

Escenario de emisión A2

El comportamiento estacional de la duración estandarizada de la fase de floración del cultivo muestra que esta se reduce hacia mediados de siglo en el escenario *ECHAM4 - A2* (Figura 8.9). Hacia finales de siglo esta duración estandarizada sigue decreciendo solo en el período desde mediados de septiembre hasta mediados de abril, tendiendo a crecer durante la estación más cálida del año y llegando a ser más larga que para las mismas fechas de siembra en el clima actual. La explicación de tal hecho fue encontrada en los parámetros genéticos del tabaco especificados por Heemst (1988), en el fichero de entrada *CROP41.DAT*. En los parámetros genéticos se especifica una variable que regula la suma acumulada de las temperaturas efectivas, que se utiliza para determinar la duración de las fases fenológicas. El parámetro en cuestión es especificado en el caso de este cultivo como una función de la temperatura media que crece en el intervalo desde 0.0 hasta 30.0°C para decrecer luego linealmente a cero cuando la temperatura media alcanza los 40.0°C.

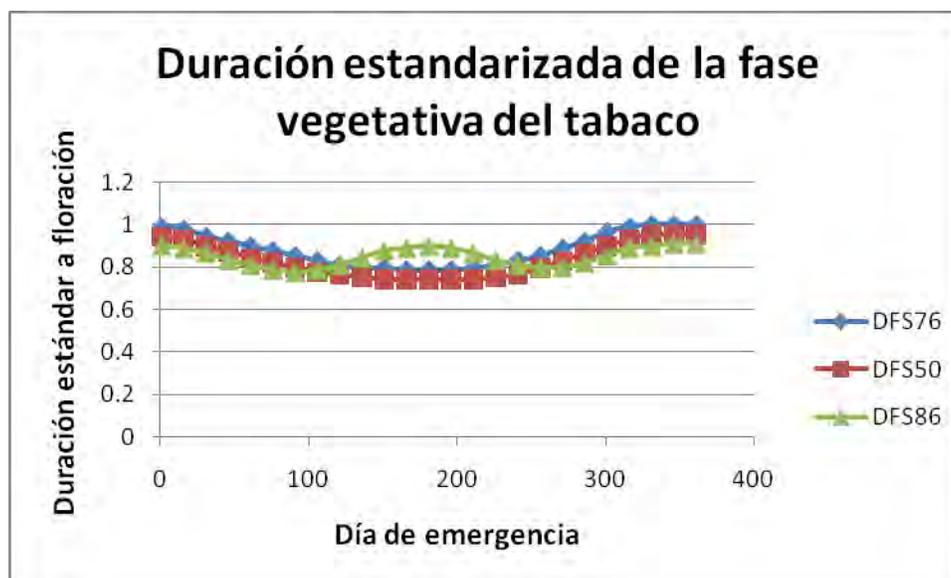


Figura 8.9. Duración estandarizada de la fase vegetativa del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en los escenarios ECHAM4 A2

La revisión de los datos climáticos correspondientes a los escenarios indica que solo en los escenarios centrados en el 2086 aparecen temperaturas mensuales medias superiores a 30 grados Celsius durante la estación más cálida del año (abril – septiembre). Dado que cada escenario alcanza tales temperaturas en estaciones del año ligeramente diferentes una de otras, el efecto de este comportamiento del tabaco se reflejará de modo ligeramente diferente en todos los escenarios estudiados.

Un problema semejante no había sido encontrado desde el trabajo pionero hecho con el frijol Caupí (vigna o frijol caritas) en 1998 (Rivero et al., 1998; Mimura (2000). Solo

que en aquel entonces fue visto como un incidente irrelevante y hasta conveniente para disminuir el impacto del cambio climático sobre las duraciones de la fase del cultivo. Con posterioridad se pudo comprobar en la literatura especializada que, efectivamente, los frijoles vigna de hábito de crecimiento indeterminado tenían esta característica según experimentos de campo realizados en condiciones controladas.

Conociendo del intenso esfuerzo científico realizado por Heemst (1988) para documentar los parámetros genéticos de los 22 cultivos disponibles en los modelos de la serie WOFOST, existe el convencimiento de que este comportamiento del cultivo debe ser aceptado como ha sido especificado y hasta cuando experimentos de campo realizados en Cuba no demuestren lo contrario. Definitivamente estos modelos son aplicables al tabaco (WMO, 1990).

El comportamiento estacional de la duración estandarizada del ciclo de cultivo hasta la madurez del fruto presenta un comportamiento similar al de la fase de floración (Figura 8.10). Sin embargo estos hechos se reflejan de modo diferente en el rendimiento potencial en semilla (Figura 8.11). Por el contrario, el rendimiento potencial en semilla decrece normalmente hasta mediados del siglo actual, pero para el último tercio los rendimientos de semilla decaen considerablemente su valor durante la estación del año en que las temperaturas medias superan los 30.0°C. El alargamiento en duración de las fases fenológicas no logra compensar en absoluto el decrecimiento de la fotosíntesis bruta y el aumento de la tasa de respiración del cultivo.



Figura 8.10 Duración estandarizada del ciclo de cultivo a madurez de las semillas del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en los escenarios ECHAM4 A2

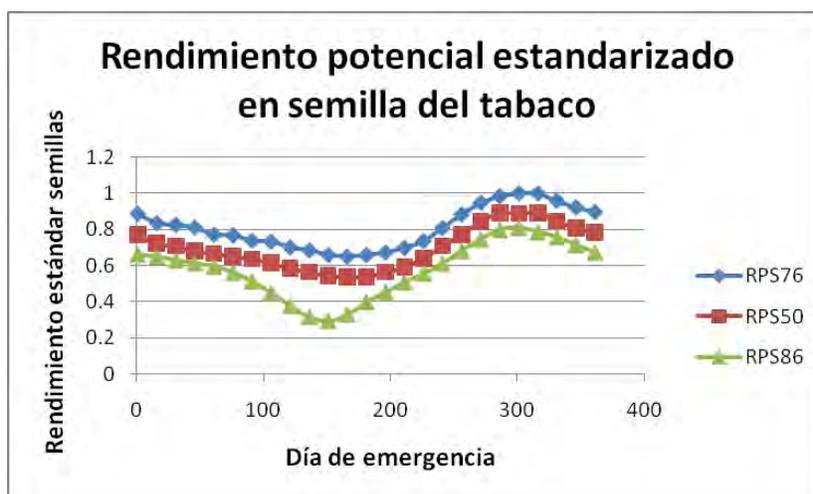


Figura 8.11. Rendimiento estandarizado en semilla del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en el escenario ECHAM4 A2

La respuesta al cambio climático en la producción en hojas del tabaco posee sin embargo un alto grado de incertidumbre, debido no solo como es tradicional a la irresolución de los escenarios de cambio climático y a las relacionadas con las del propio modelo de impacto, sino especialmente vinculadas con la falta de una definición apropiada del concepto de maduración técnica de las hojas y con la necesidad de simular las respuestas fisiológicas del cultivo al proceso de desbotonamiento y recolección de hojas cuando la planta se halla en pleno desarrollo vegetativo. En su lugar se decidió estudiar el comportamiento del peso vivo de hojas en el momento en que el cultivo alcanza su índice máximo de área foliar, sin que en ningún caso esto implique determinado grado de impacto sobre la producción de hojas. Puede observarse entonces que tal parámetro presenta poca variación en el escenario utilizado a lo largo del presente siglo (Figura 8.12).

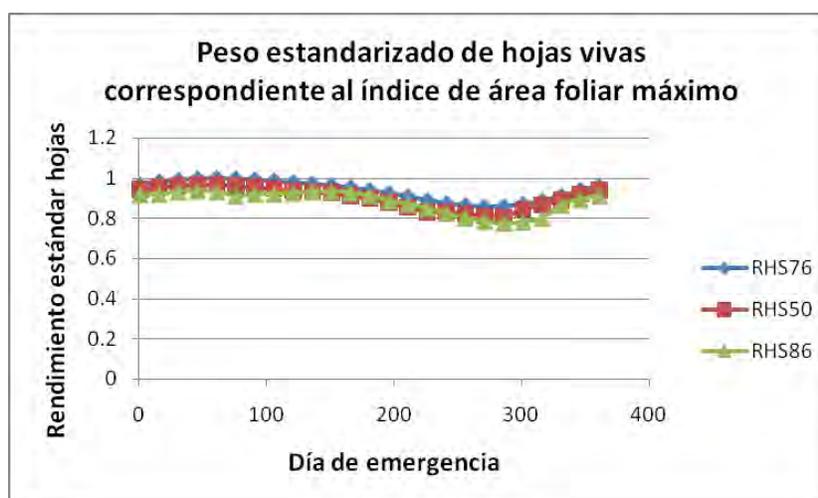


Figura 8.12. Peso estandarizado en hojas del tabaco en Güira de Melena, para el momento en que se alcanza el máximo valor del índice de área foliar (LAI), según fechas de siembra en el escenario ECHAM4 A2

Escenario de emisión B2

El comportamiento estacional de la duración estandarizada de la fase de floración del cultivo se reduce a medida que se avanza hacia mediados de siglo en el escenario *ECHAM4 B2* (Figura 8.13). Sin embargo la anomalía detectada en el escenario A2 ahora es menos notable y se refleja solo en la estación que abarca desde mediados de mayo hasta agosto. Esto es una consecuencia de que el calentamiento previsto en este escenario de emisión de gases de efecto invernadero es inferior al esperado en el escenario A2. El comportamiento estacional de la duración estandarizada del ciclo de cultivo hasta la madurez del fruto presenta un comportamiento similar al de la fase de floración (Figura 8.14). Sin embargo, en este escenario la duración del ciclo de cultivo nunca supera a sus valores en el clima actual.

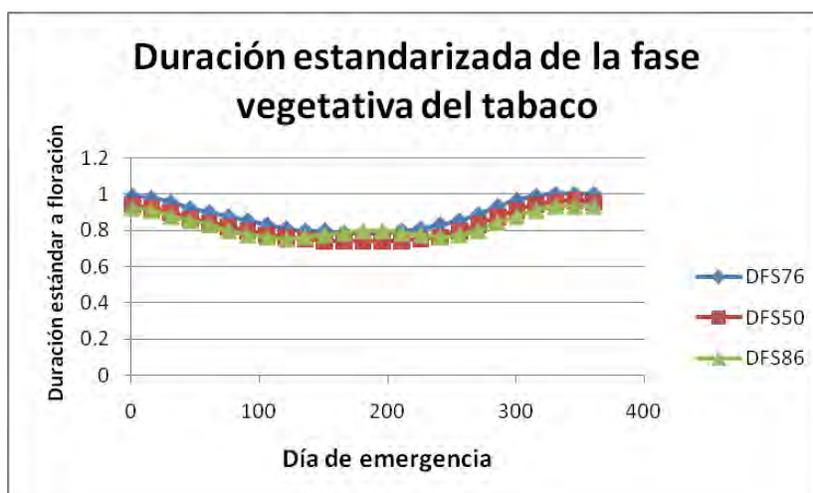


Figura 8.13. Duración estandarizada de la fase vegetativa del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en los escenarios *ECHAM4 B2*

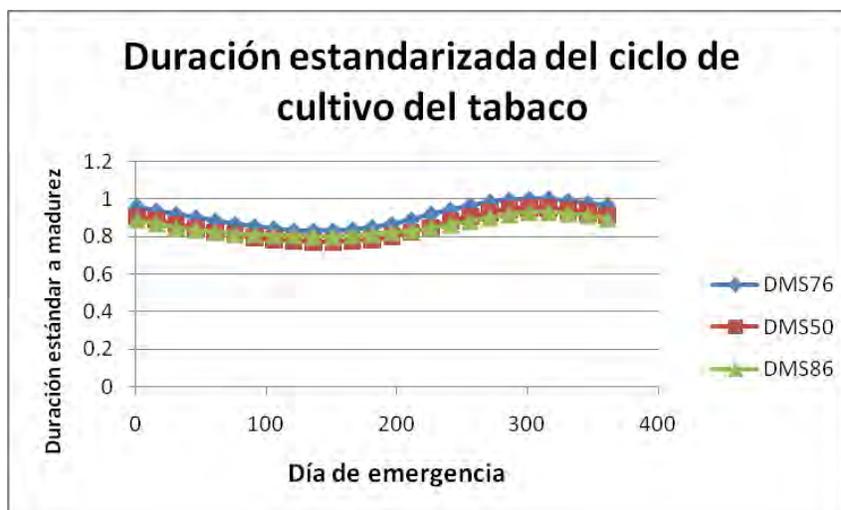


Figura 8.14. Duración estandarizada del ciclo de cultivo a madurez de las semillas del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en los escenarios *ECHAM4 B2*

El rendimiento potencial en semilla presenta sin embargo un descenso gradual a lo largo del presente siglo en este escenario sin las caídas notables durante la estación más cálida del año que aparecían en el escenario A2 (Figura 8.15). Simplemente el escenario B2 conduce a cambios menos sensibles en las temperaturas y la radiación solar global que el escenario A2. El impacto combinado del cambio de duración de las fases fenológicas, el decrecimiento de la fotosíntesis bruta y el aumento de la tasa de respiración del cultivo es menos notable en este importante parámetro modelado.

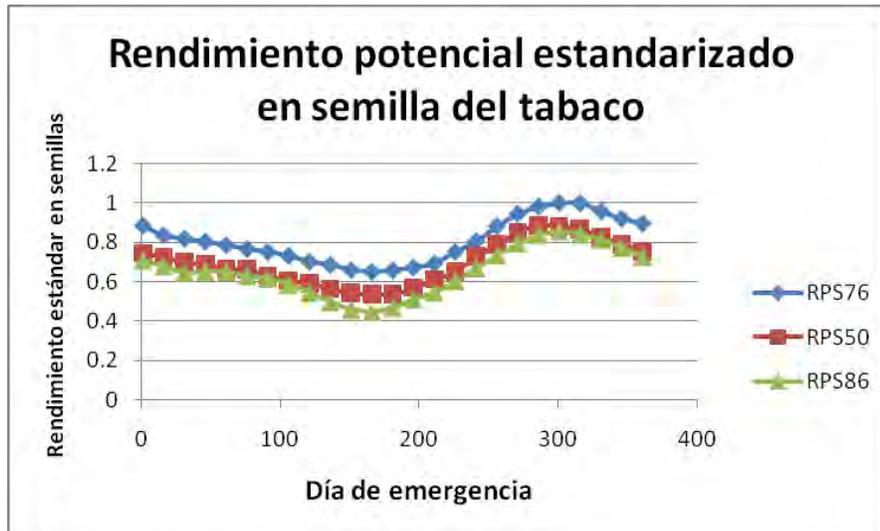


Figura 8.15. Rendimiento estandarizado en semilla del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en los escenarios ECHAM4 B2

Las incertidumbres acerca de la estimación del rendimiento agrícola de las hojas de tabaco son tan grandes que se desistió de realizar estimaciones de la misma para la presente evaluación; teniendo en cuenta que proporcionar información dudosa puede conducir en este caso a opciones de adaptación más nocivas que no proporcionar información alguna. En su lugar se decidió estudiar el comportamiento del peso vivo de hojas en el momento en que el cultivo alcanza su índice máximo de área foliar sin que en ningún caso esto implique determinado grado de impacto sobre la producción de hojas. Puede observarse entonces que tal parámetro presenta descensos moderados apenas dignos de destacar (Figura 8.16).

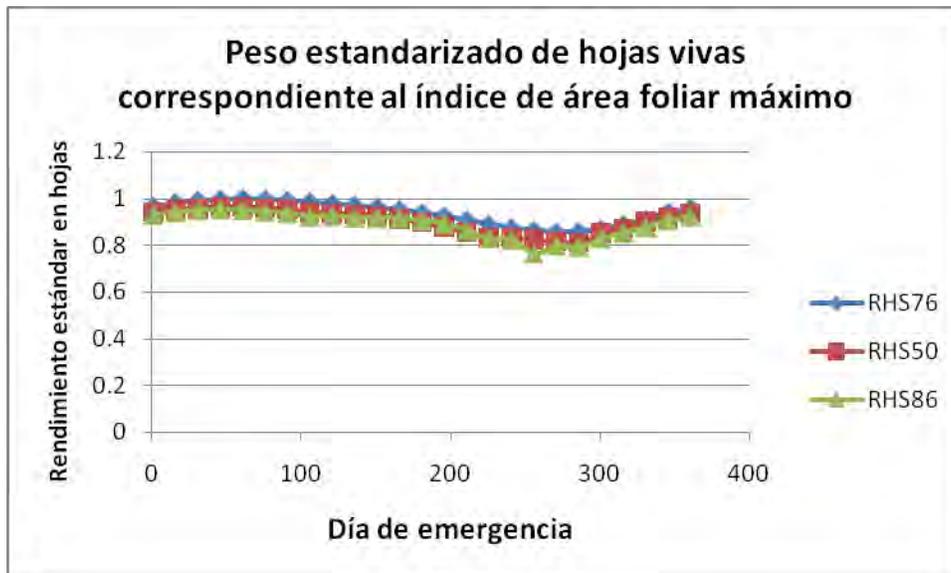


Figura 8.16. Peso estandarizado en hojas del tabaco en Güira de Melena, para el momento en que se alcanza el máximo valor del índice de área foliar (LAI), según fechas de siembra en el escenario ECHAM4 B2

Modelo HadCM3

Escenario de emisión A2

El comportamiento estacional de la duración estandarizada de la fase de floración del cultivo en este escenario muestra que esta también se reduce a medida que avanzamos hacia mediados de siglo en respuesta al cambio de temperaturas inherentes al escenario *HadCM3 A2* (Figura 8.17). Sin embargo el comportamiento de este parámetro resulta menos afectado que en el escenario *ECHAM4 A2* debido a una menor subida de temperatura en este escenario. Los efectos particulares de la respuesta del cultivo discutidos en escenarios anteriores también se manifiestan aquí aunque con menos fuerza.

El comportamiento estacional de la duración estandarizada del ciclo de cultivo hasta la madurez del fruto presenta un comportamiento similar al de la fase de floración pero sin ocurrir el caso de que la duración futura del ciclo de cultivo llegue a ser superior a la del clima actual (Figura 8.18).

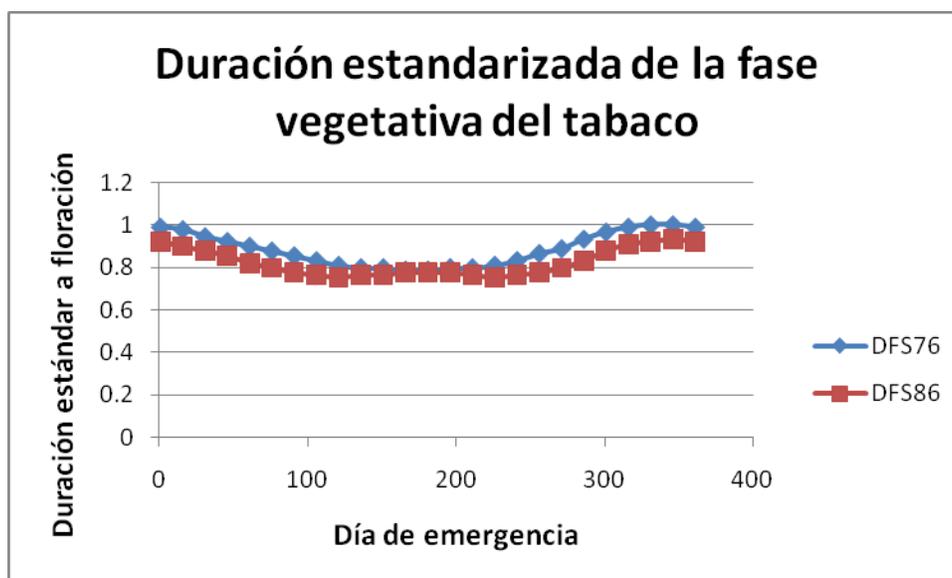


Figura 8.17. Duración estandarizada de la fase vegetativa del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en el escenario HadCM3 A2

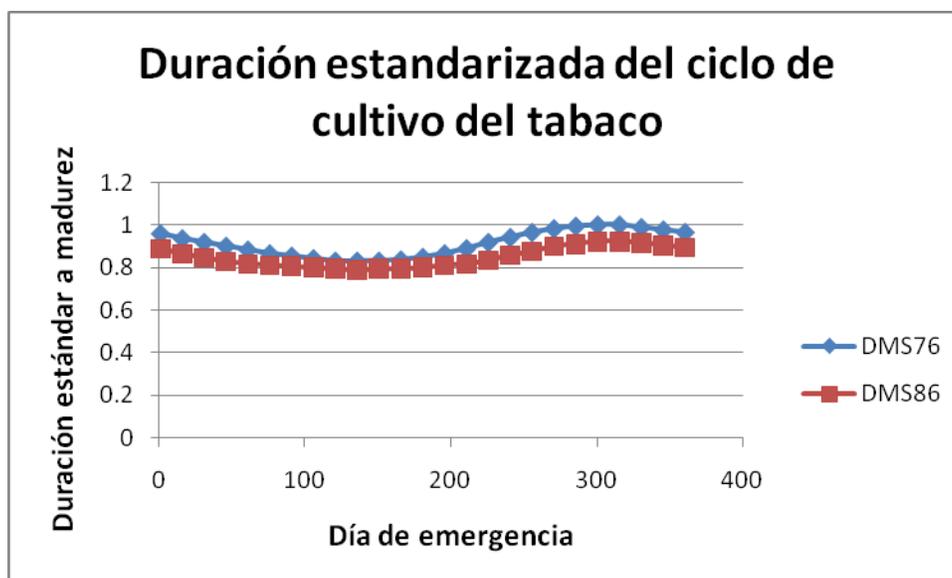


Figura 8.18. Duración estandarizada del ciclo de cultivo a madurez de las semillas del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en el escenario HadCM3 A2

El rendimiento potencial en semilla decrece considerablemente a lo largo del siglo actual para todas las fechas de siembra (Figura 8.19), sin detectarse épocas del año en que este decrecimiento sea más notable que otras. El ligero decrecimiento en el peso vivo de hojas cuando el cultivo alcanza su máximo índice de área foliar no parece constituir un impacto considerable con excepción del manifestado para el tercer trimestre del año (Figura 8.20).

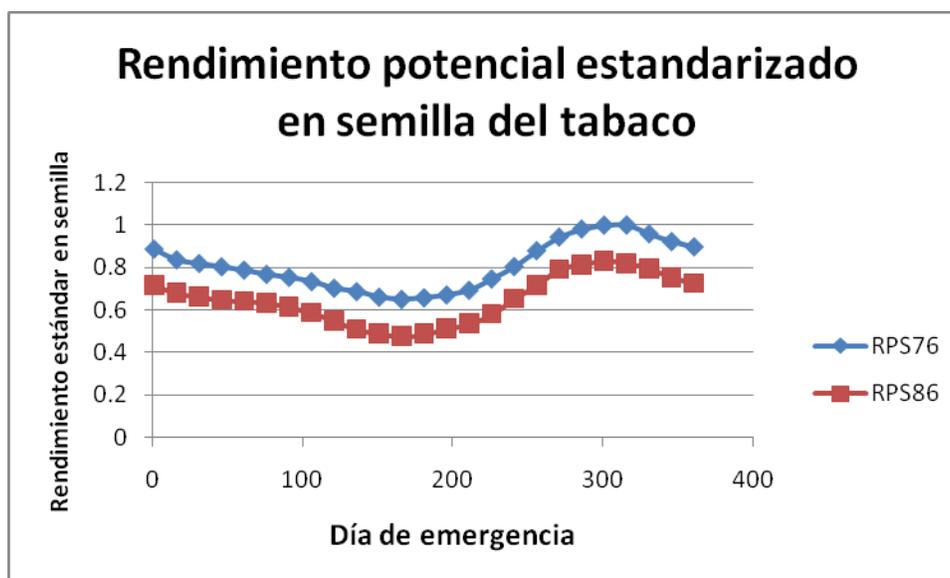


Figura 8.19. Rendimiento estandarizado en semilla del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en el escenario HadCM3 A2

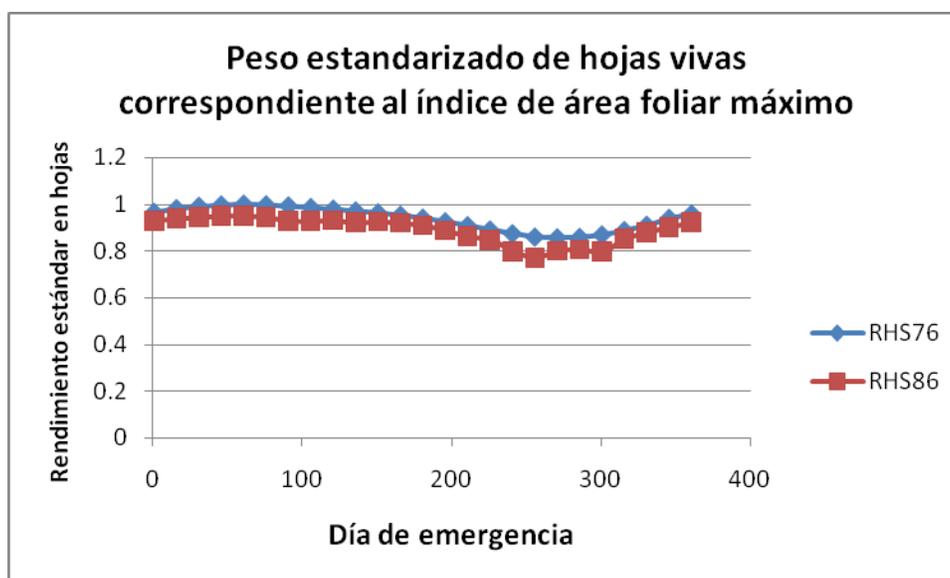


Figura 8.20. Peso estandarizado en hojas vivas del tabaco en Güira de Melena, para el momento en que se alcanza el máximo valor del índice de área foliar (LAI), según fechas de siembra en el escenario HadCM3 A2

Escenario de emisión B2

Aún y cuando el calentamiento es menor en este escenario todavía resulta ser que la duración estandarizada de la fase vegetativa es superior a la del clima actual en los meses más cálidos del año (Figura 8.21). Sin embargo esto no llega a producirse con la duración del ciclo de cultivo (Figura 8.22).

El rendimiento potencial en semilla sigue decreciendo considerablemente a lo largo del siglo actual para todas las fechas de siembra (Figura 8.23), sin detectarse épocas del año en que este decrecimiento sea más notable que otras. Al igual que en el escenario A2 el ligero decrecimiento en el peso vivo de hojas cuando el cultivo alcanza su máximo índice de área foliar no parece constituir un impacto considerable con excepción del manifestado para el tercer trimestre del año (Figura 8.24).

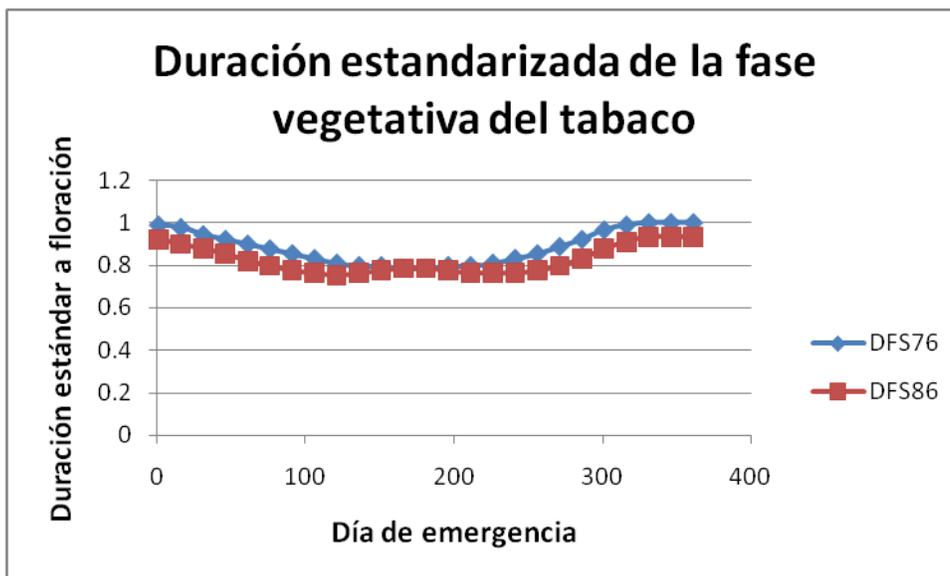


Figura 8.21. Duración estandarizada de la fase vegetativa del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en el escenario HadCM3 B2

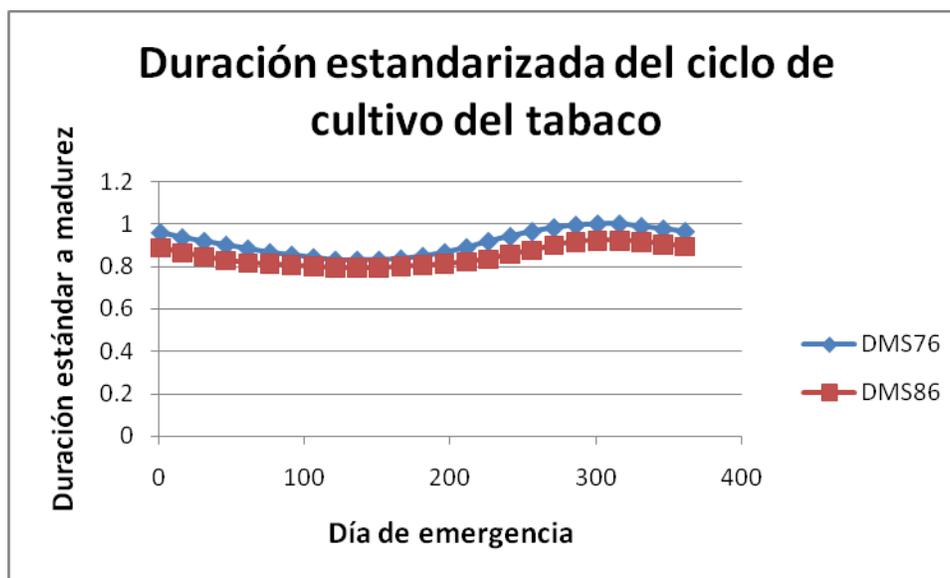


Figura 8.22. Duración estandarizada del ciclo de cultivo a madurez de las semillas del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en el escenario HadCM3 B2

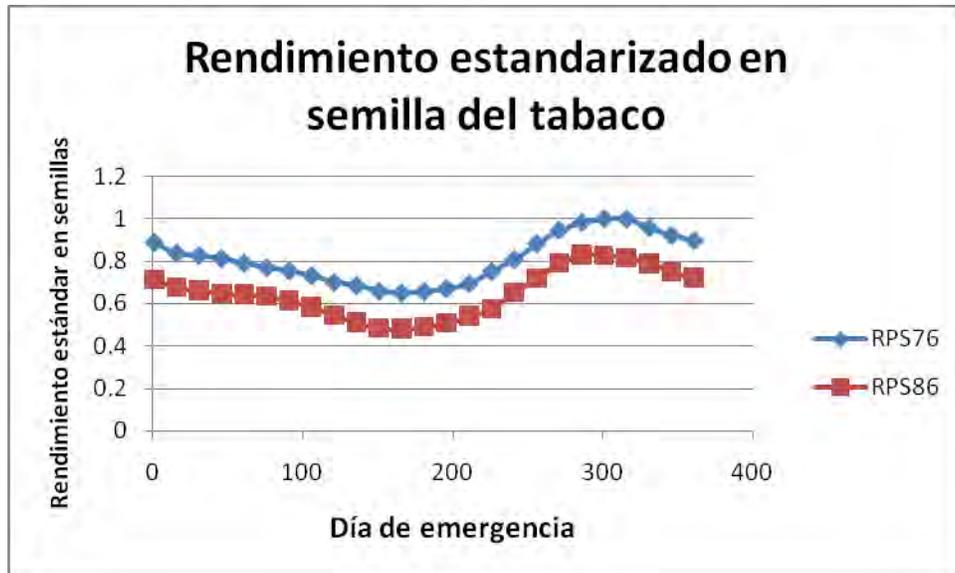


Figura 8.23. Rendimiento estandarizado en semilla del tabaco en Güira de Melena según fechas de siembra en el escenario HadCM3 B2

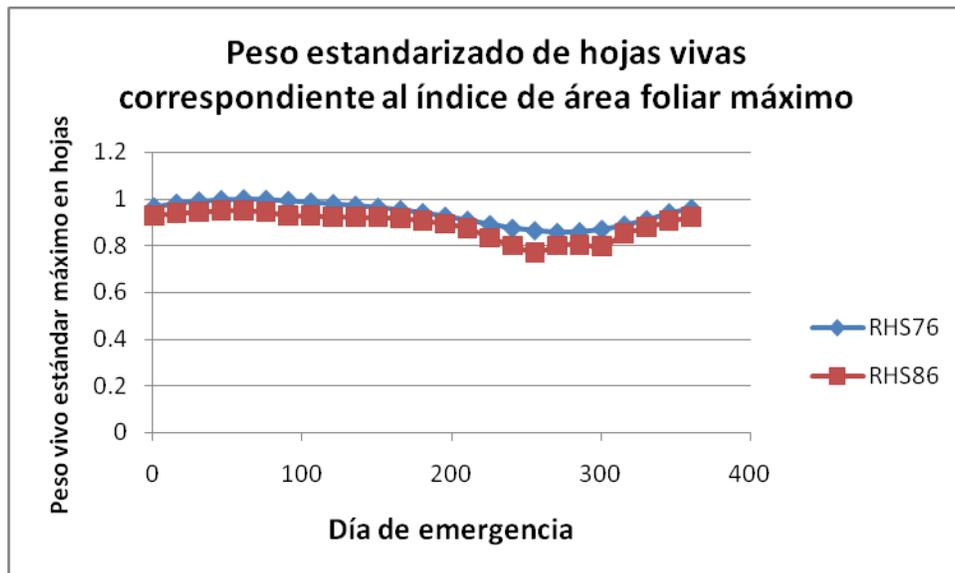


Figura 8.24. Peso estandarizado en hojas vivas del tabaco en Güira de Melena, para el momento en que se alcanza el máximo valor del índice de área foliar (LAI), según fechas de siembra en el escenario HadCM3 B2

8.3.4. Porcino

El cerdo se considera una de las especies más antiguas en brindar su ayuda al hombre como portador proteico de fácil crianza y reproducción acelerada, constituyendo uno de los renglones más importantes en la economía, de la mayor parte de los países desarrollados del mundo. En Cuba la explotación de la especie porcina tiene gran

importancia para la economía y constituye una valiosa fuente de proteína de origen animal. (Muñoz, 1994).

El cerdo se encuentra entre los animales más eficientes para producir carne, su gran precocidad, prolificidad, corto ciclo reproductivo y gran capacidad transformadora de nutrientes, le hacen especialmente atractivo como fuente de alimentación. El valor nutritivo de la carne de cerdo lo señala como uno de los alimentos más completos para satisfacer las necesidades del hombre.

Antes de 1959, la producción porcina en Cuba constituía una de las actividades más atrasadas de la ganadería. La producción nacional de cerdos estaba destinada principalmente al autoconsumo de subsistencia con características de producción marginal donde predominaba la crianza porcina de traspatio o la cría extensiva de forma libre en grandes extensiones de tierra. A partir de ese año emprendió el desarrollo de la producción porcina en las Granjas del Pueblo y con la asesoría de técnicos de Canadá, Bulgaria y Checoslovaquia, se importaron animales raciales canadienses y se crearon los primeros centros genéticos porcinos en diferentes zonas del país. Pero no es hasta 1969 que con la creación del Combinado Porcino Nacional como actividad especializada comenzó a desarrollarse a un ritmo acelerado y creciente.

En 1970 se producen 16 mil t y comienza la producción comercial de carne con un crecimiento sostenido hasta alcanzar en 1989 la cifra record de 102.4 mil t. En el año 1990 empezó el descenso provocado por la falta de alimentos en el período especial. En abril del 2005 por acuerdo del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros se decide comenzar la recuperación de la producción porcina mediante el Programa de Desarrollo Porcino para alcanzar 100 mil t de carne en pie, estructurado en el crecimiento sostenido de la producción en las Unidades Porcinas Especializadas y acompañada de las modalidades de los Convenios Porcinos y de la producción individual y de traspatio.

Se deduce entonces que la adaptación ante el Cambio Climático en el sector pecuario para lograr una sostenibilidad ambiental no debe ser solo un asunto de “expertos” o tecnócratas, sino un proceso con la mayor participación posible. Por lo antes expuesto, se seleccionó al municipio Artemisa como estudio de caso, para la elaboración de la Línea Base, la que debe ser entendida como un ejercicio social y consciente, en el cual el rol de los actores en las unidades porcinas especializadas es determinante para garantizar la unidad de acción y el camino a seguir en la aplicación de los principales intereses sociales y económicos de la localidad.

Para facilitar el análisis de los impactos que sobre la producción porcina podrían ocasionar las variables climáticas derivadas de los escenarios y modelos utilizados, ellas fueron agrupadas por las categorías de cerdos, considerando aquellas que comprenden elementos comunes. De esa forma fueron identificadas cinco categorías de cerdos:

1. Sementales (Verracos): Los machos utilizados para la monta ó inseminación artificial.
2. Reproductoras: Cerdas vacías, cubiertas, gestantes y lactantes
3. Crías: Cerditos hasta los 33 días de edad.

4. Preceba (Lechones y Lechonas, genética): Son los cerdos a partir de los 33 hasta los 42 días primera etapa; en la segunda etapa de 42 a 75 días.
5. Ceba (Cochinatos y Cochinas): A partir de los 76 días hasta los 105 días.

En Cuba se conservan, mejoran y explotan 5 razas de cerdos básicas. Además, se trabaja en la multiplicación del cerdo Criollo, como raza autóctona. Por otra parte, se han llevado a cabo trabajos para la evaluación de diferentes híbridos con vistas a incorporarlos al programa de cruzamientos nacional. Las razas con que cuenta el país, se dividen en maternas y paternas en función de las características fundamentales de cada una de ellas. El fin productivo de las líneas maternas es la producción de hembras comerciales, dada su aptitud reproductiva, sin menospreciar el aporte que producen a la descendencia en crecimiento y canales. Las paternas se caracterizan por sus aspectos productivos de crecimiento y canales y se utilizan como verracos terminales. Las principales razas porcinas que existen en Cuba son:

Razas maternas:

- Yorkshire: Su origen fue a finales del siglo XVIII, y a su vez confusa al igual que el de otras razas mestizas. Se cree que surge por el cruzamiento de cerdos oriundos de Gran Bretaña (primitivas razas Yorkshire y Cumberland), a las que se agregaron posteriormente cerdos Leicestershire, chinos y siameses. Tuvo gran éxito entre los criadores ingleses y europeos desde su origen. Su principal ventaja es su capacidad maternal y prolificidad, aunque también posee magnífica cualidad de crecimiento y composición corporal. Los machos tienen un comportamiento sexual viril y activo. En Cuba se utiliza como raza materna básica para la producción de las reproductoras comerciales F1 Yorkshire x Landrace. En los años 1989-90 se realizó una importación del Reino Unido donde se le conoce como Large White. Ambas poblaciones, la canadiense y la inglesa se han mantenido separadas y se han adaptado bien a nuestras condiciones ambientales.
- LANDRACE: Tuvo su origen en Dinamarca en el año 1870, mediante el cruzamiento de cerdas oriundas con verracos Large White importados de Inglaterra, seguida de una cuidadosa selección para obtener cerdos de alta producción. La raza Landrace actual es una de las más seleccionadas y más magra del mundo. Es una de las razas de origen Europeo. Se caracterizan por su alta prolificidad y buena habilidad maternal. Esta raza es la de menor rusticidad de las explotadas en Cuba. Se utiliza como verraco en cruce con la Yorkshire (Large White) para obtener la hembra F1 Yorkshire x Landrace, de amplia utilización en las unidades de cría comerciales.

Razas Paternas:

- DUROC: No se conoce con exactitud su origen, se plantea que surge de una mezcla de las mejores características de los cerdos rojos que existían hacia el año 1800 en los estados de Nueva York, Nueva Jersey, Connecticut y Vermont, procedentes de África (raza colorada de Guinea), según algunos autores y según otros de la Península Ibérica su nombre proviene de la combinación de dos estirpes muy estimadas y famosas en esa época, La Duroc y la Jersey y su selección y consolidación comienza hacia 1823, (IIP, 2005). Esta raza se ha extendido en todo nuestro territorio. Fue introducida en Cuba en la década del 50, pero sólo después de los años 60 pudo ser incrementado su número gracias a importaciones

provenientes del Canadá. Es notable por su fortaleza, rápido crecimiento y adaptabilidad. Las canales tienen la característica de aportar grasa intramuscular muy apropiada para los sistemas actuales de producción.

- **CC21:** Es una raza que tiene su origen en Cuba, sintética de nueva creación, formada fundamentalmente por las razas Duroc y Hampshire con un porcentaje de las razas blancas. Utilizada en los programas de cruzamiento como verraco paterno terminal en las unidades comerciales.
- **L35:** Línea desarrollada en Cuba a partir de la unión de la raza Pietrain y la L-63, es producto de la fusión de las poblaciones de cerdos Pietrain y de la línea sintética L63 que fueron importadas entre 1989 y 1990 del Reino Unido. Son animales susceptibles al estrés. El principal propósito es la alta producción de carne sin embargo son susceptibles al estrés por lo que la actualidad su uso ha ido disminuyendo en el país.
- **Criollo:** Es una raza de origen Ibérico, que se trajo a Cuba por los colonizadores españoles en el siglo XVI; se caracteriza por su resistencia a las adversidades del clima, manejo y alimentación. Existe un amplio programa de conservación de esta raza y se utiliza fundamentalmente en cotos porcinos.

En territorio objeto de estudio existen 26 UPE, de ellas 19 se encuentran en la zona centro sur, de las que fueron seleccionadas para este trabajo las 5 UPE ubicadas en el municipio de Artemisa (Tabla 8.9).

Tabla 8.9. Unidades Porcinas Especializadas, características y su ubicación

No	Coordenadas		Unidades Porcinas Especializadas UPE	Categorías	Cantidad de Animales	Raza
	Norte	Este				
1	338750	324500	Piragua	Cría	700	CC21 - YL
2	326500	325300	Lindero	Cría	500	YL - CC21
3	32500	321350	Maravilla Roja	Cría	450	CC21 - YL
4	326500	325500	Fertilidad	Cría y Ceba	500	CC21 - YL
5	326600	324400	Cebadero DAGAME II	Ceba	8600	CC21

Las características constructivas de las UPE seleccionadas cumplen las indicaciones técnicas establecidas en el Manual de Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina. Las naves tienen 240 m (interior) de alto; techos de canelones ó fibrocemento a dos aguas y los aleros vierten hacia fuera; los pisos generalmente están hechos con rasilla y cemento. Algunas unidades poseen tecnología flan deck (tecnología China). Por otra parte, en estas instalaciones también se requiere de ciertas características geográficas relacionadas con la ubicación de las naves con respecto al aire y la puesta del sol. Las naves deben estar orientadas de norte – sur, para minimizar la entrada de los rayos de sol directamente. Pero estas unidades presentan las vulnerabilidades que a continuación de describen:

- Cubiertas ligeras ante fuertes vientos; huracanes, ciclones y tormentas tropicales severas.
- Cercanía a las penetraciones del mar de 3 a 4 km (UPE, DAGAME II y Fertilidad)
- Pocos árboles en las áreas de las unidades.

- Inadecuado manejo de los sistemas de tratamiento a residuales
- El confort de los animales ante aumento de la temperatura no existe.

En la valoración de los posibles impactos del cambio climático sobre la producción porcina, ha sido empleada una gama de métodos de investigación que incluyeron el análisis empírico, evaluaciones experimentales, utilización de escenarios, de modelos físicos; pero los resultados adquiridos no tienen iguales niveles de seguridad. Por tanto, la apreciación de los riesgos está relacionada a eventos que están por ocurrir y los estudios de caso basados en el empleo de escenarios, modelos físicos y estadísticos están acompañados de la inseguridad relacionada a lo que ciertamente ocurrirá en el futuro y por tanto no se trata de predecir el futuro, sino de facilitar una estimación, de que podrá ocurrir en los límites extremos. Por tanto se reconoce como una significativa gestión normal de adaptación la creación de un sistema de monitoreo y evaluación que permita prevenir, en el minuto oportuno, cómo se deberá proceder con los recursos naturales que se localicen bajo riesgos extremos de desaparición. El estado de confort de los animales es un elemento importante en el desarrollo de la actividad porcina, si se desea obtener buenos resultados productivos y reproductivos en el ganado.

El Índice de Temperatura humedad (ITH), tomado como indicador del estado de confort en los animales, muestra un aumento considerable en el tiempo, para cada uno de los escenarios futuros analizados en este estudio. Como promedio en el clima base este elemento se encuentra por encima de 75 (valor considerado como el umbral donde comienzan a manifestarse los efectos del estrés de calor en los animales, para el caso del cerdo) como promedio en seis de los 12 meses del año, llegando a ser de 8 y 9 meses para los climoperíodos 2050 y 2085 respectivamente (Figuras 8.25 a la 8.28). Los cinco meses del clima base que presentan valores por encima de 75 se evalúan como estrés leve, pues en ninguno de los casos supera el valor de 79. Sin embargo para los escenarios futuros descritos, las condiciones cambiantes del clima arrojan tres meses con estrés leve y cinco con estrés moderado para los climoperíodos 2050 y 2085 en tres de los cuatro escenarios estudiados. Únicamente para el escenario SRES A2 derivado del Modelo ECHAM4 el climoperíodo 2085 presenta tres meses de estrés leve, dos de estrés moderado y cuatro de estrés severo (Figura 8.25), manteniéndose para el 2050 similar al resto de los escenarios. Esto indica que a medida que transcurra el siglo las condiciones de confort para los animales serán cada vez más desfavorables, e incluso pudieran conducir a cambios en las estrategias de crianza, debido al potencial genético de las razas explotadas actualmente, las cuales no están totalmente adaptadas a las altas temperaturas. Todo esto provoca a su vez cambios considerables, tanto en la conducta de los animales como en su fisiología, pues se observa igualmente un incremento en las condiciones que conducen a situaciones de disconformidad térmica, por lo que los animales tendrán que aplicar mayor cantidad de mecanismos disipadores de calor, para lograr mantener la temperatura corporal en niveles aceptables.

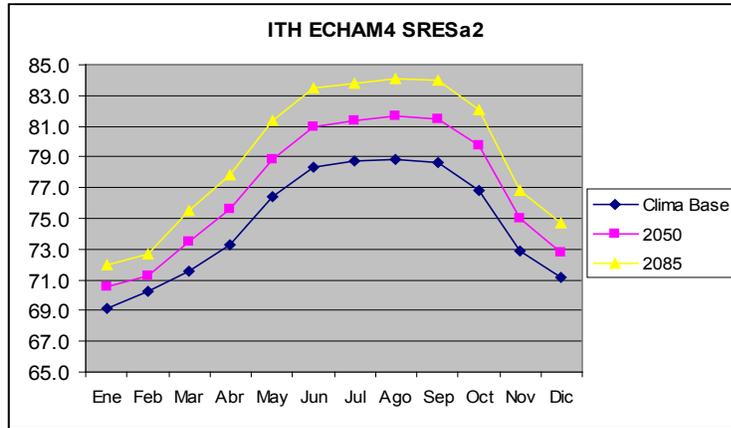


Figura 8.25. Índice de Temperatura Humedad para el clima Base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

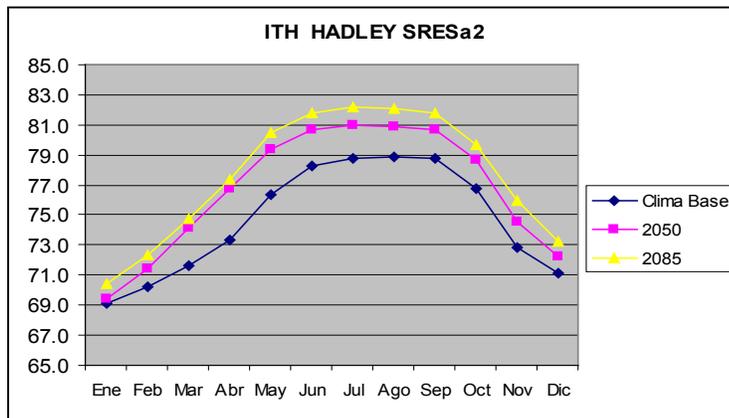


Figura 8.26. Índice de Temperatura Humedad para el clima Base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

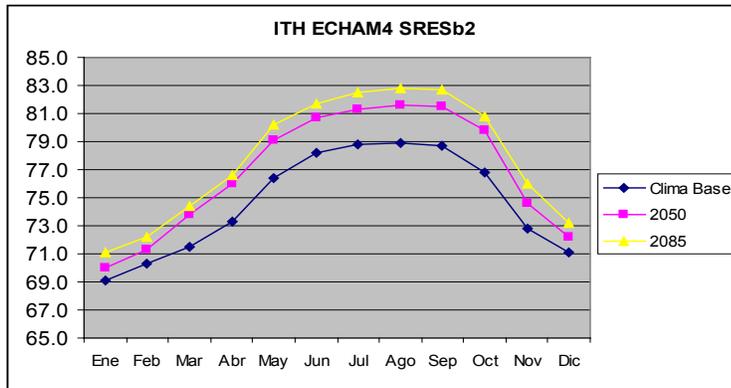


Figura 8.27. Índice de Temperatura Humedad para el clima Base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

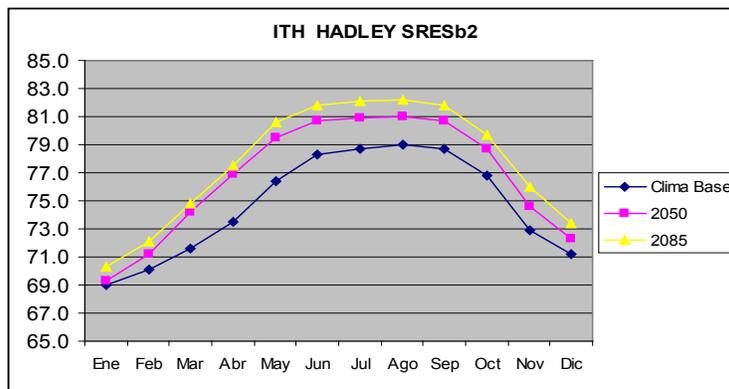


Figura 8.28. Índice de Temperatura Humedad para el clima Base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

Hembras en Celos, Tasa de Concepción y Tasa de Mortalidad de Cerdos al Nacer: estos tres elementos son de suma importancia para el mantenimiento del pie de cría y de las razas con mejores potenciales productivos. El primero de ellos, a pesar de no sufrir cambios sustanciales a lo largo del siglo, si presenta notables diferencias entre los meses de los períodos lluvioso y poco lluvioso. En cuatro de los seis meses del período poco lluvioso la expresión del celo en las hembras se incrementará de manera progresiva (entre 1.0 y 3.3 %) y en los dos restantes la disminución será poco sustancial (apenas del 1.5%), lo que indica que en este período la conducta estral de los animales será todavía favorable (Figuras 8.29 a la 8.32). En todos los casos la manifestación del celo para los meses del período poco lluvioso, se observará en más del 95% de las cerdas, llegando incluso al 100% en algunos meses de los escenarios futuros. Sin embargo en los meses del período lluvioso este indicador no presenta el mismo comportamiento. La expresión del celo se verá reducida en más del 4.5% de las

hembras en edad fértil, llegando a ser superior al 11.5% en los meses más calurosos, para el escenario SRES A2 del modelo ECHAM4 (Figura 8.33). Se observa además como el máximo en la expresión del celo experimenta un corrimiento en el año para todos los escenarios, pasando del mes de abril en el Clima Base, al mes de marzo en los climoperíodos 2050 y 2085.

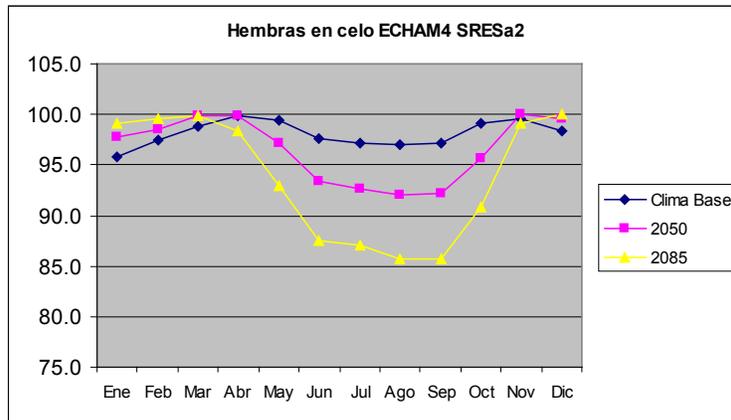


Figura 8.29. Conducta estral de las hembras para el clima Base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

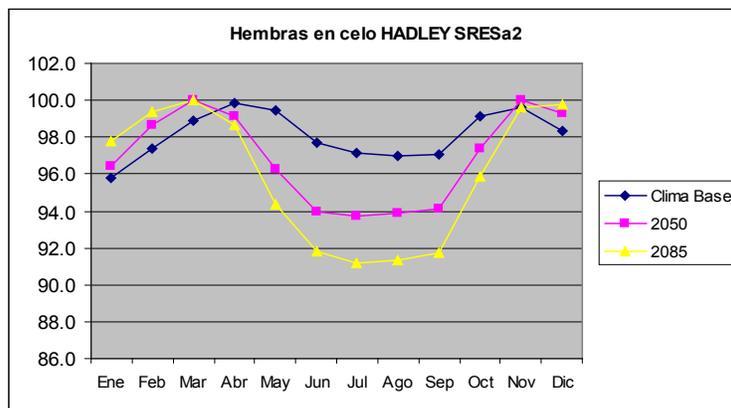


Figura 8.30. Conducta estral de las hembras para el clima Base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

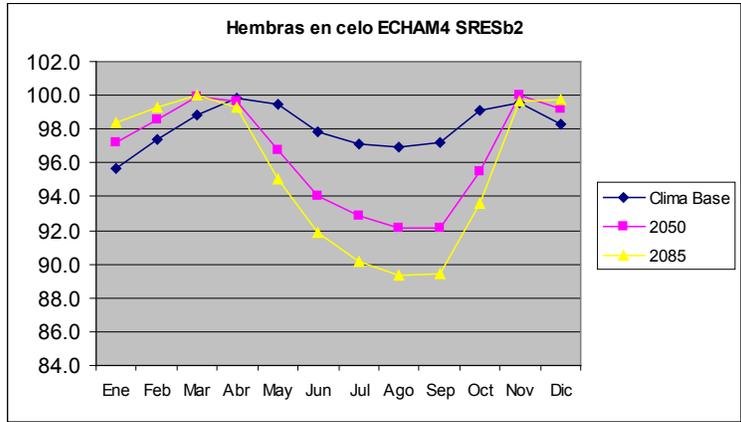


Figura 8.31. Conducta estral de las hembras para el clima Base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

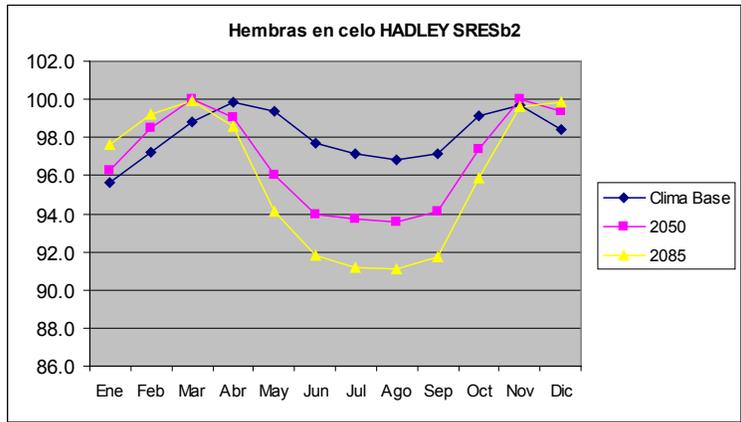


Figura 8.32. Conducta estral de las hembras para el clima Base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

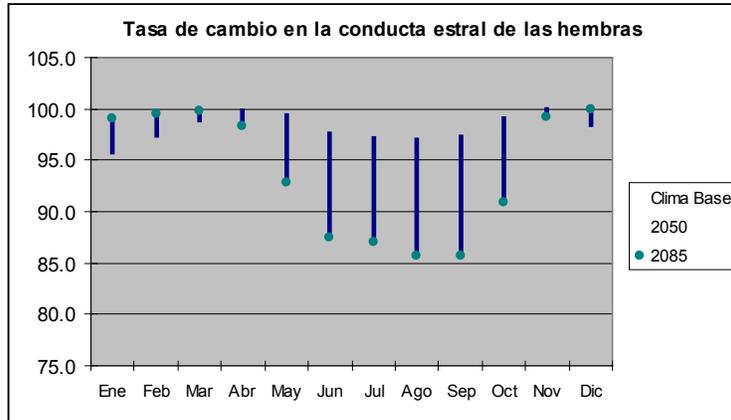


Figura 8.33. Tasa de cambio en la conducta estral de las hembras en los escenarios futuros con respecto al clima base.

La tasa de concepción o tasa de preñez de las hembras en celo también experimenta cambios en los escenarios futuros. En los meses del período poco lluvioso, a pesar de la reducción que se observa a lo largo del siglo en este indicador, el cambio no es tan significativo, pues apenas se produce una disminución entre 0.5 y 5.4% (Figuras 8.34 a la 8.37). En estos meses la tasa de preñez presentará valores en el Clima Base entre 91.7 y 93.9% llegando a reducirse incluso hasta 86.3% en el climoperíodo 2085 (Figura 8.37). En el período lluvioso se produce una reducción más notable, con valores entre 84.2 y 88.4% en el Clima Base, pasando a ser inferior al 75% y llegando a estar por debajo del 73% en el climoperíodo 2085 del escenario SRES A2 derivado del modelo ECHAM4. Para este mismo escenario la tasa de cambio llegará a ser superior al 11.7% y en el resto de los escenarios estará por encima del 8.2% (Figura 8.38).

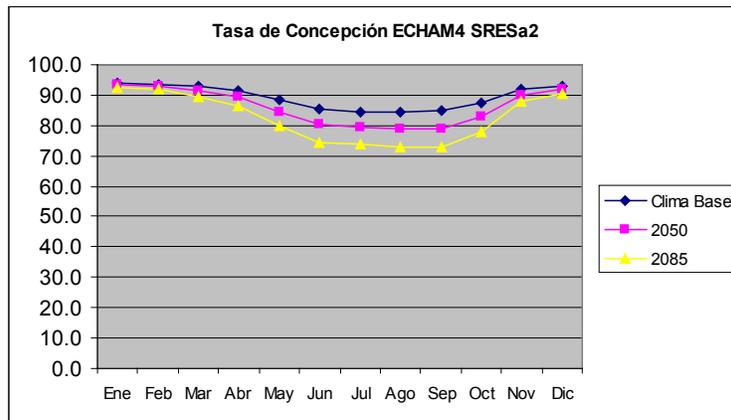


Figura 8.34. Tasa de Concepción en las hembras en celo para el clima Base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

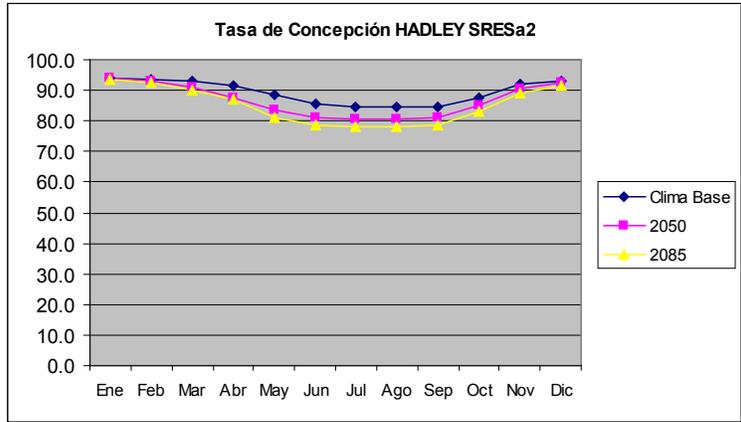


Figura 8.35. Tasa de Concepción en las hembras en celo para el clima Base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

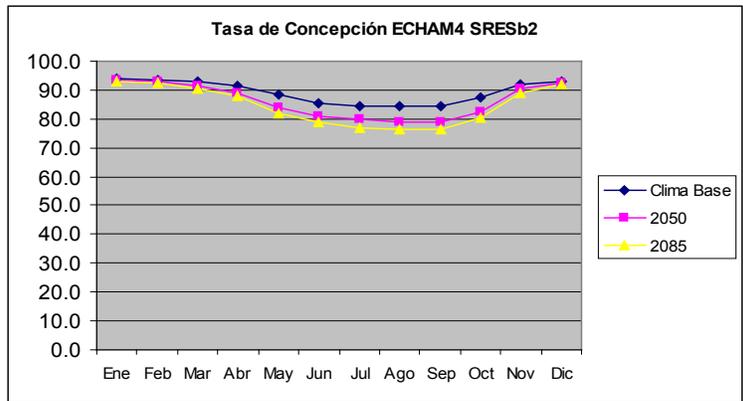


Figura 8.36. Tasa de Concepción en las hembras en celo para el clima Base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

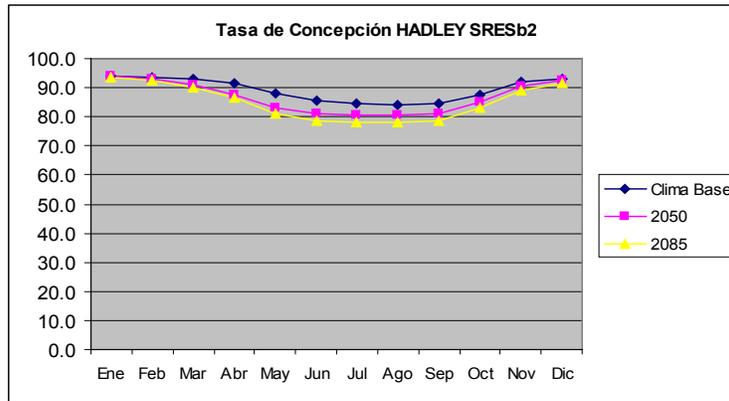


Figura 8.37. Tasa de Concepción en las hembras en celo para el clima Base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

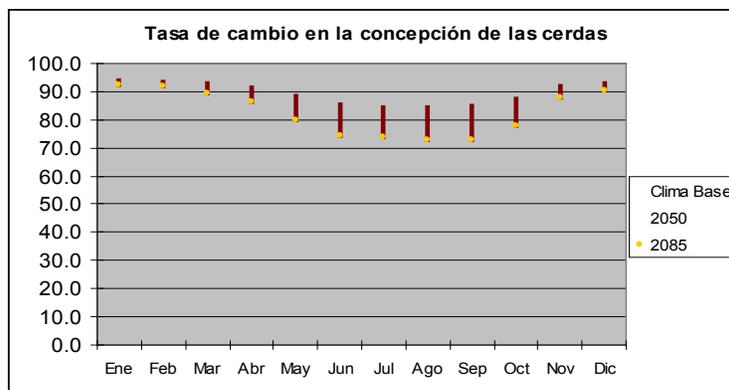


Figura 8.38. Tasa de cambio en la concepción o preñez de las hembras en celo para los escenarios futuros con respecto al clima base.

La tasa de mortalidad de cerdos al nacer presenta un comportamiento que se corresponde con los demás elementos reproductivos de los animales. A lo largo del siglo se observa una ligera disminución, casi imperceptible, en la tasa de muerte de los cerdos al nacer para los meses de enero, febrero y diciembre del período poco lluvioso, con un cambio apenas entre 0.1 y 1.0% (Figuras 8.38 a la 8.41). Sin embargo en los restantes meses del período poco lluvioso los cambios aunque bajos llegan a superar el 4% (Figura 8.42), llegando incluso a 5.2% en el climoperíodo 2085 del escenario SRES A2 para el modelo ECHAM4 (Figura 8.41). En este período para todos los escenarios estudiados la tasa de muerte estará entre 12.2 y 14.3%. En el período lluvioso los cambios son más sustanciales, con valores para el Clima Base entre 15.5 y

20.1% y que serán superiores al 30% en el climoperíodo 2085, llegando a estar por encima del 35% en el escenario SERS A2 derivado del modelo ECHAM4. Para este escenario el cambio en este parámetro productivo para estos meses será superior a 12%, llegando hasta valores por encima del 16%. En el resto de los escenarios el cambio será superior al 7%, llegando a estar por encima del 11%.

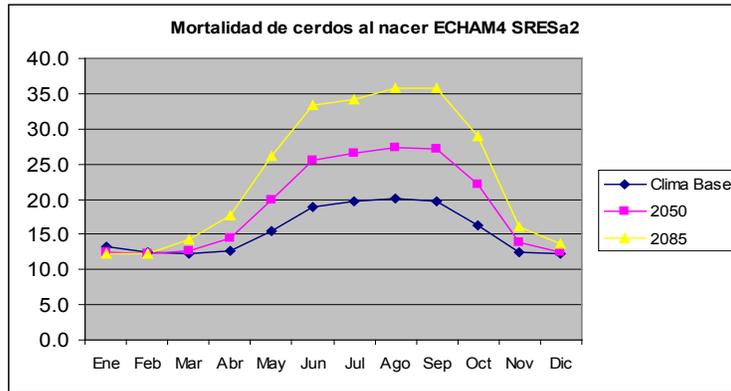


Figura 8.38. Mortalidad de cerdos al nacer para el clima base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

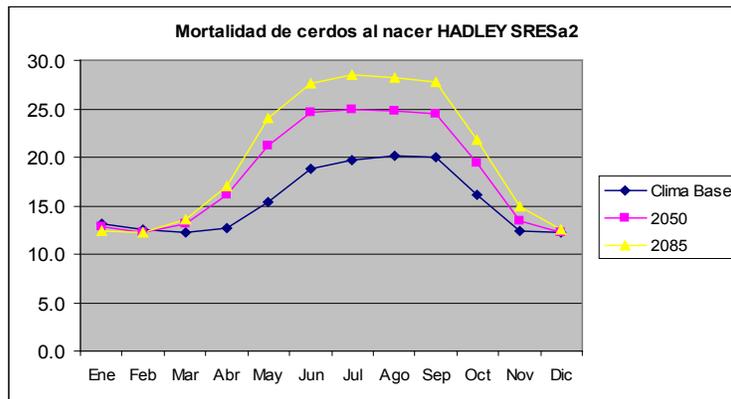


Figura 8.39. Mortalidad de cerdos al nacer para el clima base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

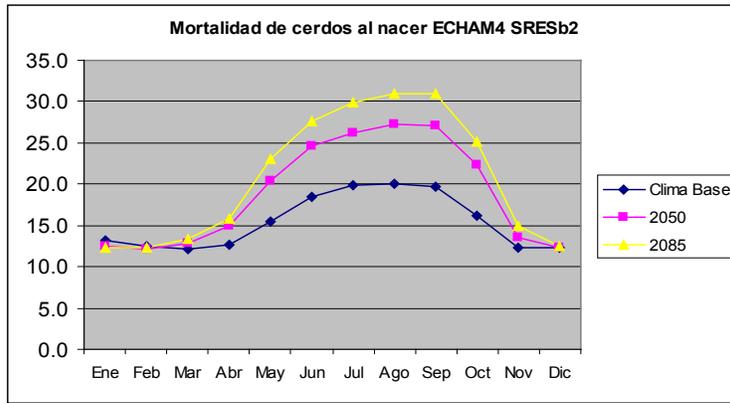


Figura 8.40. Mortalidad de cerdos al nacer para el clima base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

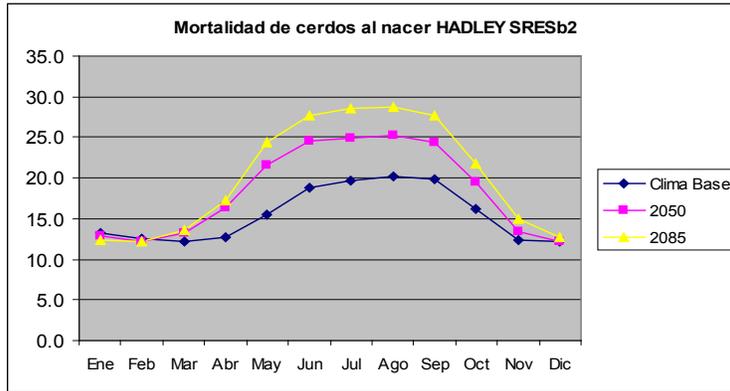


Figura 8.41. Mortalidad de cerdos al nacer para el clima base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

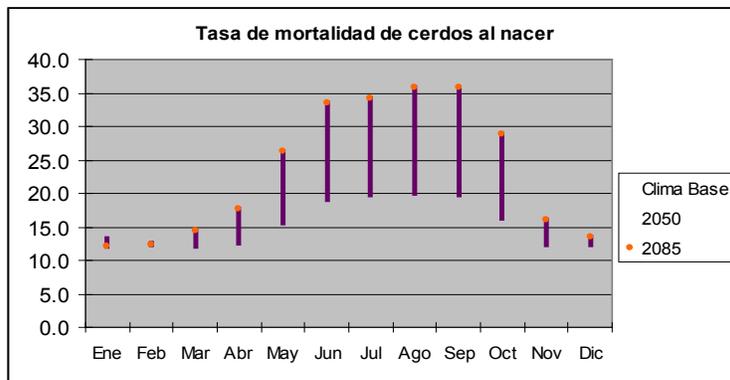


Figura 8.42. Tasa de cambio en la mortalidad de cerdos al nacer para los escenarios futuros con respecto al clima base.

Consumo de Alimento e Incremento Diario de Peso: los rendimientos productivos a lo largo del siglo también se verán afectados, con una notable reducción en el consumo voluntario de alimento y en el incremento diario de peso.

El consumo de alimento es uno de los aspectos de carácter fisiológico que habitualmente el animal sacrifica, a costa de mantener un balance de temperatura estable para mantenerse dentro de la zona de confort térmico. Generalmente en los meses del período poco lluvioso, cuando las temperaturas son mucho más favorables, el animal ingiere mayor cantidad de alimento que en el período lluvioso, donde el estado de confort térmico es más desfavorable.

Este indicador se verá reducido tanto en el período lluvioso como en el poco lluvioso (Figura 8.43 a la 8.46), aunque con mayor incidencia en los meses del período lluvioso, pues precisamente en estos meses las condiciones de estrés calórico pasarán a ser de moderadas a severas y los animales consumirán menos cantidad de alimento. En este período, el consumo voluntario de alimento se reducirá desde valores entre 2.08 a 2.33 kg/cerdo/día en el clima base hasta valores por debajo de 2.0 kg/cerdo/día para todos los meses en cada uno de los escenarios futuros, llegando incluso a disminuir hasta valores por debajo de 1.5 kg/cerdo/día para el escenario SRES A2 derivado del modelo ECHAM4 del climoperíodo 2085 (Figura 8.43), con una tasa de reducción en el consumo de alimento para este escenario de hasta 0.3 y 0.7 kg/cerdo/día en los meses más cálidos de los climoperíodos 2050 y 2085 respectivamente (Figura 8.47). En el resto de los escenarios la tasa de reducción en el consumo estará entre 0.2 y 0.5 kg/cerdo/día.

En el período poco lluvioso también se reducirá el consumo de alimento, aunque en menor medida. La tasa de cambio no será tan significativa con apenas 0.1 y 0.2 kg/cerdo/día para todos los escenarios de clima futuro. Las valores en el consumo diario de alimento se reducirán de entre 2.64 y 2.91 kg/cerdo/día hasta valores por encima de 2.29 kg/cerdo/día. Esto indica que para estos meses el consumo voluntario de alimento se mantendrá en niveles aceptables, lo que pudiera influir de forma favorable en el estado de salud y productivo de los animales.

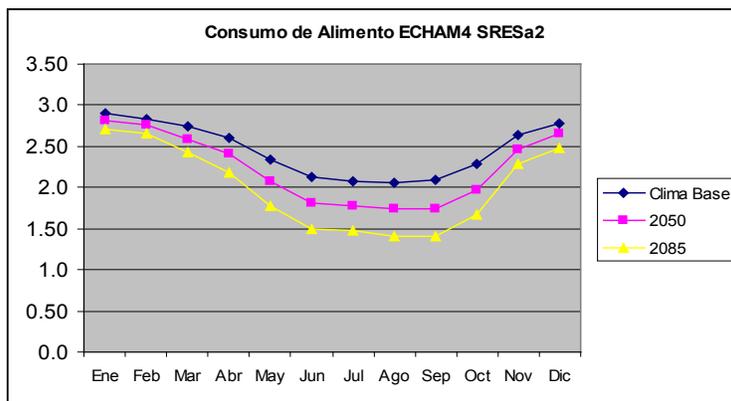


Figura 8.43. Consumo voluntario de alimento para el clima base y el Escenario SRES A2 derivados del modelo de clima global ECHAM4.

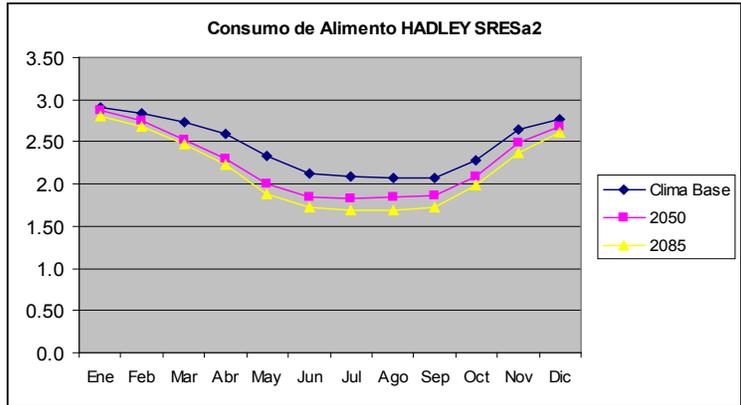


Figura 8.44. Consumo voluntario de alimento para el clima base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

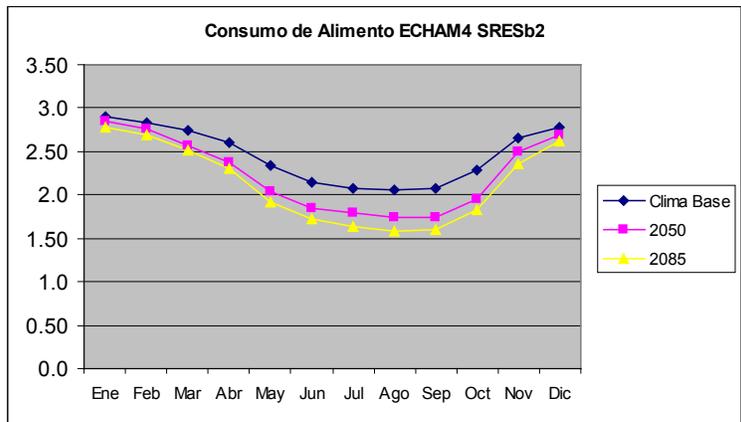


Figura 8.45. Consumo voluntario de alimento para el clima base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

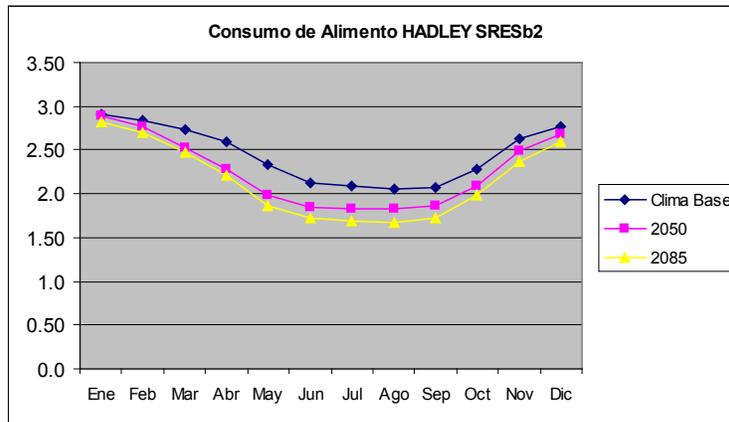


Figura 8.46. Consumo voluntario de alimento para el clima base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

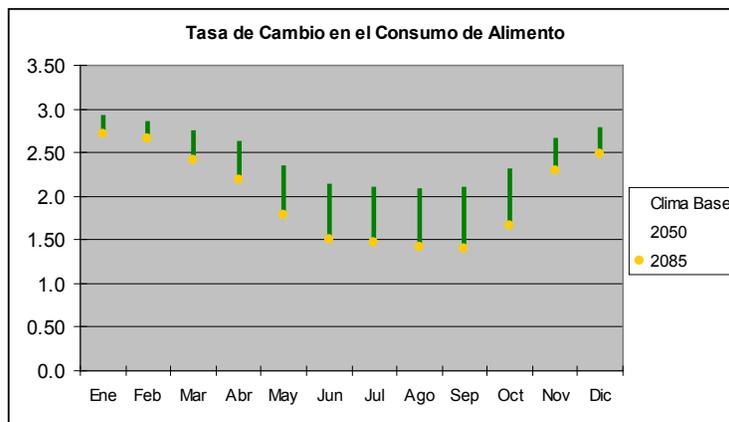


Figura 8.47. Tasa de cambio en el consumo voluntario de alimento en los escenarios futuros con respecto al clima base.

El incremento diario de peso en los animales es el elemento fundamental en la actividad porcina, pues las ganancias netas de los productores se describen a través del peso total alcanzado por los animales al final de ciclo de engorde. Este elemento también presentará una tendencia al decrecimiento para los escenarios de cambio climáticos futuros, con un comportamiento similar al del consumo de alimento (Figuras 8.48 a la 8.51). La tasa de incremento de peso más bajo se registra en los meses del período lluvioso tanto para el Clima Base como para los escenarios futuros, con valores que oscilan entre 0.49 y 0.58 kg/día para el Clima Base y que llegarán a valores entre 0.32 y 0.46 kg/día para tres de los cuatro escenarios estudiados, llegando a estar entre 0.25 y 0.39 kg/día para el escenario SRES A2 considerando la salida del modelo ECHAM4 en el climoperíodo 2085 (Figura 8.51). En el período poco lluvioso los animales presentan mejores condiciones de confort, por lo que la tasa de incremento de peso describe valores más altos. Sin embargo también se observará un decrecimiento en este importante indicador para los escenarios futuros, debido al progresivo incremento en la temperatura del aire, que provocará cambios en los

patrones fisiológicos de los animales y se traducirán en esta ligera reducción del incremento de peso que se observa para los meses del período poco lluvioso. Los valores de incremento de peso irán transitando de valores entre 0.67 y 0.76 kg/día en el Clima Base hasta valores entre 0.57 y 0.74, llegando incluso hasta 0.53 en el escenario *SRES A2* derivado del modelo *ECHAM4* (Figura 8.51).

Al igual que en el consumo voluntario de alimento, la tasa de cambio en el incremento diario de peso será mayor para el período lluvioso con valores superiores a 0.15 kg/día, llegando hasta 0.25 kg/día en el escenario *SRES A2* para la salida del modelo *ECHAM4* (Figura 8.52).

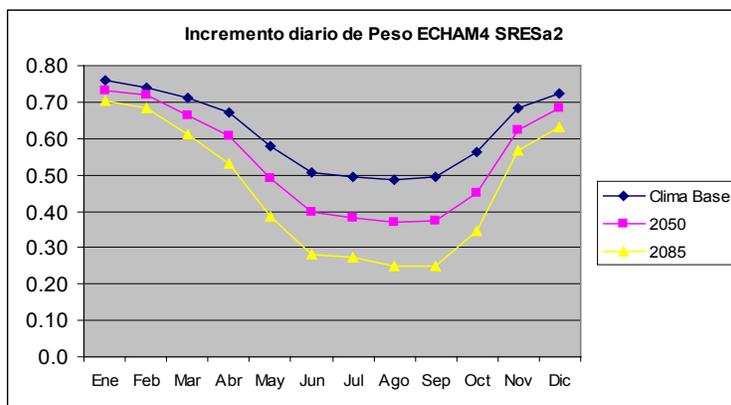


Figura 8.48. Tasa de incremento diario de peso para el clima base y el Escenario *SRES A2* derivado del modelo de clima global *ECHAM4*.

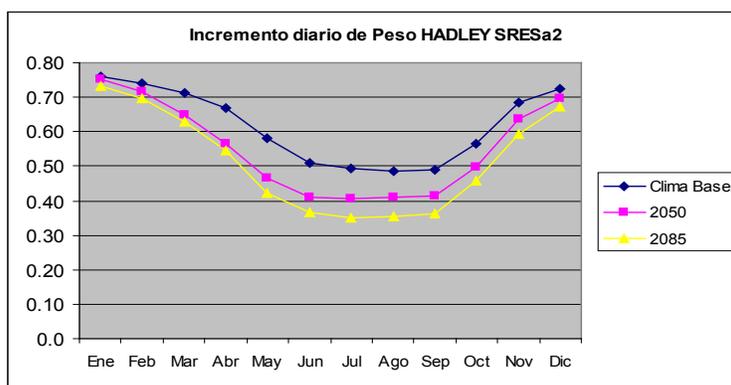


Figura 8.49. Tasa de incremento diario de peso para el clima base y el Escenario *SRES A2* derivado del modelo de clima global *HadCM3*.

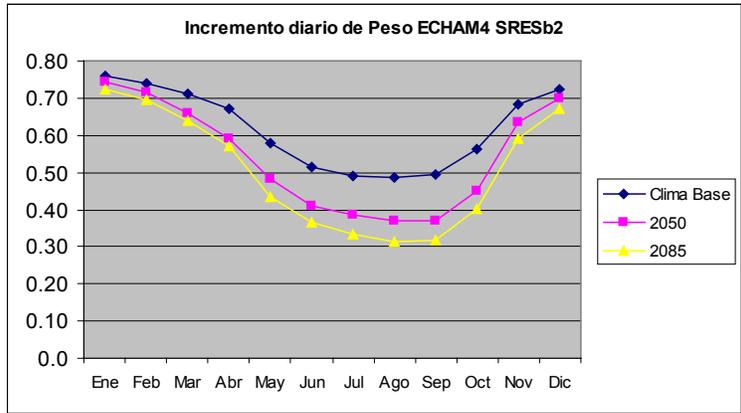


Figura 8.50. Tasa de incremento diario de peso para el clima base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

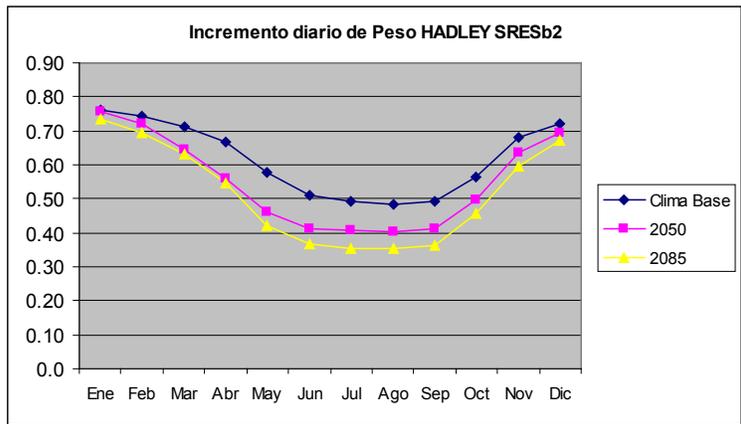


Figura 8.51. Tasa de incremento diario de peso para el clima base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

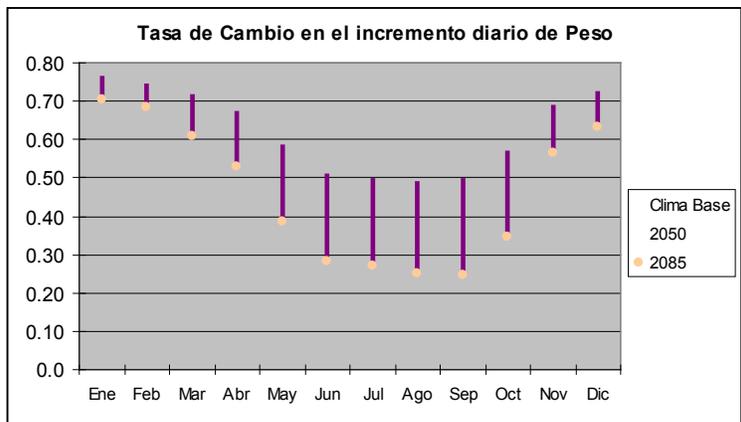


Figura 8.52. Tasa de cambio en el incremento diario de peso en los escenarios futuros con respecto al clima base.

Al considerar el peso total de los animales al final del ciclo de ceba (105 días), teniendo en cuenta el mes en que comienza este ciclo, se puede observar que para los meses del período lluvioso tanto en el clima actual como en los escenarios futuros el peso total es más bajo que en los meses del período poco lluvioso. Quiere esto decir que desde el propio clima actual, los meses del período lluvioso son poco favorables para desarrollar ciclos de ceba intensiva, por el bajo rendimiento alcanzado en estos meses, apenas entre 59.5 y 69.5 kg de ganancia de peso, con un peso total para el final del ciclo entre 84.5 y 107.0 kg (figuras 8.53 a la 8.56).

Para los escenarios futuros el decrecimiento en este período es notable con un incremento de peso total que apenas alcanza 50.0 kg, siendo el peso al final del ciclo de ceba inferior a 70 kg, llegando incluso en el escenario SRES A2 del modelo ECHAM4 a valores por debajo de 33 kg de incremento de peso y menos de 60 kg de peso total (Figura 8.56), con una tasa de reducción en el peso total de hasta 28.0 kg en este escenario, mientras que en el resto de los escenarios serán superiores a 13.7 kg (Figura 8.57).

En el período poco lluvioso marzo y abril constituyen dos meses con cambios significativos, pues la reducción en estos dos meses es bastante acentuada, con valores que van desde valores entre 92.4 y 99.3 kg en el Clima Base hasta valores entre 69.1 y 85.5 kg en los escenarios futuros y una tasa de reducción superior a 23 kg. Sin embargo el resto de los meses de este período los cambios aunque apreciables son menos significativos con valores entre 7.5 y 14.7 kg de reducción en el peso y un peso total que tendrá valores en el clima actual entre 105.9 y 113.1 kg y se reducirá hasta valores entre 91.3 y 107.0 kg.

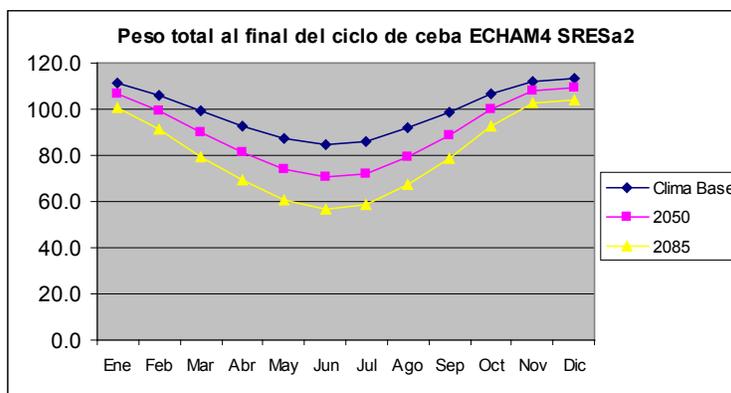


Figura 8.53. Peso total al final del ciclo de ceba para el clima base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

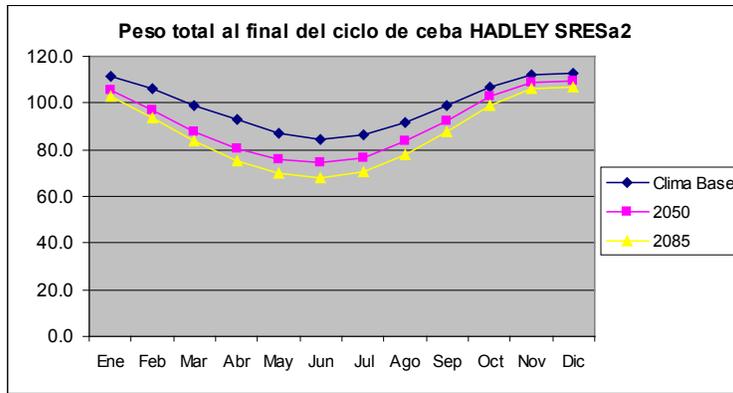


Figura 8.54. Peso total al final del ciclo de ceba para el clima Base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

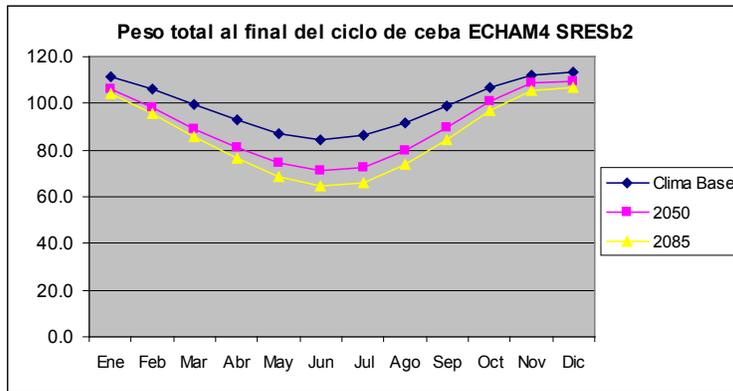


Figura 8.55. Peso total al final del ciclo de ceba para el clima base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

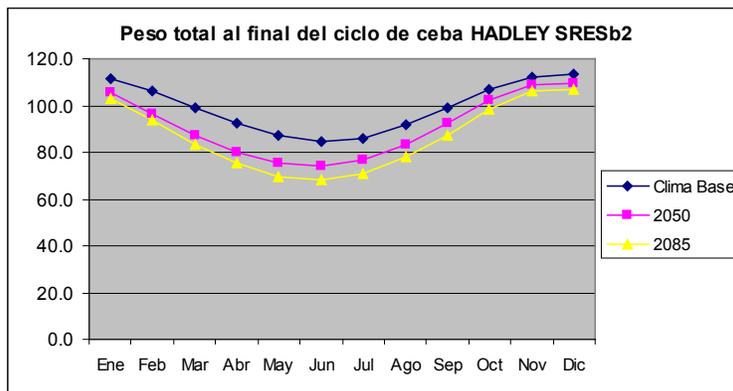


Figura 8.56. Peso total al final del ciclo de ceba para el clima base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

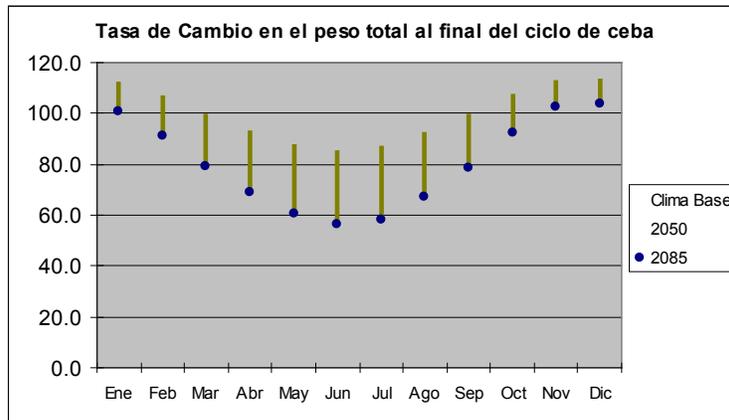


Figura 8.57. Tasa de cambio en el peso al final del ciclo de ceba en los escenarios futuros con respecto al clima base.

Uno de los aspectos fundamentales para determinar la eficiencia del sistema productivo en la ganadería porcina es la tasa de conversión de alimento en peso corporal, es decir la cantidad de alimento que se invierte por kg de carne obtenida al final del ciclo de ceba. Aquí entran a jugar diferentes aspectos como el consumo de alimento, entendido como consumo voluntario, considerando una buena disponibilidad de alimento y que no sufrirá cambios en el futuro, también el peso final en el ciclo de ceba es otro de los elementos a tomar en cuenta en este indicador.

En el clima actual se observa que para los meses del período lluvioso hay que invertir más de 4 kg de alimento por cada kg de peso que se obtiene, mientras que en el período poco lluvioso se invierte menos de 4 kg (Figura 8.58 a la 8.61). Para los escenarios futuros en los meses del período poco lluvioso este indicador se mantiene entre 4.1 y menos de 4 kg, mientras que para los meses del período lluvioso llega incluso hasta los 5.7 kg de alimento por cada kg de carne obtenida.

Pareciera una contradicción el hecho de que precisamente en el período lluvioso los animales consumen menos cantidad de alimento por el efecto del estrés de calor y que el peso al final del ciclo de ceba es mucho más bajo también. Sin embargo a pesar de que consumen menos alimento, precisamente en este período es donde hay que invertir mayor cantidad de alimento por cada kg de carne a obtener al final del ciclo de engorde y para los escenarios futuros este elemento crece, precisamente debido al incremento del estrés de calor y al cambio en los procesos fisiológicos que intervienen en la digestión y en el aprovechamiento de los nutrientes por los animales, con una tasa de incremento superior a 1.2 kg de alimento.

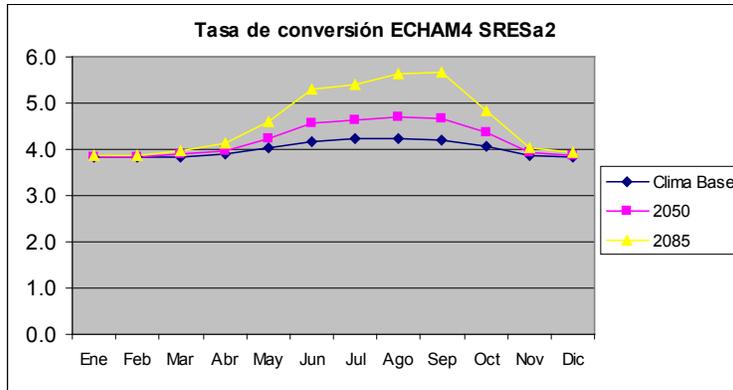


Figura 8.58. Tasa de conversión de alimento para el clima base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global ECHAM4

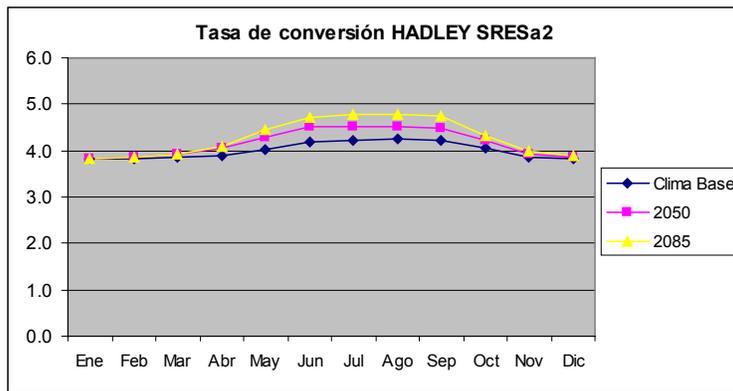


Figura 8.59. Tasa de conversión de alimento para el clima base y el Escenario SRES A2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

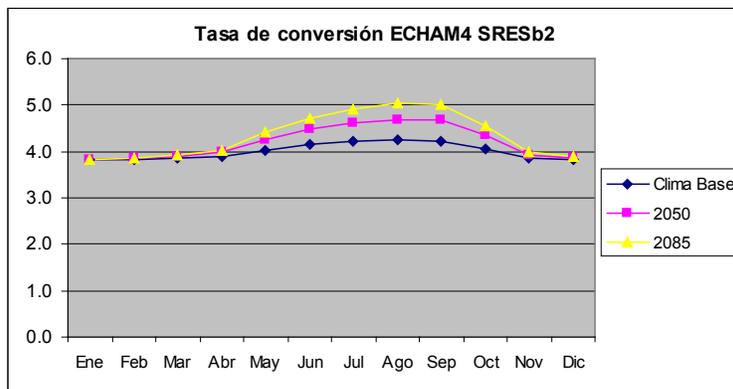


Figura 8.60. Tasa de conversión de alimento para el clima base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global ECHAM4.

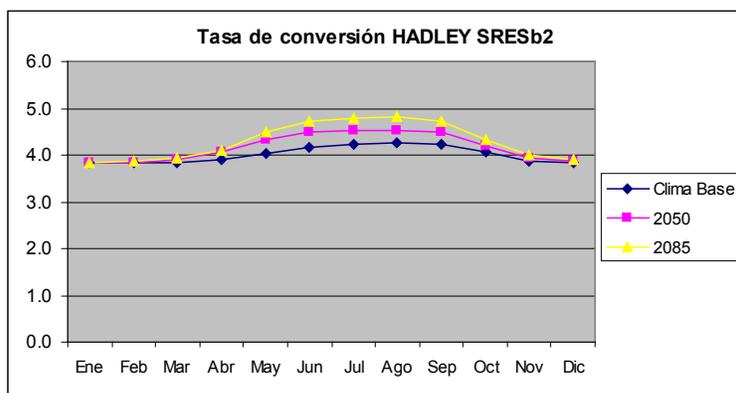


Figura 8.61. Tasa de conversión de alimento para el clima base y el Escenario SRES B2 derivado del modelo de clima global HadCM3.

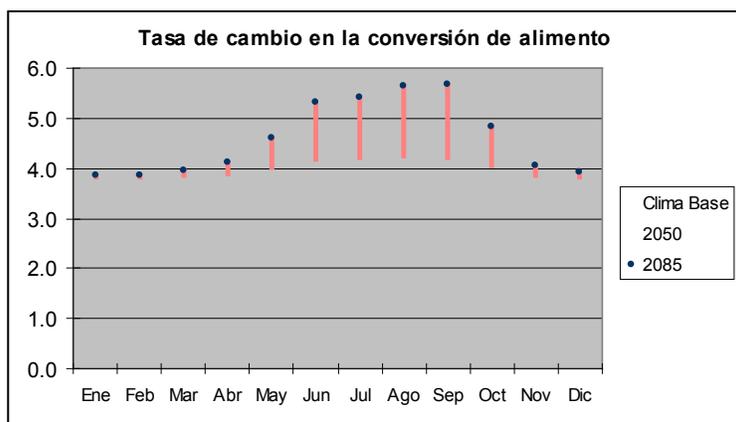


Figura 8.61. Tasa de cambio de la conversión de alimento en los escenarios futuros con respecto al clima base.

El análisis de los resultados obtenidos mediante el método de combinar escenarios climáticos futuros creados mediante modelos físico – matemáticos de la concentración atmosférica del dióxido de carbono, y de la circulación océano / atmósfera, con modelos biofísicos de cerdos, denota la existencia de impactos negativos considerables, derivados del cambio climático, sobre los parámetros fisiológicos y conductuales en los animales.

A consecuencia del cambio climático se produce un incremento en el estado de estrés calórico de los animales, con mayor incidencia en los meses del período lluvioso. Esto provoca cambios en el comportamiento reproductivo y sexual de las hembras en edad fértil, con una disminución en la cantidad de hembras con expresión de celo, menor tasa de concepción o preñez y un notable aumento en la muerte de cerdos al nacer. Para estos tres parámetros, en los meses del período lluvioso se presentarán los cambios más significativos.

El consumo voluntario de alimento y el incremento diario de peso también se verán reducidos, con la reducción más notable también en los meses del período lluvioso. Esto se traduce en menor peso corporal al final del ciclo de ceba, con el empleo de mayor cantidad de alimento para conseguir aumentar 1 kg de peso en los animales.

Los mejores rendimientos por ciclo de ceba se obtienen para los meses del período poco lluvioso excepto marzo y abril que presentarán una reducción considerable para los escenarios futuros.

Desde todos los puntos de vistas, el uso de razas con un alto potencial productivo y que son mucho más vulnerables al estrés por calor, será mucho menos sostenible que lo que pueda ser en el clima actual, lo que significaría, que sería mucho más acertado buscar razas con un potencial productivo relativamente más bajo pero con alto grado de adaptabilidad.

Como parte de este trabajo se han identificado un grupo de vacíos importantes que deben ser tenidos en cuenta:

No se cuenta con la base cartográfica digital adecuada para relacionarla con las salidas digitales climáticas que existen en el país; por lo cual el trabajo se ha limitado a la información suministrada por el Instituto de Meteorología en la línea base del clima del país al término del 2000. La elaboración de una adecuada base cartográfica del comportamiento de la producción porcina en Cuba permitirá obtener un mejor acercamiento a las evaluaciones de los impactos.

Solo hemos podido trabajar en el diagnóstico, partiendo del empleo de informaciones que ya existían procedentes del *GRUPOR* que se actualiza mensualmente y otras procedentes de la información climática de país; otras de los modelos climáticos para diferentes escenarios, recientemente obtenidos. Entonces, establecer mecanismos nacionales que permitan conocer la información existente y compartirla entre diversos sectores e incluso, dentro de un mismo sector, resultaría una gran herramienta para proveer el avance en cantidad y calidad de las evaluaciones de impacto.

Los estudios de impacto no pueden limitarse al plano técnico y académico, para su elaboración se requiere el análisis y la discusión participativa, se necesita involucrar a los actores locales y sus decisores que serán los más afectados por los impactos, los cuales deben estar presentes en la obtención de información, identifiquen y valoren los impactos y puedan decidir si la estrategia de adaptación propuesta se ajusta o no a sus realidades y expectativas, de ser necesario, en que forma y medida ésta debe ser mejorada e implementada.

8.3. Medidas de adaptación

8.3.1 Formación de Capacidades en el Sector Agrícola

Elaborar y llevar a cabo una estrategia de capacitación en los Institutos de Investigación Agrícolas, la Red de Estaciones Experimentales, las Universidades y Facultades de perfil agrario así como al personal extensionista y de dirección de la Agricultura, sobre la naturaleza del cambio climático, los impactos esperados y la necesidad de desarrollar medidas de enfrentamiento y adaptación para atenuarlos.

Tales acciones en el campo de las esferas educacional y científica relacionadas con la producción agrícola deberán estar acompañadas de la adecuación de un programa de capacitación dirigido a sensibilizar los productores directos en la problemática del

cambio climático y la protección medioambiental a través del desarrollo de sistemas integrados de capacitación en las ramas correspondientes a los cultivos principales con vistas a apoyar el incremento de la sostenibilidad de los cultivos.

8.3.2. Tecnologías de Protección de Cultivos

Bajo este concepto consideraremos solo aquellas tecnologías directamente orientadas a modificar el entorno meso y micro climático en que se desarrollará la producción agrícola. Clasifican entonces aquí actividades relacionadas con el riego, la reforestación, las barreras vivas, cortinas rompe vientos, laboreo mínimo y cobertura del suelo para limitar la pérdida de agua por evaporación, organopónicos y técnicas de agricultura urbana, casas de cultivo y otras.

Es necesario precisar que muchas tecnologías de protección de cultivos son aplicables solo a pequeñas áreas como las casas de cultivo mientras que otras, como el mantenimiento de la cobertura vegetal del suelo, son aplicables a grandes áreas.

8.3.3. Variedades Resistentes con Rendimientos Potenciales Superiores.

Como ya discutimos en epígrafes anteriores se trata de variedades con características fenológicas adecuadas y resistentes a altas temperaturas, estrés hídrico y anegamiento del suelo sin excluir su respuesta mejorada a la elevación de las concentraciones de ozono troposférico. Esta estrategia de adaptación deberá encontrar soluciones de compromiso adecuadas a la contradicción histórica de que la introducción de tales variedades en el pasado, la llamada Revolución Verde, ha conducido a una elevación desproporcionada de la necesidad de fertilizantes minerales, agua de riego y uso de productos químicos causantes de afectaciones ambientales sin precio y en muchas ocasiones irreversibles.

Para el caso de la papa esto incluye la utilización de variedades cubanas que están adaptadas a las condiciones climáticas imperantes en el país. En la actualidad se cuenta con más de diez variedades obtenidas en el país a través de un programa de mejoramiento genético de hibridación y selección. Bajo las condiciones climáticas imperantes, estas han demostrado altos potenciales de rendimiento en la producción. En la actualidad se potencia el desarrollo de una semilla nacional para aumentar paulatinamente sus niveles en los diferentes sistemas productivos. No obstante, aunque estas variedades están adaptadas a las condiciones actuales del país, es necesario desarrollar un programa de mejoramiento teniendo en cuenta los cambios que se producirán en el transcurso del presente siglo.

En lo relativo al arroz deberá trabajarse en la obtención de nuevos genotipos con resistencia a factores ambientales adversos así como en la ampliación de la base genética y obtención de nuevos genotipos de arroz adaptados a las condiciones de Cuba. Dado que se está experimentando un aumento de la variabilidad climática que produce igualmente episodios cálidos y fríos desacostumbrados... deberán obtenerse variedades que expresen un satisfactorio comportamiento ante condiciones de bajas temperaturas así como líneas isogénicas para ecosistemas frágiles con bajas temperaturas y que presenten resistencia al insecto *Tagosodes orizicolus*.

8.3.4. Cambios en la Gama de Cultivos a Desplegarse en la Región

La nación debe considerar constantemente si los cultivos desplegados en la región de estudio constituyen la mejor opción disponible y si en determinados momentos futuros esta no debería modificarse en respuesta a los cambios climáticos en progreso. No hay

mejor ejemplo para esto que el caso de los cítricos en Jagüey Grande donde la afectación por huracanes es superior en 2.5 veces a la de los mismos cítricos en Sierra de Cubitas, Camagüey (conclusiones de los autores). Esto implicará la realización de estudios de regionalización de cultivos a realizar sistemáticamente durante el siglo actual a medida que el cambio climático continúe avanzando. La introducción de la diversificación y biodiversidad agrícola puede considerarse incluida en estas acciones.

Este tipo de estrategia parece ser de especial relevancia a largo plazo de no aparecer soluciones derivadas de las estrategias ya analizadas con anterioridad. El análisis de las opciones posibles debe comenzar desde ahora para que no nos tome desprevenidos como ocurrió en años recientes con otros cultivos. Los impactos socioeconómicos de decisiones tan trascendentales rebasan el marco agrícola y poseen repercusiones sociales que incluyen hasta el cambio en los hábitos alimenticios de la población.

En estrategias de regionalización más generales podría considerarse la producción de papa en las montañas. Una parte de la producción se podría obtener en los tres macizos montañosos del país, aprovechando la existencia de condiciones climáticas más propicias para el desarrollo del cultivo. Opciones de este tipo fueron consideradas por los autores en su evaluación del impacto del cambio climático sobre la producción en Haití (Rivero, 2001b).

8.3.5. Introducción de Nuevas Tecnologías de Manejo

No debe entenderse el término de nuevas tecnologías de manejo solo como tecnologías que están por ser creadas sino además como tecnologías de manejo que aunque ya existentes no es tan siendo utilizadas. Tales tecnologías deben estar dirigidas hacia una disminución del consumo de agua y a resultar más amigables hacia el entorno medio ambiental y sostenibles, tanto en el sentido ambiental como económico. Este tipo de tecnología abarca todas las fases y etapas de la producción agrícola incluyendo el uso de fertilizantes y la aplicación de medidas de prevención y lucha integrada contra plagas, enfermedades y malas hierbas.

Un aspecto de gran importancia a ser resuelto fuera de los marcos del presente informe es evadir la contradicción de que algunas tecnologías en boga durante los últimos 20 – 30 años que persiguen tales objetivos han resultado en una reducción de la eficiencia tecnológica acentuando las diferencias entre los rendimientos reales y los potenciales. Entre las tecnologías de manejo a considerar dentro de esta estrategia de adaptación para la papa se incluyen:

1. Modificación de fechas de plantación. En las últimas campañas se ha demostrado que la llegada de los frentes fríos se ha desplazado hacia finales de diciembre y comienzos de enero, lo que demuestra la necesidad de tener en cuenta estos elementos a la hora de iniciar la campaña de papa.
2. Estrechamiento de los marcos de plantación, buscando autoprotección y mayor aprovechamiento del recurso suelo.
3. Utilización de cultivos intercalados o protectores. Se pueden utilizar cultivos como barreras protectoras tanto de la alta incidencia de la radiación solar como de la afectación por plagas y enfermedades.
4. Utilizar alternativas de conservación del tubérculo a mediano plazo mediante el uso de variedades más adaptadas a la conservación en cámaras refrigeradas.
5. Implementar el manejo integrado de plagas en cada una de las formas productivas.

6. Utilización de biofertilizantes como alternativa a la utilización de los fertilizantes minerales.

Un papel muy importante lo tienen el uso de tecnologías de riego más efectivas y ahorradoras de agua como aquellas que incluyen modificaciones en la frecuencia y normas de riego por hectáreas. Las tecnologías de producción tales como los sistemas de riegos de pivote central han aumentado notablemente los rendimientos y han propiciado una mejor adaptación de las variedades cultivadas, a las drásticas variaciones de temperatura y humedad relativa.

En el caso del cultivo del arroz deberán considerarse los aspectos siguientes:

1. Ahorro de agua para enfrentar los impactos de las sequías a través de la implementación de métodos y tecnologías para el ahorro de agua en el cultivo.
2. Elaborar Proyectos de Investigación y Desarrollo que versen sobre la factibilidad de emplear medidas que conduzcan a un mejor aprovechamiento de las lluvias en los sistemas arroceros, sea a través del empleo de un régimen de riego de reposición de la lámina o de la construcción de obras de drenaje que garanticen tal premisa.

8.3.6. Elevación de la Disciplina Tecnológica

Como señalábamos en epígrafes anteriores la elevación de la disciplina tecnológica conlleva implícitamente la elevación de la disciplina en general. Como ha sido destacado por los autores, resulta imprescindible señalar que la adaptación al cambio climático pasa primero por la conciencia del hombre (Rivero, 2008b)

Sin embargo el concepto de disciplina tecnológica empleado aquí rebasa el uso tradicional del término en la agricultura cubana dado que ese uso tradicional no ha contemplado como norma la adecuación de la disciplina tecnológica en los aspectos relacionados con las condiciones climáticas y meteorológicas existentes y previstas para la ejecución de las actividades de producción mientras que quizás haya sobrevalorado otros componentes ambientales y coyunturales relacionados. Consideramos que resulta imprescindible para una elevación significativa de la disciplina tecnológica agregar a este concepto la necesidad de incrementar el papel de las ciencias del clima en la producción agrícola.

Esto incluye tanto actividades concernientes a la planificación agrícola a corto y largo plazo (regionalización de cultivos, redimensionamiento de los renglones productivos y otros) como a la ejecución sistemática de la producción en sí misma utilizando los productos agrometeorológicos de alto valor agregado como el pronóstico a largo plazo, monitoreo de eventos agrometeorológicos extremos y otros bajo la denominación general de agrometeorología operacional con el objetivo de fomentar el establecimiento de una agricultura de respuesta en la región. Tales tipos de acciones han sido detallados por Solano y Rivero (2008 y 2009).

8.3.7. Cultivo del tabaco.

Existencia y desarrollo de proyectos relacionados con la temática del cambio climático y sus impactos en la producción tabacalera; estos proyectos pueden estar encaminados a la obtención de variedades resistentes a la sequía, como disminuir la incidencia de plagas, analizar la susceptibilidad de las variedades de tabaco negro ante el estrés abiótico, etc.

Desarrollar una estrategia de capacitación en el Grupo, de conjunto con el Instituto, las estaciones y centros de difusión tecnológica, sobre el estudio de los impactos del cambio climático y la necesidad de desarrollar medidas de enfrentamiento.

Realizar encuentros a través de seminarios, talleres y conferencias, en aras de sensibilizar a los productores en cuanto a la problemática existente de las incidencias y los impactos del cambio climático en la producción tabacalera.

Apoyo de la cadena productiva en la actividad de extensionismo agrícola, para acelerar las acciones de capacitación sobre la temática del cambio climático y controlar la ejecución de las medidas de adaptación propuestas.

Construir casas de mampostería para la fase de curación, con techos de zinc o fibrocemento, con falso techo interno y el ángulo de inclinación de los techos menos agudos para evitar los efectos del viento sobre el mismo.

Ser más exigentes con la aplicación de las estrategias fitosanitarias y los procesos de rotación de los cultivos.

Aplicar el programa de uso, conservación y mejoramiento de los suelos tabacaleros.

Hacer una silvicultura intensiva de eucalipto atendiendo a los objetivos de cada rodal.

Concentrar las plantaciones de cedro en el centro y oriente del país, para minimizar los impactos provocados por los eventos meteorológicos extremos (ciclones y huracanes).

8.3.8. Actividad porcina.

Categorías	Causas Climatológicas de los Principales Impactos por el Aumento de la Temperatura.	Medidas de Adaptación
Semental	<ul style="list-style-type: none"> • La calidad del semen tiene menor efectividad. • Disminución del apetito. • Muerte por Infarto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar técnicas de refrescamiento; ejemplo goteo con agua fresca. • Suministrar alimentación en horas fresca. • Técnicas de ventilación forzada • No incluir alimentos voluminosos para no aumentar el calor corporal. • Hacer más palatable el alimento.
Reproductora	<ul style="list-style-type: none"> • Infertilidad. • Muerte embrionaria. • Stress. • Disminución en la efectividad de cubrición. • Disminución del apetito. • Muerte por Infarto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar técnicas de refrescamiento; ejemplo goteo con agua fresca. • Suministrar alimentación en horas fresca. • Técnicas de ventilación forzada • No incluir alimentos voluminosos para no aumentar el calor corporal. • Hacer más palatable el alimento.
Cría	<ul style="list-style-type: none"> • Muerte por enfermedades gastrointestinales. • Muerte por aplastamiento. • Disminuye el consumo de alimentos 	
Preceba (Lechones y Lechonas)	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades gastrointestinales. • Disminución del apetito. • Muerte por Infarto. • Trastornos neumológicos por bajas temperaturas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suministrar alimentación en horas fresca. • No incluir alimentos voluminosos para no aumentar el calor corporal. • Hacer más palatable el alimento.
Ceba (Cochinatas y Cochinos)	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución del apetito. • Muerte por Infarto • Trastornos neumológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar técnicas de refrescamiento; ejemplo goteo con agua fresca. • Suministrar alimentación en horas fresca. • Técnicas de ventilación forzada • No incluir alimentos voluminosos para no aumentar el calor corporal. • Hacer más palatable el alimento.

8.4. Bibliografía

1. Beukema, H. P. and D. E. van der Zaag (1990): Introduction to potato production. Pudoc: Wageningen, Holland, 208 pp.
2. CCD (1995): Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación. Secretaría Provisional de la Convención, Ginebra, 230 pp.
3. Centella, A. (2010): Regional Climate Modeling in the Caribbean. Economic Commission for Latin America and the Caribbean: Subregional Headquarters for the Caribbean, LC/CAR/L.265, June 2010, 28 pp.
4. Diepen, C. A. van, C. Rappoldt, J. Wolf and H. van Keulen (1988): CWFS Crop Growth Simulation Model WOFOST. Documentation Version 4.1. Centre for World Food Studies, Wageningen, Holland.
5. Heemst, H. D. J. (1988): Plant data values required for simple crop growth simulation models: review and bibliography. Simulation Report CABO – TT Nr 17, Centre for Agrobiological Research (CABO) and Centre for World Food Studies (WOFOST), Wageningen, 100 pp.
6. Hoogenboom, G., J. W. Jones, C. H. Porter, P. W. Wilkens, K. J. Boote, W. D. Batchelor, L. A. Hunt, and G. Y. Tsuji (Editors) (2003). Decision Support System for Agrotechnology Transfer Version 4.0. Volume 1: Overview. University of Hawaii, Honolulu, HI.
7. IIG (2011a): Síntesis Sur de la Habana: Sector Arrocero. Informe Científico Técnico, Instituto de Investigaciones de Granos, MINAG, 3 pp.
8. IIG (2011b): Caso de Estudio Sur de la Habana: Sector Arrocero. Informe Científico Técnico, Instituto de Investigaciones de Granos, MINAG, 13 pp.
9. INSMET (2001): República de Cuba. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Instituto de Meteorología, La Habana, 166 pp.
10. Ittersum, M. K. van, P. A. Leffelaar, H. van Keulen, M. J. Kropff, L. Bastiaans and J. Goudriaan (2003): On approaches and applications of the Wageningen crop models. European Journal of Agronomy, 18 (3-4), 201-234 pp.
11. Jones R. G., Noger M., Hassell D. C., Hudson D., Wilson S., Jenkins G. and Mitchell, J. (2004): Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS. Met Office Hadley Center, Exeter, UK, 40 pp.
12. MINAG (2011): Síntesis Sur de La Habana-Papa. Informe Científico Técnico, INCA, 4 pp.
13. Paustian, K., D. Ojima, R. Kelly, J. Lockett, F. Tubiello, R. Brown, C. Izaurralde, S. Jagtap and C. Li (2000): Crop Models Analysis of Climate and CO2 Effects. Workshop Report, Colorado State University, Natural Resource Ecology Laboratory, September 1-3, 1999, 15 pp.
14. PCC (2010): Proyecto de Lineamientos de la Política Económica y Social. VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. 1ro de Noviembre de 2010, “Año 52 de la Revolución”, La Habana, 32 pp.

15. Rivero, R. E. (1999): El clima como condicionante y factor de la desertificación. Memorias de la II Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo (I Congreso de Conservación, Manejo y Gestión de Suelos en Cuencas Hidrográficas). La Habana, 14 – 18 de julio de 1999.
16. Rivero, R. E. (2001a): Integrated Analysis of Climate Change Impact in Cuba: The Case of Agriculture and Water Resources. En Memorias del Seminario Regional del PNUD para la Adaptación a la Variabilidad y al Cambio Climático en el Caribe. La Habana, 17 pp.
17. Rivero, R. E. (2001b): Impacts of climate change on agriculture and forests in Haiti. Consultancy Report for the Ministry of Environment, Port-au-Prince, 32 pp.
18. Rivero, R. E. (2008a): Workbook of Climate Change Impacts Assessments in Agriculture: Basic Knowledge, Methodologies and Tools, CCCCC / INSMET / Commonwealth Secretariat, 148 pp. ISBN 978-976-95260-1-3 (PBK) EAN 9789769526013
19. Rivero, R. E. (2008b): Medidas y estrategias de adaptación a la variabilidad y al cambio climático en Cuba. Conferencia Magistral en Diplomado Regional: “Bases Científicas y Medidas de Respuesta al Cambio Climático”, 17 de Julio 2008, San Salvador, 10 pp.
20. Rivero, R. E. y Z. I. Rivero (2010): Términos de las Ecuaciones de Balance e Índices Climáticos para Cuba durante el Siglo XXI. Informe Científico Técnico para la Segunda Comunicación Nacional al UNFCCC, Camagüey, 31 pp. + Tablas y figuras
21. Rivero, R. E. y Z. I. Rivero (2011): Evolución esperada de la aridez y su impacto en Cuba según diferentes escenarios de cambios climáticos. II Congreso Internacional de Cambio Climáticos de la VIII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, La Habana, 4 al 8 de julio de 2011, 20 pp. CD-ROM ISBN: 978-959-300-018-5
22. Rivero, R. E., R. R. Rivero, I. C. Martínez, D. R. García, A. Álvarez y G. Gómez (1999): Agricultura y silvicultura. En Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba (Gutiérrez, T. L., A. Centella y M. Limia, Eds.). Informe Final del Proyecto Internacional UNEP / INSMET No. FP / CP / 2200-97-12, 81 – 130 pp.
23. Rivero, R. E., Z. I. Rivero y R. R. Rivero (2003): Impacto de los Cambios Climáticos sobre los Cultivos Agrícolas en la Provincia de Camagüey. Informe Final de Resultado Científico, CMP Camagüey / CIMAC, 53 pp.
24. Rivero, R. E., Z. I. Rivero, R. R. Rivero y J. Limia (2005a): Impacto Integrado del Cambio Climático sobre la Producción de Arroz en Camagüey. Memorias del III Encuentro Internacional de Arroz y III Congreso Nacional de Arroz. La Habana, 6 - 10 de Junio del 2005, 5 pp. ISBN 959-7164-91-4
25. Rivero, R. E., Z. I. Rivero y R. R. Rivero (2005b): Impacto del Cambio Climático sobre los Recursos Hídricos en Camagüey. Memorias del VII Congreso Internacional de Hidráulica, 25 - 28 octubre 2005, 15 pp. ISBN 959-247-015-4
26. Rivero, R. E., Z. I. Rivero y R. R. Rivero (2005c): Medidas y Políticas de Adaptación a los Impactos Negativos del Cambio Climático. Memorias del XI

Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología y XIV Congreso Mexicano de Meteorología, 27 Febrero - 5 de Marzo del 2005, 15 pp.

27. Rivero, R. E., Z. I. Rivero y J. Limia (2005d): Fechas de Siembra Optima para el Arroz de Secano. Memorias del III Encuentro Internacional de Arroz y III Congreso Nacional de Arroz., 6 - 10 de Junio del 2005, 5 pp. CD-ROM: ISBM 959-7164-91-4
28. Rivero, R. E., Z. I. Rivero, A. Rodríguez, I. Arredondo, R. R. Rivero, A. M. Agramonte, M. A. Barbería y A. Villalón (2011a): Estudio de Caso del Sur de La Habana: Informe Final Sector Agricultura de la Segunda Comunicación Nacional, Camagüey, 122 pp.
29. Rivero, R. R. (2011): Nuevos métodos de construcción de escenarios climáticos, ejemplos de aplicaciones al estudio del impacto del cambio climático en la productividad y uso del agua en los cultivos de papa y arroz. Informe Parcial de Resultado de Proyecto, Centro Meteorológico de Camagüey, Camagüey, 65 pp.
30. Rivero, Z. I. y R. E. Rivero (2009): Una línea base 1961 – 90 para el clima de Cuba con fines de utilización en la evaluación de los impactos agrícolas del cambio climático. Centro Meteorológico de Camagüey, Camagüey, Diciembre 2009, 18 páginas + base de datos digitales.
31. Simpson, M. C., Scott, D., New, M., Sim, R., Smith, D. *et al.* (2009): An Overview of Modeling Climate Change Impacts in the Caribbean Region with contribution from the Pacific Islands, United Nations Development Programme (UNDP), Barbados, West Indies, 268 pp.
32. Solano, O. y R. E. Rivero (2008): Estrategias Agrícolas para Enfrentar el Cambio Climático. Informe Científico Técnico, Instituto de Meteorología, Noviembre 2009, La Habana, 26 pp.
33. Solano, O. y R. E. Rivero (2009): Estrategia de Adaptación de la Agricultura Cubana a la Variabilidad y al Cambio Climático. Informe Científico Técnico, Instituto de Meteorología, Noviembre 2009, La Habana, 13 pp.
34. Soto Carreño, Francisco y Juan G. Castillo Hernández (2011): Informe Cambio Climático: Cultivo de la Papa. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Informe Científico Técnico, INCA, 14 pp.
35. Steduto, P., Hsiao, T. C., Raes, D. and Fereres, E. (2009): AquaCrop-The FAO crop model to simulate yield response to water: I. Concepts and underlying principles. *Agronomy Journal*, 101(3): 426-437 pp.
36. Taylor, M., A. Centella, J. Charlery, I. Borrajero, A. Bezanilla, J. Campbell, R. E. Rivero, T. S. Stephenson, E. Whyte, R. Watson (2007): Glimpses of the Future: A Briefing from the PRECIS Caribbean Climate Change Project, ISBN 978 976-41-0212-2, Belmopan, Belize, 24 pp.
37. Tsuji, G. Y., G. Uehara and S. Balas (eds.) (1994): DSSAT v3. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii. 1024 pp.
38. Wigley, T. M. L. (2003): MAGICC/SCENGEN 4.1: User Manual, National Center for Atmospheric Research, Boulder, 24 pp.

39. Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith (1998): Crop evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, 300 p.
40. Benioff, R., S. Guill and J. Lee (1996): Vulnerability and adaptation assessments: An International Handbook. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 320 pp.
41. Beukema, H. P. and D. E. van der Zaag (1990): Introduction to Potato Production. Centre for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc), 208 pp.
42. Donatelli, M. and G. Bellochi (2001): Estimate of daily global solar radiation: New developments in the software RadEst 3.00. ESA Symposium Modeling Cropping Systems, Florence, Italy
43. Doorenbos, J., y A. H. Kassam (1988): *Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos*. Estudio FAO de Riego y Drenaje 33, Roma, 212 pp.
44. Gommers, R., J. Grieser and M. Bernardi (2004): FAO agroclimatic databases and mapping tools. ESA Newsletter No. 26: Summer 2004, 5 pp.
45. Grieser, J. (2004): Report of the personal agreement from 15/9/2004 to 31/10/2004, University of Frankfurt, 12 pp.
46. Grieser, J. (2006): Introduction to Geostatistics and the spatial interpolation of weather and crop data. CM Box User Guide Item 5.1, FAO, 10 pp.
47. Heemst, H. D. J. (1988): Plant data values required for simple crop growth simulation models: review and bibliography. Simulation Report CABO – TT Nr 17, Centre for Agrobiological Research (CABO) and Centre for World Food Studies (WOFOST), Wageningen, 100 pp.
48. INSMET (1991): Resumen Climático de Cuba. Instituto de Meteorología, Editorial Academia, ISSN 0864-3733, 127 pp.
49. Mavromatis, T. and S. S. Jagtap (2005): Estimating solar radiation for crop modeling using temperature data from urban and rural stations. Climate Research, Vol. 29: 233 - 243 pp.
50. Oldeman, L. R., and M. Frère (1982): *A study of the agroclimatology of the humid tropics of Southeast Asia*. WMO Technical Note No 179, WMO- No 597, Geneva, 229 pp + app
51. Rivero, R. E. (2001): Integrated Analysis of Climate Change Impact in Cuba: The Case of Agriculture and Water Resources. En Memorias del Seminario Regional del PNUD para la Adaptación a la Variabilidad y al Cambio Climático en el Caribe. La Habana, 17 pp.
52. Rivero, R. E., R. R. Rivero, Z. I. Rivero y J. Limia (2005): Impacto Integrado del Cambio Climático sobre la Producción de Arroz en Camagüey. En Memorias del III Encuentro Internacional de Arroz y III Congreso Nacional de Arroz. CD-ROM: ISBN 959-7164-91-4, 6 - 10 de Junio del 2005, 5 pp.

53. Rivero, R. E., Z. I. Rivero y R. R. Rivero (2005): Cambios climáticos: Impactos agrícolas y adaptación. Memorias del III Congreso Internacional de Meteorología, La Habana, Diciembre del 2005, 14 pp.
54. Rivero, R. E. y Z. I. Rivero (2008): Evaluación del impacto de los cambios climáticos sobre la agricultura en República Dominicana. Informe Final. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana, Noviembre 2008, Santo Domingo, 98 pp.
55. Rivero, R. E., R. R. Rivero, I. C. Martínez, D. R. García, A. Álvarez y G. Gómez (1999): Agricultura y silvicultura. En Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba (Gutiérrez, T. L., A. Centella y M. Limia, Eds.). Informe Final del Proyecto Internacional UNEP / INSMET No. FP / CP / 2200-97-12, 81 – 130 pp.
56. Rivero, R. E., Z. I. Rivero y R. R. Rivero (2009): Índice de aridez hidrológica con fines de monitoreo, evaluación de impactos y adaptación al cambio climático. Memorias del Primer Congreso Internacional de Cambio Climático de la VII Convención Internacional sobre Medio Ambiente y Desarrollo, La Habana, 6 - 10 de Julio de 2009, 13 pp. CD-ROM ISBN: 978-959-304-003-7
57. Rivero, Z. I. y R. E. Rivero (2009): Una línea base 1961 – 90 para el clima de Cuba con fines de utilización en la evaluación de los impactos agrícolas del cambio climático. Centro Meteorológico de Camagüey, Camagüey, Diciembre 2009, 18 páginas + base de datos digitales.
58. Sellers, W. D. (1970): Physical Climatology. Instituto del Libro, La Habana, 272 pp.
59. Tsuji, G. Y., G. Uehara, S. Balas and G. Hoogenboom (1999): DSSAT V.3.5, 4 volumes, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.
60. Wieringa, J. and J. Lomas (2001): Lecture notes for training agricultural meteorological personnel. WMO No. 551 Second edition, World Meteorological Organization, Geneva, 196 pp.
61. WMO (1990): Simulation of Primary Production. CAgM Report No. 33A (Revised), WMO / TD – NO. 248 (Rev.), Geneva, 149 pp.
62. Wolf, J., and C. A. van Diepen (1993): Effects of climate change on crop production and land use in the Rhine basin. In Climate Change: crops and terrestrial ecosystems (S. C. van de Geijn, J. Goudriaan and F. Berendse, eds). Agrobiologische Thema's 9, 71-75 pp.
63. Benioff, R. S., S. Guill and J. Lee (Eds,) (1996): Vulnerability and A daptation Assessments: An International Handbook. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
64. Centella, A.; J. Llanes; L. Paz; C. López y Miriam Limia. Primera Comunicación Nacional a la Convención
65. Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. República de Cuba. 166 p. 2001.
66. Centella A., L. Araujo y L. Paz. Variaciones y cambios del clima en C uba. Instituto de Meteorología. Centro

67. Nacional del Clima. 55 pág. 1997.
68. Colectivo de actores; 2008, Cent. Inv. Porc. La Habana Cuba. Manual de Procedimientos Técnicos para
69. la Crianza Porcina.
70. Dieguez FJ, I Santana y G Trujillo 1992. El uso de las razas porcinas en Cuba. Revista ACPA No 2:4-9.
71. FAO. 31 Período de Sesiones del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. 23-26 de mayo. Evento
72. especial sobre “Efectos del cambio climático y de las plagas y enfermedades en la seguridad alimentaria y
73. la reducción de la pobreza”. 13 p. 2005.
74. Figueroa V 1994. Características de la producción porcina en Cuba: el papel de la ciencia. In: Encuentro
75. Internacional de Mujeres Creadoras. Ciencia, Técnica y Desarrollo. La Habana, Cuba.
76. *García, J. M. Panel sobre Recursos Hídricos. Taller del Programa Nacional de Cambios Globales. Acuario*
77. *Nacional, C. Habana, 25 y 26 de marzo del 2008. 2008.*
78. Graupera F. (1984). Agricultura y ganadería en los trópicos. Aedos, Barcelona, España. p. 189-200.
79. Gutiérrez T, Centella A, Limia M, López M. Impactos del cambio climático y medidas de adaptación en
80. Cuba (inédito). Informe Técnico. 2000. 207 p.
81. INSMET. Impactos del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Informe final del Proyecto No. 01301019 del Programa Nacional de Ciencia y Técnica “Los Cambios Globales y el Medio Ambiente Cubano”. 180 p. 1999.
82. INSMET (2001): República de Cuba. Primera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Instituto de Meteorología, La Habana, 166 pp. Parry, M. y T. Carter (1998): Climate impact and adaptation assessment. Earthscan Publications Ltd, London, 166 pp
- 83.
84. INSMET. Base de datos del clima. Período 1981-2000. 2008.
85. *INSMET. 2008. Suministrador de Climas Regionales para los Estudios de Impacto.*
86. <http://precis.insmet.cu/Precis-Caribe.htm> .
87. INSMET. Base de datos del sistema PRECIS para Cuba. 2010.
88. IPCC. Special Report on Emissions Scenarios. IPCC WGIII. 35 p. 2001.
89. IPCC. Climatic Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for Policymakers. 18 p. 2001a.

90. IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth
91. Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning,
92. Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press,
93. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp. 2007.
94. IPCC. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the
95. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Parry M.L., O.F. Canziani,
96. J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK,
97. 1000pp. 2007a.
98. López O y G Peñalver 1991. Organización de la producción porcina en Cuba. Instituto Investigaciones
99. Porcinas. La Habana, pp 27.
100. López O, M Pérez Valdivia y R J Cedré 1979. Organización de la producción porcina sobre bases industriales. Cent. Inv. Porc. La Habana Cuba. pp 61.
101. Olivera J, Rodríguez M, Fleitas M, Jaimez E, Rocamora E, Villariño J, Guerra M, Pérez R, Alcaide J,
102. Gutierrez B. Diagnóstico Geoambiental del Municipio Artemisa. Instituto de Geofísica y Astronomía;
103. Delegación CITMA La Habana, Instituto de Oceanología.
104. Pichs R. Cambio climático. Globalización y subdesarrollo. La Habana: Editorial Científico-Técnica, 2008. ISBN 978-959-05-536-2.
105. Rivero, R. E., Z. I. Rivero, A. Rodríguez y R. R. Rivero (2010): Informe Final Sector Agricultura. Primera parte: Antecedentes Nacionales. Departamento Científico, Centro Meteorológico de Camagüey, Septiembre 2010, 22 páginas + 7 tablas y 6 figuras
106. Universidad Para Todos. Curso Cambio Climático. Partes 1 y 2, 2008.
107. Universidad para Todos. Curso de Energía y Cambio Climático. Partes 1 y 2, 2010.
108. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121207B/BA06.pdf>. El bienestar animal en la reproducción y producción de cerdos. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504 2007 Volumen VIII Número 12B